

螺旋 CT 重建间隔对肿瘤靶区体积的影响

彭振军, 王晔, 韩军, 李勤, 伍钢

【摘要】 目的:研究螺旋 CT 之重建间隔对肿瘤靶区体积的影响。**方法:**在 Siemens CT 模拟机上以不同扫描层厚(5、8 和 10 mm)相对应之不同重建间隔(2、3、5 和 8 mm)对埋入蜡块中的圆柱体模型进行扫描获取图像,在治疗计划系统上勾画靶区并利用测量软件获得相应模体的体积数据。**结果:**随着扫描层厚的增加,其体积误差分别为 $(1.3 \pm 0.28) \text{ cm}^3$ 、 $(1.5 \pm 0.26) \text{ cm}^3$ 和 $(1.6 \pm 0.26) \text{ cm}^3$;随着重建间隔的增加,其体积误差分别为 $(1.2 \pm 0.1) \text{ cm}^3$ 、 $(1.3 \pm 0.14) \text{ cm}^3$ 、 $(1.5 \pm 0.08) \text{ cm}^3$ 和 $(1.73 \pm 0.03) \text{ cm}^3$,且增大的数值均小于利用扫描层厚所测物体体积的误差,同时还发现,相同的扫描层厚与重建层厚相比,重建层厚所测之体积误差要比单纯扫描层厚所测之体积误差略小。**结论:**在螺旋 CT 模拟扫描中,采用薄层的重叠重建在肿瘤靶区体积的制定中是切实可行的。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 立体定位技术; 参数; 肿瘤

【中图分类号】 R814.42; R814.3 **【文献标识码】** B **【文章编号】** 1000-0313(2006)04-0400-03

Effects of Spiral CT Reconstruction Interval on Gross Target Volume of Tumor PENG Zhen-jun, WANG Ye, HAN Jun, et al. Cancer Center, Xiehe Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430023, P. R. China

【Abstract】 Objective: To study the effects of spiral CT reconstruction interval on gross target volume of tumor. **Methods:** Cylinder models buried in a piece of wax were scanned with Siemens CT simulator by using different scan slice thickness (5mm, 8mm, 10mm) with different reconstruction intervals (2mm, 3mm, 5mm, 8mm). After that the images obtained were contoured with treatment planning system to calculate the volume of the object by TPS software. **Results:** With the increasing of the scan slice thickness, the volume errors were $(1.3 \pm 0.28) \text{ cm}^3$ 、 $(1.5 \pm 0.26) \text{ cm}^3$ 、 $(1.6 \pm 0.26) \text{ cm}^3$. With the increasing of the reconstruction interval, the volume errors were $(1.2 \pm 0.1) \text{ cm}^3$ 、 $(1.3 \pm 0.14) \text{ cm}^3$ 、 $(1.5 \pm 0.08) \text{ cm}^3$ 、 $(1.73 \pm 0.03) \text{ cm}^3$, and all the volume errors increased were less than those by using scan slice thickness. Meanwhile, comparing the same scan slice thickness with reconstruction slice thickness, we found that the volume errors got by using reconstruction slice thickness were a little less than those by using scan slice thickness only. **Conclusion:** In spiral CT simulator scan, using overlapping reconstruction with thin slice is advisable in determining gross target volume of tumor.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Stereotaxic techniques; Parameter; Neoplasms

重建间隔是螺旋 CT 技术的重要优势,其与螺距同为单层螺旋 CT 的两个特有参数。因其获得的是容积数据,故可任意重建两个相邻的正常层距图像之间任何间隔的图像信息,即重叠重建,这一特点增加了 Z 轴的空间分辨率。有关单层螺旋 CT 之层厚、螺距对肿瘤靶区体积的影响已有报道^[1,2],但在图像处理过程中重建间隔(即重建层厚)的选择上临床上尚有许多疑虑,且鲜见探讨。本文通过不同扫描层厚相对应之不同重建间隔对扫描物体体积和形状的观测,以探讨螺旋 CT 之重建间隔对肿瘤靶区体积的影响。

材料与方法

1. 肿瘤靶区模型的制作

作者单位: 430023 武汉,华中科技大学同济医学院附属协和医院肿瘤中心

作者简介: 彭振军(1964—),男,湖北潜江人,副主任技师,主要从事 CT、MR 成像技术及放射治疗技术工作。

将与软组织密度近似的二级圆柱体(固体水)埋入与脂肪密度近似的蜡块中,二级圆柱体的大直径为 3.0 cm,高度为 0.5 cm,小直径为 2.5 cm,高度为 4.5 cm。故总高度为 5 cm,体积为 25.62 cm^3 。此模型即为肿瘤靶区体积模型,简称为模体。

