

肿瘤靶体积测量 16 层 CT 成像参数的选择

彭振军, 王晔, 雷子乔, 伍钢, 韩萍

【摘要】 目的:探讨 16 层 CT 在肿瘤靶体积测量中的应用。**方法:**在西门子 Somatom Sensation 16 层 CT 机上以不同准直宽度(0.75 mm、1.5 mm)和不同螺距(0.5、1.0、1.5)对埋入蜡块中的实体瘤模型进行扫描,分别获取 6 组原始数据,每组数据采用 2、3、5、8 及 10 mm 不同的重建间隔共计 5 组重建不同层厚的图像,在治疗计划系统上对所获图像勾画靶区,利用 TPS 的测量软件测得模体的体积数据。**结果:**不同重建层厚(2、3、5、8 和 10 mm)所测量模体体积之均值分别为(25.55±0.08)、(25.44±0.11)、(25.36±0.17)、(21.72±0.77)和(20.55±0.03)cm³,与实际体积值(25.62 cm³)配对 *t* 检验,2、3、5 mm 相对应之 *P* 值均大于 0.05,8、10 mm 相对应之 *P* 值均小于 0.01。不同准直及不同螺距在 2 mm 重建层厚条件下的测量结果误差的直线回归分析 $y=0.028x+25.55(r=1.00, P<0.01)$,3、5、8、10 mm 重建层厚之直线回归方程的斜率分别为 0.031、0.027、0.034、0.011($r=1.00, P<0.01$)。**结论:**多层螺旋 CT 模拟对肿瘤靶体积的测量误差与准直宽度和螺距无关,而与重建层厚有关,且 2 mm、3 mm 和 5 mm 的重建层厚所获之体积数据最接近实际值。

【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; R730.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2007)06-0613-03

Imaging Parameter Choice of 16-slice CT Scanner in Measuring the Volume of Tumor PENG Zhen-jun, WANG Ye, LEI Zhi-qiao, et al. Cancer Center, Xiehe Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430023, P. R. China

【Abstract】 Objective: To explore the significance of using 16-slice CT scanner in measuring the volume of tumor. **Methods:** Using 16-slice CT (Siemens Somatom Sensation) to scan the solid tumor models buried in paraffin blocks under different width of collimator and pitch patterns. After acquiring 6 groups of data, we used different rebuilt intervals to reconstruct 5 groups of images with different length of slices, then contoured the tumors in the treatment planning system based on the above images. Furthermore, the volume of tumor models were measured by the software of TPS. **Results:** The volumes of the tumor models reconstructed under different rebuilt intervals (2mm, 3mm, 5mm, 8mm and 10mm) were as follows: (25.55±0.08, 25.44±0.11, 25.36±0.17, 21.72±0.77 and 20.55±0.03) To contrast to the real volume, there is no significance distinction within 2, 3, 5 groups ($P>0.05$) while obvious differences are found in 8, 10 groups ($P<0.01$). The linear regression model which data is obtained in 2 rebuilt intervals under different width of collimation and pitch patterns is $y=0.028x+25.55$ ($r=1.00, P<0.01$), and the slop rate of the linear regression model analyzed from 3, 5, 8, 10, different are 0.031, 0.027, 0.034, 0.011 ($r=1.00, P<0.01$). **Conclusion:** The measuring error of tumor volume acquired from multilayer spiral CT simulation shows no significant correlation with the width of collimation and pitch patterns, but the thickness of rebuilt slice do play a vital role in regulating it. Moreover, data of tumor volume obtained under 2, 3, 5 rebuilt layers shows the best approximation to the real volume.

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

CT 模拟定位是实现精确定位的主要手段,但 CT 扫描参数的选择会直接影响图像对实体瘤的大小和体积的显示。有关单层螺旋 CT 之层厚、螺距及重建间隔对肿瘤靶体积的影响已有报道^[1-3],但随着多层螺旋 CT 在临床上的广泛应用,多层 CT 各向同性成像技术对实体瘤的大小和体积的显示将进一步增强临床的信心。本研究通过在 16 层 CT 上对实体瘤模型不同准

直、不同螺距及不同重建间隔的成像,试图探求多层 CT 扫描肿瘤靶体积测量更为适宜的成像参数。

材料与方法

1. 实体瘤模型制作

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 3.0 cm,高度 0.5 cm,小直径 2.5 cm,高度 4.5 cm。故总高度为 5.0 cm,体积为 25.62 cm³。

2. 设备及成像条件

作者单位:430023 武汉,华中科技大学附属协和医院肿瘤中心(彭振军、王晔、伍钢),放射科(雷子乔、韩萍)
作者简介:彭振军(1964—),男,湖北潜江人,副主任技师,硕士生导师,主要从事医学影像技术及放射治疗物理技术工作。
基金项目:华中科技大学附属协和医院科研基金(2006-001)

