

# 离体猪肺的气管、支气管树遮盖表面 显示法三维重建

姚振威 沈天真 李浩雄 洪 泳 朱全东

**目的:**探讨 CT 扫描层厚和间隔对三维重建的影响。**材料和方法:**研究对象为 10 具离体新鲜猪肺标本。每一对象均接受层厚/间隔分别为 3mm/3mm、3mm/1.5mm 和 1.5mm/1.5mm 三种组合的 EBCT 扫描,扫描条件:130kV/630mA,扫描方式:连续容积扫描(CVS)。其横断面图像转入 Insight 工作站(accurimage diagnostic corporation, USA)进行三维重建,重建方式为遮盖表面显示法(SSD)。重建阈值为 -500Hu ~ -300Hu。**结果:**(1)新鲜离体猪肺标本气管和支气管的一、二级分支的三维测量与解剖测量相符合。(2)3mm/3mm、1.5mm/1.5mm 和 3mm/1.5mm 三组扫描参数的猪肺气管、支气管一级分支的三维重建评分结果间无显著差异;对于二级支气管分支(3.67mm 左右管径)的三维重建,3mm/1.5mm 组的评分高于 1.5mm/1.5mm 组,有统计学意义;1.5mm/1.5mm 组高于 3mm/3mm 组,也有统计学意义。**结论:**降低层厚或重叠扫描进行的三维重建可更好地显示较细的支气管,对于较粗的支气管其影响不明显。

**关键词** 气管 支气管 CT 三维重建

## Three Dimensional Reconstruction with Shaded Surface Display on Tracheobronchial Tree of Pig Lung in Vitro

Yao Zhenwei, Shen Tianzhen, Li Haoxiong, et al

Department of Radiology, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040

**Purpose:** To explore the influence of slice thickness and interval of CT on three dimensional reconstruction. **Materials and Method:** The subjects were 10 pig lung in vitro. Every one was scanned by Electron Beam CT with 3mm/3mm, 3mm/1.5mm and 1.5mm/1.5mm slice thickness/slice interval. The cross-section images were transmitted to the INSIGHT workstation and reconstructed with SSD(Shaded Surface Display), and their threshold setting were -500Hu to -300Hu. **Results:** 1. The three dimensional measurement of diameter in trachea and the first to second bronchus branch was coordinated to that of anatomy measurement. 2. To three group scanning parameters(3mm slice thickness and interval, 1.5mm slice thickness/interval and 3mm slice thickness/1.5mm slice interval), the scores of their 3D images were of no difference in pig trachea and the first bronchus branch, but there were statistic significance among the three group in scoring of the second bronchus branch. **Conclusion:** The experimental part demonstrated that descending slice thickness or with overlapping scan can improve the imaging effect of 3D reconstruction of small bronchus.

**Key words** Trachea Bronchus CT Three-dimensional reconstruction

本研究以新鲜离体猪肺标本作为研究对象,研究电子束 CT 气管、支气管树三维重建中,扫描层厚和间隔对三维成像的影响。

### 材料和方法

#### 一、一般材料

10 具新鲜离体猪肺标本,重量为 1~1.5kg。保留

中国医学计算机成像杂志 2001,4:272~274

Chin Comput Med Imag 2001;4:272~274

作者单位:200040 复旦大学附属华山医院放射科

部分气管和完整的左、右肺叶。

## 二、方法

(一) 扫描方法: 每具标本均分别以 3mm 层厚和 3mm 间距, 3mm 层厚和 1.5mm 间距, 1.5mm 层厚和 1.5mm 间距三组参数进行扫描, 扫描范围包括气管分叉以上 3cm 和以下 5cm 处。扫描速度为 10 层/s, 条件为 130kV/ 630mA, 扫描方式为连续容积扫描 (continuous volume scanning, CVS)。原始横断面图形的二维重建采用骨算法。

(二) 后处理成像方法: 利用 Insight 工作站, 采用遮盖表面显示、重建法进行三维重建。阈值设置为: -500Hu ~ -300Hu。在三维重建以前, 将原始横断面二维图像进行分割、放大 (放大倍数为 3) 和调整分辨率 (调整为 VERY SHARP) 处理。

(三) 评价方法: 收集每一标本的三组三维图像, 分别设定为 A、B、C 组, A 组为 3mm 层厚和间距扫描组; B 组为 3mm 层厚/ 1.5mm 间距扫描组; C 组为 1.5mm 层厚和间距扫描组。采用改良 Zeiberg 等<sup>[1]</sup>评分标准 (表 1) 分别对三组不同扫描参数的三维成像进行评分。

表 1 改良 Zeiberg 三维重建评分表

评价	评分	评定标准
极差	1	阶梯伪影引起图像破裂, 或图像整合不良
差	2	显著的阶梯伪影或容积缺损
一般	3	轻度阶梯伪影或容积缺损
佳	4	极少阶梯伪影或容积缺损
极佳	5	界面锐利, 无阶梯伪影或容积缺损

