螺旋 CT 图像噪声的评价

陈伟, 李文政, 唐友林

【摘要】 目的: 评价螺旋 CT 中内插方式、螺距以及重建间隔对噪声的影响。方法: 采用 Somatom Plus 4 螺旋 CT 机。在相同条件下扫描直径为 20cm 的水模, 测得水模图像中心 40cm^2 兴趣区的 CT 值标准差作为评价噪声水平的指标。结果: 360° 线性内插的噪声减少 ($t = 34.87, P < 0.001$), 180° 线性内插的噪声增加 ($t = 18.78, P < 0.001$)。螺距大于 1.0 或小于 1.0 与螺距为 1.0 时噪声水平的差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。随着重建间隔改变, 相应噪声水平的差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。结论: 与常规扫描相比, 螺旋 CT 内插方式对噪声有一定影响, 而螺距与重建间隔对噪声水平影响不明显。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 质量控制; 图像噪声

【中图分类号】 R814.42; R811.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2003)07-0535-02

Assessment of image noise in spiral CT CHEN Wei, LI Wen-zheng, TANG You-lin. CT Section, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the effects on image noise level related to linear interpolation techniques, pitches and reconstruction intervals in spiral CT. **Methods:** All of measurements was carried out on a Somatom Plus4 scanner. The cylindrical water phantom to be scanned was 20cm in diameter. A 40cm^2 circular region on the image of the phantom was measured. The standard deviation of CT attenuation values was recorded as the index of image noise level. **Results:** Noise was reduced with 360° linear interpolation ($t = 34.87, P < 0.001$) and increased with 180° linear interpolation ($t = 18.78, P < 0.001$) when compared with the noise in conventional CT scanning. The differences in image noise level were not significant when pitches and reconstruction intervals changed ($P > 0.05$). **Conclusion:** In spiral CT, there is certain influence on image noise level with different linear interpolation techniques used, but there is no significant effect when pitches and reconstruction intervals are changed.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Quality control; Image noise

噪声是影响 CT 图像质量的重要因素。常规 CT 中各扫描参数对图像噪声水平的影响已经明确, 国内外学者在螺旋 CT 图像质量方面的研究中曾提到噪声有改变^[1-3]。笔者通过扫描水模, 试图将螺旋 CT 所特有的扫描参数内插方式、螺距以及重建间隔对噪声水平的影响进行评价, 以期螺旋 CT 扫描参数的选择和图像质量的保证提供相关依据。

材料与方 法

CT 机型号为 Somatom Plus 4 (Siemens AG Germany), 其单次最长连续扫描时间为 50s, 球管最大功率为 55kW, 使用高压滑环和 UFC 固体探测器。测试模为西门子标准测试模(水模、层距模和 MTF 模的组合体), 其直径为 20cm。

对水模进行扫描。所有扫描下列参数固定: 120kVp, 189mA, 矩阵 512×512 , 标准算法 AB 40, 准直宽度 5mm。分别将不同螺旋内插方式、螺距和重建间隔各自对噪声水平的影响进行比较: ①螺旋 CT 360° 线性内插 (linear interpolation, LI) 和 180° 线性内插与常规 CT 的噪声水平比较: 常规 CT 扫描时间 1s, 螺旋扫描时间为每圈 1s, 螺距 1.0, 重建间隔 5mm, 2 种内插

方式利用同一原始容积数据; ②不同螺距的噪声比较: 180° 线性内插和重建间隔 5mm 为固定值, 螺距分别为 0.5、1.0、1.5、2.0; ③不同重建间隔的比较: 使用 180° 线性内插, 螺距 1.0, 对同一原始容积数据进行重建, 重建间隔分别为 1mm、2mm、3mm、4mm 和 5mm。测得水模图像中心 40mm^2 圆形兴趣区的 CT 值标准差作为评价噪声水平的指标。重复扫描或重建, 每组得到 20 个数据。统计检验使用 SPSS 11.0 统计软件, 进行配对双侧 t 检验, $P < 0.05$ 表示差异有显著性意义。

结 果

螺旋扫描 360° 线性内插的噪声与常规 CT 相比有所减少, 而 180° 线性内插的噪声与常规 CT 相比有所增加(表 1); 螺距大于或小于 1.0 与螺距为 1.0 时噪声比较, 变化不明显(表 2); 重建间隔少于 5mm 与重建间隔为 5mm 时比较, 噪声无明显改变(表 3)。

表 1 螺旋 360° LI 和 180° LI 与常规 CT 的噪声样本均数比较

扫描方式	噪声 ($\bar{x} \pm s$, HU)	t 值	P 值
常规 CT	2.93 ± 0.04	-	-
螺旋 360° LI	2.45 ± 0.06	34.87	< 0.001
螺旋 180° LI	3.39 ± 0.09	18.78	< 0.001

作者单位: 410008 长沙, 中南大学湘雅医院 CT 室
作者简介: 陈伟(1976-), 男, 湖南祁东人, 技师, 主要从事 CT 技术工作。

表 2 不同螺距与螺距为 1.0 时噪声样本均数比较

螺距	噪声 ($\bar{x} \pm s$, HU)	t 值	P 值
0.5	3.40 ± 0.08	0.31	0.76
1.0	3.39 ± 0.09	-	-
1.5	3.40 ± 0.09	0.48	0.63
2.0	3.41 ± 0.09	1.06	0.30