使用西门子 Somatom Sensation 16 层螺旋 CT 机,对实体瘤模型进行扫描。扫描条件:120 kV,150 mAs,视野 72 mm,重建矩阵 512×512。以不同准直器宽度(0.75 mm、1.5 mm)和不同螺距(0.5、1.0、1.5)分别获取 6 组原始数据,每组数据采用不同的重建间隔重建 2 mm、3 mm、5 mm、8 mm 及 10 mm 共计 5 组不同层厚的图像。将图像以 DICOM 3.0 的格式传送到治疗计划系统(美国 CMS 公司 Xie-Release 4.2.0 版本)。

3. 测量及统计方法

在治疗计划系统(treatment planning system, TPS)显示屏上对不同准直、不同螺距及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。采用 SPSS 10.0 版统计软件作均数处理,直线回归分析,配对 *t* 检验。

结 果

不同准直、不同螺距及不同重建层厚之模体图像体积测量值见表 1。表 2 为不同准直、不同螺距对应不同重建层厚的测量数据与模体实际数据的体积误差比较。表 1 中不同重建层厚(2、3、5、8、10 mm)所测量模体体积之均值分别为(25.55±0.08)、(25.44±0.11)、(25.36±0.17)、(21.72±0.77)和(20.55±0.03) cm³,与实际体积值(25.62 cm³)配对 *t* 检验,2、3、5 mm 相对应之 *P* 值均大于 0.05,8、10 mm 相对应之 *P* 值均大于 0.01。不同准直及不同螺距在 2 mm 重建层厚条件下的测量结果误差的直线回归分析 $y=0.028x+25.55(r=1.00, P<0.01)$,3、5、8、10 mm 重

建层厚之直线回归方程的斜率分别为 0.031、0.027、0.034、0.011($r=1.00, P<0.01$)。上述结果表明测量体积误差与准直宽度和螺距无关,而与重建层厚有关,且 2、3 和 5 mm 的重建层厚所获之体积数据最接近实际值。

讨 论

精确放射治疗技术已成为 21 世纪放疗技术发展的主流,而其重要前提是对肿瘤靶区的精确定位,这包括对实体肿瘤大小及其范围的准确勾画。研究表明 2 mm 左右的误差将会影响患者的疗效和愈后。单层螺旋 CT 之层厚、螺距及重建间隔对实体瘤体积测量的影响已有报道,但对多层 CT,哪些成像参数会对实体瘤的测量更有影响,应当引起关注。

传统的二维反投影及卷积重建算法,欲重建某一平面的图像,对平面上的任意一点,必须要有全部角度的数据。传统 CT 轴面扫描符合了这一要求,而单层螺旋 CT 扫描方式由于扫描时床在运动,在重建平面上原则上只有 1 个数据,故不符合该算法。若对这样的原始数据直接进行重建,图像会产生不可接受的运动伪影和层面错位。所以要对原始数据的相邻点用内插法(interpolation)进行逐点修正,得到与传统轴面扫描方式同等的数据,然后再用二维反投影重建法进行重建。多层 CT 轴面扫描的原理是取出容积数据中某一层的投影数据,使用二维反投影重建法来进行重建,从而得到这一层的图像^[4]。然而如果到了 16 层及以上的 CT,随着锥形角的增大,锥形线束问题的忽略就会导致不可接受的图像伪影,为解决锥形线束问题,采

表 1 不同准直、不同螺距及不同重建层厚之模体图像体积测量值 (cm³)

重建层厚	准直 0.75			准直 1.5			$\bar{x}\pm s$	<i>P</i> 值*
	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5		
2mm	25.60	25.61	25.59	25.46	25.60	25.48	25.55±0.08	>0.05
3mm	25.55	25.48	25.31	25.41	25.46	25.45	25.44±0.11	>0.05
5mm	25.53	25.39	25.17	25.39	25.32	25.40	25.36±0.17	>0.05
8mm	21.09	21.48	21.36	21.86	21.93	22.65	21.72±0.77	<0.01
10mm	20.54	20.55	20.51	20.58	20.58	20.56	20.55±0.03	<0.01

注: * 为与实际体积值配对 *t* 检验

表 2 不同准直、不同螺距对应不同重建层厚的测量数据与模体实际数据(25.62cm³)体积误差比较 (cm³)

重建层厚	准直 0.75			准直 1.5			$\bar{x}\pm s$
	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	
2mm	0.02	0.01	0.03	0.16	0.02	0.14	0.06±0.05
3mm	0.07	0.14	0.31	0.21	0.16	0.17	0.17±0.10
5mm	0.09	0.23	0.45	0.23	0.30	0.24	0.25±0.15
8mm	4.53	4.14	4.26	3.76	3.69	2.97	3.89±0.65
10mm	5.08	5.07	5.11	5.04	5.04	5.06	5.06±0.02