(四) 统计方法: 结果采用 *t* 检验或方差分析检验。

## 结 果

一、新鲜离体猪肺标本的气管和一、二级支气管分支的测量

扫描结束后解剖并分别测量气管分叉以上 1cm, 以下 2cm 右侧的一级支气管分支和右侧的最上一支二级分支的横径, 同时在相同的部位进行三维测量, 其结果见表 2。10 具离体猪肺的气管、一级支气管和二级

表 2 10 具猪肺标本的三维测量与解剖测量 (单位: mm)

测量	气管	一级支气管	二级支气管
解剖测量	21.04 ± 1.05	10.80 ± 0.43	3.67 ± 0.27
三维测量	21.07 ± 1.01	10.76 ± 0.36	3.67 ± 0.26

支气管的内径分别为: 21.04 ± 1.05mm, 10.80 ± 0.43mm, 3.67 ± 0.27mm。三维的测量值分别为: 21.07 ± 1.01mm, 10.76 ± 0.36mm, 3.67 ± 0.26mm, 经分组 *t* 检验, 对于离体猪肺的气管、支气管一级和二级分支, 三维重建图像的三维测量与相应部位的解剖测量间均无显著差异 (*p* > 0.05)。

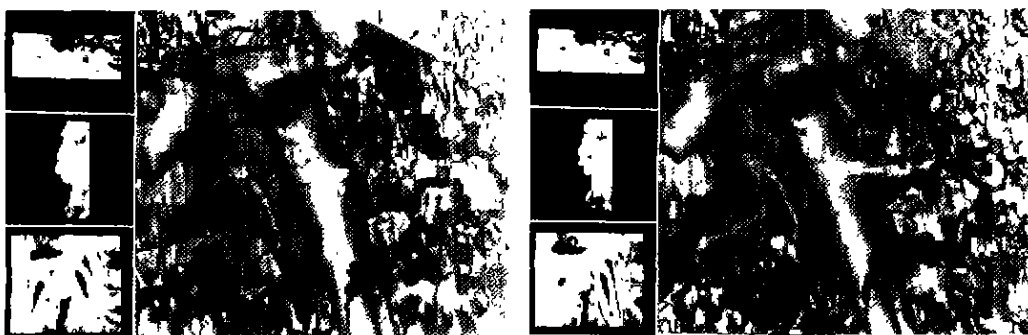
## 二、新鲜离体猪肺标本的三维成像

10 具新鲜离体猪肺标本不同扫描参数组的三维重建图像中, A 组和 C 组的三维图像各有 4 具标本显示了轻度的阶梯伪影, 且 A 组中 10 具标本 8 具显示了二级支气管分支的部分容积缺损, 而 C 组的二级支气管分支均未显示容积缺损; B 组中, 10 具标本无 1 例显示阶梯伪影或二级支气管分支的部分容积缺损 (表 3) (图 1, 2)。

表 3 10 具离体猪肺标本不同扫描参数组 3D 图像评分

扫描组	气管	一级支气管	二级支气管
A 组	4.80 ± 0.42	4.40 ± 0.52	3.00 ± 0.67
B 组	5.00 ± 0.00	4.70 ± 0.48	4.60 ± 0.52
C 组	4.80 ± 0.42	4.50 ± 0.53	3.90 ± 0.32

10 具离体猪肺标本不同扫描参数组三维图像评分结果见表 3, 对于猪气管, A、B、C 三组的积分分别为 4.80 ± 0.42, 5.00 ± 0.00, 4.80 ± 0.42, 经方差分析, 三组积分间无显著差异。对于一级支气管, A、B、C 三组



1 2

图 1 A 组离体猪肺标本 (3mm 层厚/ 间隔扫描) EBCT TBT 三维重建。箭头 (→) 所指为二级支气管分支的部分容积缺损。  
图 2 C 组离体猪肺标本 (1.5mm 层厚/ 间隔为 1.5mm/ 1.5mm) EBCT TBT 三维重建。箭头 (→) 所指为二级支气管分支显示良好, 容积缺损不明显。

的积分分别为  $4.40 \pm 0.52$ ,  $4.70 \pm 0.48$ ,  $4.50 \pm 0.53$ , 经方差分析, 三组积分间也无显著差异。对于二级支气管, A、B、C 三组的积分分别为  $3.00 \pm 0.67$ ,  $4.60 \pm 0.52$ ,  $3.90 \pm 0.32$ , 三组积分间有显著差异, 且 A 组与 B 组, A 组与 C 组, B 组与 C 组间积分均有显著的差异 ( $p$  值分别为 0.000, 0.002, 0.017。均小于 0.05)。