2. 设备及成像条件

在西门子 Somatom Balance 单层螺旋 CT 模拟定位机上进行扫描。扫描条件:130 kV, 90 mA,视野 72 mm,重建矩阵 512×512 ,以不同层厚 5、8 和 10 mm 之不同螺距 1.0、1.5 分别扫描获取原始数据,然后分别以扫描层厚的 50%(即每个层厚重建两幅图像)或 67%(即每个层厚约重建三幅图像)行重叠重建,实验中以 5 mm 扫描,重建 2、3 和 5 mm 图像;8 mm 扫描,重建 2、3、5 和 8 mm 图像;10 mm 扫描,重建 2、3、5、8 和 10 mm 图像。将图像以 DICOM 3.0 的格式传送到治疗计划系统(美国 CMS 公司 Xio-Re-

lease 4. 2. 0 版本)。

3. 测量方法

在治疗计划系统 (treatment planning system, TPS) 上对不同扫描层厚相对应之不同重建层厚所获图像勾画模体轮廓 (靶区), 利用 TPS 的测量软件分别测得模体的体积数据。

结 果

表 1 所示不同扫描层厚及螺距的测量数据与模体实际数据的比较, 从表中可以看出, 随着扫描层厚的增加, 体积误差逐渐加大, 且螺距为 1. 0 和 1. 5 的体积误差分别为 $(1. 4 \pm 0. 4)$ 和 $(1. 7 \pm 0. 14)$ cm^3 。表 2 所示不同扫描层厚对应之不同重建层厚的图像处理数据与模体实际数据的比较, 以 5、8、10 mm 的扫描层厚所测体积误差分别为 $(1. 3 \pm 0. 28)$ 、 $(1. 5 \pm 0. 26)$ 和 $(1. 6 \pm 0. 26)$ cm^3 , 获得与表 1 同样的结果。表 3 为表 2 的另一种排列形式, 随着重建层厚的增加, 其体积误差也加大, 且增大的数值均小于利用扫描层厚所测物体体积的误差。以 2、3、5、8 mm 为重建层厚所测体积误差分别为 $(1. 2 \pm 0. 1)$ 、 $(1. 3 \pm 0. 14)$ 、 $(1. 5 \pm 0. 08)$ 和 $(1. 73 \pm 0. 03)$ cm^3 。从表 3 中还可以看出, 同样的扫描层厚与重建层厚相比, 重建层厚所测之体积误差要比单纯扫描层厚之体积误差略小。

表 1 不同扫描层厚及螺距的图像测量数据与模体实际数据 ($25. 62 \text{ cm}^3$) 比较

扫描层厚 (mm)	螺距 1. 0		螺距 1. 5	
	测量值	误差	测量值	误差
5	26. 63	1. 01	27. 23	1. 61
8	27. 07	1. 45	27. 39	1. 77
10	27. 30	1. 68	27. 48	1. 86
$\bar{x} \pm s$	1. 4 $\pm$ 0. 4		1. 7 $\pm$ 0. 16	

表 2 不同扫描层厚对应之不同重建层厚的图像测量数据与模体实际数据 ($25. 62 \text{ cm}^3$) 比较

重建层厚 (mm)	扫描层厚 5mm		扫描层厚 8mm		扫描层厚 10mm	
	测量值	误差	测量值	误差	测量值	误差
2	26. 72	1. 10	26. 90	1. 28	26. 94	1. 32
3	26. 85	1. 23	26. 93	1. 31	27. 08	1. 46
5	27. 23	1. 61	27. 14	1. 52	27. 13	1. 51
8			27. 39	1. 77	27. 32	1. 70
10					27. 48	1. 86
$\bar{x} \pm s$	1. 3 $\pm$ 0. 28		1. 5 $\pm$ 0. 26		1. 6 $\pm$ 0. 26	

表 3 不同重建层厚对应之不同扫描层厚其体积误差比较 (mm)

扫描层厚	重建层厚			
	2	3	5	8
5	1. 10	1. 23	1. 61	—
8	1. 28	1. 31	1. 52	1. 77
10	1. 32	1. 46	1. 51	1. 70
$\bar{x} \pm s$	1. 20 $\pm$ 0. 10	1. 30 $\pm$ 0. 14	1. 50 $\pm$ 0. 08	1. 73 $\pm$ 0. 03