注: $\bar{x}$ 为均数, *s* 为标准差。

用三维反向投影重建技术从理论上可以解决并满足要求,但该技术十分复杂。与此相比,更好的重建技术是适应性多平面重建技术,它根据螺距和探测器的布局来定义图像平面,以一系列的二维图像重建重组出所需的图像。本组实验所采用之图像重建技术即为适应性多平面重建技术。

肿瘤靶体积的测量在多层 CT 中影响其测量精度的仍然为 Z 轴空间分辨率,而影响 Z 轴空间分辨率的主要成像参数是重建层厚。本实验研究的结果显示测量结果与重建层厚有关,且在重建层厚为 2、3 和 5 mm 时其体积测量值最接近实际值。测量值与螺距和准直的变化无关(经线性回归分析证实)。

无论是传统 CT、单层螺旋 CT、还是多层 CT,其在 X/Y 扫描平面内的空间分辨力是不变的,这在以往的研究中已得到了验证^[1-3]。本次实验的基本认识也在于此。影响 Z 轴空间分辨率的主要因素是层厚的大小。层厚越大,部分容积效应越严重,则 Z 轴空间分辨率就越小。对于相同的标称层厚,非螺旋 CT 可以比螺旋 CT 获得更高的 Z 轴空间分辨率,螺旋 CT 的 Z 轴空间分辨率往往由于层厚膨胀而变差,单层螺旋 CT 多采用 180°或 360°线性插值算法,有效层厚随着螺距的增加而单调递增,故 Z 轴空间分辨率也随螺距的增大而减小。多层螺旋 CT 由于采用了先进的图像重建方法,有效层厚受螺距变化的影响相对减小,所

以螺距对多层螺旋 CT 的 Z 轴空间分辨率的影响也相对减小。多层螺旋 CT 之螺距的定义为每转的床进值与有效探测器总宽度(即准直宽度)的比值。准直宽度在多层 CT 中在产品限定的技术条件下与其图像的密度分辨率有关,而与其 Z 轴空间分辨率的关系不大^[5]。

本实验所使用之瘤体模型与实际应用中肿瘤在人体内所处的环境完全不同,对其边界的识别还取决于临床医师对肿瘤及其边界的认知程度。本研究只是从纯扫描成像技术的角度去探讨有关肿瘤靶体积的测量问题,对活体瘤的扫描及测量尚有待进一步探讨。

因此,多层螺旋 CT 模拟对肿瘤靶区的体积测量应尽量使用 2、3 或 5 mm 的重建层厚成像。

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 之螺距对肿瘤靶体积的影响[J]. 放射学实践,2006,21(2):183-185.
- [3] 彭振军,王晔,韩军,等. 螺旋 CT 重建间隔对肿瘤靶区体积的影响[J]. 放射学实践,2006,21(4):400-402.
- [4] 周诚,沈云. 多层螺旋 CT 的图像重组原理和技术进展[J]. 中华放射学杂志,2006,40(9):991-993.
- [5] 崔世民. 计算机体层成像[M]. 北京:人民卫生出版社,2003. 96-106.

(收稿日期:2006-10-30)

第十四届全国临床医学影像学学术会议 暨医学影像学及介入放射学新进展继续教育学习班征文通知

第十四届全国临床医学影像学学术会议暨医学影像学及介入放射学新进展继续教育学习班拟定于 2007 年 10 月在深圳市举办。届时将邀请国内著名专家前来讲学。

1. 征文内容

①医学影像学诊断:普通 X 线、CT、MRI、DR、CR、PET、ECT、超声、短篇报道、病例讨论;②介入放射学;③影像的传输和存储管理系统;④医学影像学诊断设备的改良、维修、管理的经验和总结 and 介绍。

2. 征文要求

①论文全文 2500 字以内,需附 500~800 字的摘要;②请附单位介绍信,写清作者单位、详细通讯地址及邮编,录用与否均不退稿;③已在全国公开发行人物上发表的论文不再采用;④请在信封上注明"会议征文"。

3. 会议形式

会议将以专家讲座、专家答疑、专题报告、继续教育项目为主,同时进行优秀论文交流。会议将根据听课及考试情况颁发国家级继续医学教育学分证书(医学影像学及介入放射学新进展继续教育课程 10 学分)

联系地址:110004 沈阳市和平区三好街 36 号《中国临床医学影像杂志》编辑部 王丽萍 收

电话(传真):024-23925069 E-mail:jccmisy2005@yahoo.com.cn

截稿日期:2007 年 7 月底。

《中国临床医学影像杂志》编辑部