## 讨 论

利用离体新鲜猪肺标本进行气管、支气管树三维重建的实验研究在文献中尚未见报道。我们通过测量获得的猪肺的气管、支气管一级、二级分支的横径(内径)分别为  $21.04 \pm 1.05\text{mm}$ ,  $10.08 \pm 0.43\text{mm}$ ,  $3.67 \pm 0.27\text{mm}$ 。约相当于人体的气管至亚段支气管的管径范围<sup>[2-4]</sup>。因而利用猪肺标本进行的三维重建对进一步进行的人体气管、支气管树三维重建的研究有一定的指导意义。

### 一、改良 Zeiberg 评分标准的意义

在改良 Zeiberg 评分标准中, 我们删除了运动伪影对评分的影响一项, 而添加了容积伪影对评分的影响。由于离体猪肺标本是在静止状态下进行扫描的, 不存在呼吸或心跳等产生的运动伪影。因此, 评分标准中删除此项不会影响评估结果。另外, 由于本实验重点考察扫描层厚对三维重建的影响, 而扫描层厚与容积伪影密切相关。在评分标准中加入此项是十分必要的。

### 二、三维重建图像中三维测量的评价

通过对 10 具猪肺气管、支气管内径三维测量和解剖测量的比较, 我们观察到三维测量与解剖测量之间无显著的差异。我们进而认为: 三维成像可精确地对正常或异常的解剖结构和(或)病变范围进行测量。

### 三、扫描层厚和间距对三维重建效果的影响

Kauczor 等<sup>[5]</sup>和 Wolcke 等<sup>[6]</sup>均认为扫描层厚是影响三维重建的最重要的因素。要获得良好的气管、支气管树三维成像效果, 扫描层厚不宜超过  $4\text{mm}$ <sup>[6]</sup>。本实验设置 A、B、C 三组扫描参数是电子束 CT 胸部扫描中最常应用的参数。另外, 我们希望能通过研究了解扫描层厚与三维重建成像的关系、重叠扫描(overlapping scan)和不间断扫描(continuous scan)对三维重建的影响, 以进一步为临床研究提供帮助。如离体猪肺标本气管、支气管树三维重建的评价结果所示, 三维重建成像效果评价中, 对猪的气管和一

级支气管, A、B、C 三组参数的选择对三维重建图像效果影响不大。而对于  $3.67\text{mm}$  左右的二级小支气管, B 组的成像效果评分高于 C 组, C 组又高于 A 组, 且他们之间均有显著的差异。我们回顾 A 组图像观察到 A 组评分较低的主要原因为容积缺损(8 例/10 例), 因此提出以下假设: 在临床研究与实践中, 需要观察段支气管及以上的支气管、气管(均在  $5\text{mm}$  左右以上),  $3\text{mm}$  层厚和间隔的扫描参数即为理想的扫描参数; 而欲观察段以下的支气管病变( $5\text{mm}$  左右以下), 应降低扫描层厚或进行重叠扫描。重叠扫描不仅可减少阶梯伪影, 还可能可以消除扫描层厚而产生的容积缺损, 后者有待进一步研究。

### 四、应用新鲜离体猪肺标本进行气管、支气管树三维重建研究的价值与缺陷

离体猪肺标本易于获取, 可较完整地保留其气管、支气管的树形结构, 可使我们对气管、支气管的树形结构有一感性认识, 且由于其气管、一、二级支气管的大小约相当于人体的气管至亚段支气管范围, 因此其三维重建的研究对于进行人体的气管或一至四级支气管三维成像的研究具有一定的指导意义。但由于本实验为非生理状态下的研究, 故无呼吸、心跳的运动对三维重建的影响, 纵隔、心脏和大血管等组织结构的缺如, 肺和气道处于萎陷状态, 等等。而这些因素对气管支气管树三维重建都可能产生影响, 因此, 本实验的研究结果应用于临床还有待于进一步检验。

## 参 考 文 献

- 1 Zeiberg AS, Silverman PM, Sessions RB, et al. Helical (spiral) CT of the upper airway with three-dimensional imaging: technique and clinical assessment. *AJR* 1996; 166: 293 ~ 299
- 2 孙即昆, 赵崇伟, 翁品光. 肺外科学. 北京: 人民卫生出版社, 1987: 9 ~ 13
- 3 崔志谭, 严加和. X 线解剖学. 北京: 北京医科大学协和医科大学联合出版社, 1991: 165 ~ 167
- 4 刘玉清, 李铁一, 陈焜贤. 放射学(上册). 北京: 人民卫生出版社, 1993: 163
- 5 Kauczor HU, Wolcke B, Fischer B, et al. Three-dimensional helical CT of the tracheobronchial tree: evaluation of imaging protocols and assessment of suspected stenoses with bronchoscopic correlation. *AJR* 1996; 167: 419 ~ 424
- 6 Wolcke B, Kauczor HU, Lorenz J, et al. Phantom study of optimization of spiral-CT and 3D reconstruction of the tracheobronchial system (abstract). *Rofo Fortschr Geb Röntgenstr Neuen Bildgeb Verfahr* 1996; 165: 574 ~ 577