讨 论

CT 模拟定位是当今完成精确放射治疗的主要过程之一, 传统的 CT 扫描程序让人们深信不疑其对扫描物体大小及其形态的认同, 螺旋 CT 的出现引入了螺距和重建间隔的概念, 其扫描方式让临床对其分辨物体的大小及形态产生疑虑, 因为精确放疗技术对治疗靶区 (肿瘤) 的大小和形态的要求更加严格, 2 mm 左右的误差将会影响患者的疗效和愈后。有关单层螺旋 CT 模拟的扫描层厚及螺距对肿瘤靶区体积的影响已有报道^[1, 2]。本次实验的部分结果如随着扫描层厚的增加, 其体积误差逐渐加大, 以及螺距增大其体积误差亦大 (表 1、2), 与上述两位作者的研究结果一致。

重建间隔是指被重建的相邻两层横断面之间长轴方向的距离。螺旋 CT 扫描是容积扫描, 不管扫描时采用什么螺距, 其对原始数据的回顾性重建可采用任意间隔 (重建层厚), 并且间隔大小的选择与图像的质量无关^[3]。有研究证明在螺旋 CT 中, 当采用 HI (180°LI) 的插值方法时, 螺旋 CT 的 Z 轴分辨力比传统 CT 的 Z 轴分辨力要差^[4, 5], 但重叠重建可以提高螺旋 CT 的 Z 轴分辨力^[6]。本次实验的结果为在回顾性重叠重建 (重建层厚) 中, 随着重建层厚的增加, 其图像测量的体积与实际体积的误差亦增大, 但增大的数值均小于利用扫描层厚所测物体体积的误差 (表 2、3), 且还发现, 同样的扫描层厚与重建层厚相比, 重建层厚所测之体积误差要比扫描层厚之体积误差略小 (表 3)。

影响扫描物体体积的因素众多, 在对单一的实体进行扫描时, 其前后径、左右径的影响可以忽略, 但上下径 (即 Z 轴) 的影响最大, 这主要是部分容积效应的影响。部分容积效应对螺旋 CT 扫描的影响较传统 CT 要大, 但若采用了重叠重建, 这种劣势就变成了优势, 它不仅可以改善螺旋 CT 的 Z 轴分辨率, 有时甚至超过传统 CT。Urban 等^[7]曾对连续采集的数据进行 50% 的重叠重建, 结果是提高了 10% 的小病灶检出率。同样的道理, 薄层重建对于消除 Z 轴方向上边缘容积效应带来的体积增加有重要意义, 本次实验结果也证明了这点。

重叠重建对重建层厚的选择是实际应用中的一个重要的问题, 理论上层厚越薄, 对扫描物体体积测量的误差越小, 但由此导致的图像处理时间以及图像的层面数的增大会给实际工作带来不便, 故需优化选择。我们的经验是以 5 mm 的扫描重建 2、3 mm 的图像, 8 mm 的扫描重建 3、5 mm 的图像, 10 mm 的扫描重建 5、8 mm 的图像。这样不仅可以提高工作效率, 且减

少了受检者的辐射剂量。

因此,在螺旋 CT 模拟扫描中,采用薄层的重叠重建对肿瘤靶区体积的判定是切实可行的。

参考文献:

- [1] 姚原,吴国华,吴旭东,等. CT 模拟定位中扫描层厚对肿瘤靶区体积的影响[J]. 实用癌症杂志, 2001, 6(4): 410-412.
- [2] 彭振军,王晔,韩军,等. 单层螺旋 CT 之螺距对肿瘤靶区体积的影响[J]. 放射学实践, 2006, 21(2): 183-185
- [3] 王鸣鹏. 实用 CT 检查技术学[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1999. 25-26.

- [4] Costello P, Anderson W, Blume D. Pulmonary Nodule; Evaluation with Spiral Volumetric CT[J]. Radiology, 1991, 179(7): 976-976.
- [5] Kalender W, Polacin A. Physical Performance Characteristics of Spiral CT Scanning[J]. Med Phys, 1991, 18(8): 910-915.
- [6] 余晓鐸,康立丽,洪德明,等. 重叠重建对螺旋 CT 纵向分辨力的影响分析[J]. 中国医学物理学杂志, 2001, 18(2): 86-87.
- [7] Urban GQ, Dake MD. Detection of Focal Hepatic Lesions with Spiral CT; Comparison of 4 and 8mm Interscan Spacing[J]. AJR, 1993, 160(6): 783-785.