表 3 不同重建间隔与重建间隔为 5mm 的噪声样本均数比较

重建间隔	噪声 ($\bar{x} \pm s$, HU)	t 值	P 值
5	3.39 ± 0.09	-	-
4	3.37 ± 0.07	1.17	0.26
3	3.36 ± 0.08	1.79	0.09
2	3.39 ± 0.08	0.00	1.0
1	3.39 ± 0.09	0.00	1.0

讨 论

在常规 CT 中,层厚、曝光量及像素尺寸(像素尺寸=显示野/矩阵)与噪声水平成反变关系,平滑过滤算法噪声水平低,高分辨算法噪声水平高。这些扫描参数在螺旋 CT 中同样影响噪声水平的高低,本文不再赘述。

表 1 数据提示,螺旋 360° 线性内插噪声较常规 CT 减少 16.4%,180° 线性内插较常规 CT 增加了 15.7%,与以往国外学者^[4]报道的理论分析结果相近。螺旋 CT 是在病人移动的同时进行连续扫描,采集到一个“螺旋形”的投影数据。为消除由此带来的运动性伪影,必须对原始数据进行内插处理得到较“平面”的图像数据。360° 线性内插是在相同方位角上对原始数据的相邻点用内插法进行逐点修正,利用了一个 2×360° 的数据范围,因此其光子统计量大于常规 CT,噪声水平相应下降。180° 线性内插从相反方向增加了一个根据原始数据计算得来的投影数据,那么用来内插处理的两个相邻点更加接近,利用了一个 2×(180°+扇角)的数据范围,因此其光子统计量相对减少,噪声增加。

由于 180° 线性内插法是在兼顾考虑空间分辨率和噪声时的一种效率最佳的内插方式^[1],所以笔者在评价不同螺距和重建间隔对噪声水平的影响时,均只采用 180° 线性内插方法。我们知道,螺距等于进床速度与准直宽度之比。本实验通过加快或减慢进床速度来改变螺距的大小,在理论上进床速度的加快会导致单位面积内探测器接受的 X 线曝光量减少,噪声水平应该增加。但表 2 数据的统计结果显示,噪声水平的改变并不明显,可能是变化值太小的缘故。

从表 3 数据得知,随着重建间隔的不断减少,即使当重建间隔减少到进床速度的 1/5 时,噪声水平也没有明显改变,可能与准直宽度在图像重建时并未变化有关。

上述结果为螺旋 CT 图像质量控制提供了有用的依据:①因噪声直接影响图像的密度分辨率,当对图像密度分辨率有严格要求时,可通过采用螺旋 360° 线性内插方式来降低噪声水平;②如单次螺旋扫描要求覆盖范围较大时,可适当增大螺距,不至于噪声增加而影响临床诊断;③使用较小的重建间隔,空间分辨率得到提高^[5],但噪声并未明显增加,对观察病变的细节和 CT 值的精确测量有很大帮助。

参考文献:

- [1] 王鸣鹏,吴威岚,张国栋.螺旋 CT 扫描成像质量分析[J].中华放射学杂志,1996,30(6):373-376.
- [2] Crawford CR, King KF. Computed tomography scanning with simultaneous patient translation[J]. Med Phys, 1990, 17(6):967-982.
- [3] Polacin A, Kalender WA, Mardal G. Evaluation of section sensitivity profiles and image noise in spiral CT[J]. Radiology, 1992, 185(1):29-35.
- [4] Wang G, Vannier M W. Helical CT image noise-analytical results[J]. Med Phys, 1993, 20(6):1635-1640.
- [5] Wang G, Vannier M W. Longitudinal resolution in volumetric X-ray computerized tomography-analytical comparison between conventional and helical computed tomography[J]. Med Phys, 1994, 21(3):429-433.

(2002-12-24 收稿)

· 会 讯 ·

第十一届中华医学会放射学分会学术会议通知

第十一届中华医学会放射学分会全国学术会议定于 2003 年 11 月 8~11 日在广州市举行。本次会议学术交流的内容包括传统放射诊断、CT、MRI、介入放射、影像技术、数字影像和影像学教学,管理和质量控制、放射学护理以及放射学设备管理、维修、维护等。

论文要求:撰写 800 字以内的结构式中英文摘要(目的、材料与方法、结果、结论 4 要素),并附 word 或 txt 格式软盘一张(包含中英文摘要、作者单位、邮编、地址、联系电话和 E-mail 地址),来稿请注明“第十一届放射学大会”字样并寄以下地址:

510080 广州 中山二路 58 号 中山大学附属第一医院 放射科 杨建勇

E-mail: yangjianyong@chinaradiology.org. 截稿日期 2003 年 8 月 31 日

南京医学会影像技术第 5 次学术交流会召开

南京医学会于 2003 年 6 月 28~29 日在安徽省巢湖举行影像技术第 5 次学术交流会,这是在我国战胜“SARS”以来作为南京医学会的第 1 个学术年会。来自南京市各级医院的 130 名影像技术同道听取了有关 X 线数字成像、MR、PACS、仿真影像学等方面的 7 个专题报告,论文涉及 CR、DR、DSA、MSCT、EBCT、MR、QA、QC、PACS、仿真影像学、机械工程、影像诊断及护理等,其最突出的是数字成像占了大部分,已取代常规 X 线摄影技术,标志着我市医学影像向数字成像转化。(王骏)