(收稿日期: 2005-11-30)

《放射学实践》投稿须知

《放射学实践》是由中华人民共和国教育部主管、华中科技大学同济医学院主办的影像医学专业学术期刊, 至今创刊已 21 周年。本刊是科技部中国科技论文统计源期刊, 《CAJ-CD 规范》执行优秀期刊。设有论著、图文讲座、本刊特稿、继续教育园地、研究生展版、实验研究、影像技术学、综述、短篇报道、经验介绍、学术交流、读片追踪、国内外学术动态、外刊摘要、信息窗等栏目。

一、文稿要求: ①应具有科学性、实用性、创新性, 有理论或实践意义, 论点明确, 资料可靠, 数据准确, 文字精炼, 层次清楚。论著、讲座、综述等勿超过 4000 字, 病例报道和经验介绍以 1000 字以内为宜。中文文题勿超过 20 字。

②来稿要求一式二份(可复印); 请另纸书写一份中英文对照的文题、作者姓名、单位地址、邮政编码、联系电话和 E-mail, 并用文稿纸单面书写或打印, 外文用 4 号字打印。英文题名及各个实词的首字母应大写。不同工作单位的作者, 应分别注明各自单位的名称、联系电话、E-mail 及邮编。

③论著须附 300 字左右中英文对照的摘要, 摘要应包括目的(Objective)、方法(Methods)、结果(Results)、结论(Conclusion)四部分。英文摘要格式和内容应与中文摘要一致。在摘要下方列写 3~8 个中英文关键词, 请采用 MeSH(《医学主题词注释字顺表》)中的主题词, 必要时可采用惯用的自由词。

④文内数据应准确无误, 必要时作统计学处理。凡涉及统计学问题, 应请统计学专家对统计学的设计和数据分析审核无误。做显著性检验时, 在给出 P 值的同时必须给出具体统计学数据(如 t 值、 χ^2 值、 Q 值等)。计量单位一律用法定计量单位。

⑤图表务求少而精, 且内容不应和正文重复。表格应采用三线表。每幅图表都应有相应的序号及图(表)题, 说明性的资料应置于图(表)下方注释中, 并在注释中标明图表中使用的非公知公用的缩写。线条图请用勾线笔绘制, 要求清晰整齐; 图片应清晰, 对比度良好, 大小尽量一致; 欢迎采用电脑或数码相机制图, 图片采用 .JPG、.TIF 或 .GIF 等格式(Photoshop 图像分辨率 600 像素/英寸)存储; 在图片纸样上写明图序、图注, 并用箭头标注病变部位; 图片序号也应按文中出现的顺序在正文相应处标注。请直接使用 E-mail 或软盘(或光盘)将正文及图片数据(.JPG 格式)一并寄来。

⑥参考文献必须以作者亲自阅读过的近期主要文献为限, 并由作者对照原文核实。参考文献著录格式请按 GB 7714-87《文后参考文献著录规则》格式著录, 参考文献按在文中首次出现的次序编号, 在右上角用方括号标注, 如“张兵等^[1,4,7]报道”。

⑦论文如属国家或省、部级以上基金项目或属重点攻关课题, 本刊优先刊用。请在文稿首页注明“本课题为××基金资助项目(基金编号×××)”, 并附基金证书复印件; 如获专利, 请注明专利号。

二、来稿请附单位介绍信, 稿件的保密审查由作者单位负责。作者在接到本刊收稿回执后 3 个月内可说明稿件编号, 查询稿件处理情况。切勿一稿多投。不用稿件恕不退还, 请自留底稿。

三、本刊全面实行 Email 投稿, 为符合双盲法审稿及电脑登录稿件识别系统的要求, 请在首页详细注明文题、作者、单位及联系方式或基金项目。第 2 页开始为论文, 顺序为文题、中英文摘要(短文不必要)、正文, 且文字与图片均用 Word 格式保存在 1 个文件中(文件大小最好不超过 3MB), 图说明随图一并放于文末。如果文件太大, 请将图片单独发送。本刊在收到 Email 投稿后即将所收稿件的临时稿号以短信息或 Email 方式给作者回执。

四、本刊录用的所有稿件均以印刷版、光盘版和网络版等形式出版, 凡不愿在光盘版和网络版上发表者, 请投它刊。对拟刊用稿件, 需缴纳版面费。稿件刊出后赠当期杂志 2 册。

五、来稿请寄: 430030 湖北省武汉市解放大道 1095 号 同济医院《放射学实践》编辑部

电话: (027)83662875 83662887 E-mail: radio@tjh. tmmu. edu. cn