

· 临床研究 ·

单光子发射型计算机断层摄影测定器官体积的方法研究

桂文来¹, 高树兴¹, 张志刚¹, 蒋灵军¹, 刘晓杰¹, 丁育松¹, 陈再君²

(1. 浙江省嘉兴市第一医院核医学科 314000, 2. 南华大学附属南华医院核医学科, 湖南衡阳 421002)

摘要:目的 评价单光子发射型计算机断层摄影(SPECT)测定器官体积的准确性。方法 (1)采用 Siemens Ecam 型 SPECT 仪对 11 个盛有高锝酸盐($^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$)普通圆柱体塑料杯进行断层扫描,利用 SPECT 仪自带的体积计算软件计算体积。(2)实际体积等于其内充 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$ 液体的体积。(3)将 SPECT 测定的结果与实际体积进行统计分析。结果 SPECT 计算的体积与实际体积比较,差异无统计学意义($t=0.890, P=0.395$),二者有高度相关性($r=0.994, P<0.001$)结论 SPECT 能够较准确计算器官的体积。

关键词: 体层摄影术, 发射型计算机断, 单光子; 器官测量; 研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2011.07.016

文献标识码:A

文章编号:1671-8348(2011)07-0666-02

Experimental study of organ volume determined by SPECT

Gui Wenlai¹, Gao Shuxing¹, Zhang Zhigang¹, Jiang Lingjun¹, Liu Xiaojie¹, Ding Yusong¹, Chen Zaijun²

(1. Department of Nuclear Medicine, First Hospital of Jiaxing District, Jiaxing, Zhejiang 314000, China;

2. Department of Nuclear Medicine, Affiliated Nanhua Hospital of Nanhua University, Hengyang, Hunan 421002, China)

Abstract: Objective To assess the accuracy of organ volume(weight) by SPECT. **Methods** (1) 11 ordinary cylinder plastic cups with $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$ (74 MBq) were tomographed by Siemens Ecam SPECT and their volume were determined by using the volume-calculated soft ware SPECT. (2) The actual volume was equal to the volume of $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$ in cup. (3) The volume(weight) of $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$ calculated by SPECT was compared with actual volume of $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$. **Results** The difference between actual and calculated volume of $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$ was not statistically significant($t=0.890, P=0.395$). The two results had a good correlation($r=0.994, P<0.001$). **Conclusion** SPECT can calculate the volume of organ relatively and accurately.

Key words: tomography, emission-computed, single-photon; organ size; research

脏器和肿瘤体积的精确测量对疾病的临床诊断及治疗效果评价具有十分重要的意义^[1-5]。单光子发射型计算机断层摄影(SPECT)能显示人体内部组织的三维立体信息及断层图像,有可能为临床提供一种方便、精确、非创伤性的测量脏器和肿瘤体积的方法^[6]。本研究探讨利用 SPECT 断层显像体积积分法计算器官体积的方法学来评价计算器官体积的准确性。

1 材料与方 法

1.1 材料 11 个普通圆柱体塑料杯内盛等浓度高锝酸盐($^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$)37~74 MBq/mL(1~2 mCi/mL),体积从 20~70 mL,以 5 mL 等差序列递增,共制成 11 个模型。

1.2 方 法

1.2.1 图像采集 仪器采用 Siemens Ecam 单探头 SPECT,配低能高分辨率平行孔准直器。模型断层采集条件:能峰为 140 Kev,窗宽为 15%,矩阵为 128×128,数据采集从左侧位至右侧位旋转 180°,采用轮廓扫描,放大倍数(ZOOM)=2.0,1 帧/6°,以 1 帧/20 K 计数,共 30 帧。

1.2.2 断层图像重建 首先进行归一化处理,然后进行横断面、冠状面、矢状面图像重建,选用普通脏器的重建参数滤波器 Butterworth,截止频率为 0.4。

1.2.3 体积计算 模型断层图像计算利用 SPECT 自带的体积积分法软件。断层图像计算主要包括选择目标图像组(横断面)开始-结束的图像,由计算机自动勾画各层面的轮廓感兴趣区(ROI),自动建立相等层厚的 ROI,用积分法求出各层像素数(即面积)之和,乘以各断层间像素数(即厚度)即成为各层的像素点总数(即体积)。最后以各层体积相加得出总的体积。

1.3 统计学处理 资料处理利用 SPSS11.5 统计软件做配对资料 t 检验和线性相关与回归分析,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 SPECT 计算器官模型体积与实际体积的比较 11 个器官模型体积的 SPECT 计算值与模型体积的实际值比较,差异无统计学意义($t=0.890, P=0.395$),见表 1。

表 1 模型 SPECT 计算值与模型实际值比较(mL)

体积	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
实际体积	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00
SPECT 计算值	27.75	31.40	32.44	38.26	39.61	41.62	46.40	51.03	53.00	54.72	60.92

2.2 SPECT 器官模型体积计算值与实际体积的相关性 相关分析表明,SPECT 计算的器官模型体积与模型实际值高度相关($r=0.994$),回归方程: $Y=14.484+0.642X$ ($r=0.994,P<0.001$)。式中 X 为器官模型实际值, Y 为 SPECT 计算的模型体积值。

3 讨 论

器官体积测定的方法较多^[7-9],但都存在一些问题。SPECT 断层图像能同时显示脏器的功能和解剖信息,而该法的计算公式简单、准确,技术要点是判定器官 ROI 的边缘。本研究采用固定阈值为 0.4,根据模型影像最大值的 15%扣除本底,模型标本小于 40 g 时结果偏大,标本越小误差越大;模型标本大于 40 g 的结果偏小,标本越大误差越大,形成一个 S 形曲线。

测量误差原因分析:器官 ROI 边缘识别的准确性除主要与系统的分辨率有关外,还与图像重建的滤波函数和截止频率有关,要使重建的图像边缘真实可靠,就需根据测量脏器的大小调整重建参数^[10-11]。另外,采集计数对计算结果也有很大的影响,采集计数一定要足够^[12]。本研究采用固定的重建参数,对测量结果进行直线回归校正,可缩小模型标本小于 40 g 时结果偏大、模型标本大于 40 g 时结果偏小的误差,结果令人满意。

本研究方法选择横断面图像,每层都是 1 个连续完整的画面,大大提高了自动化处理的程度,即自动阈值校正、自动勾划每一层的 ROI、自动识别像素大小、自动进行结果计算等。这样可解决几何形态不规则、变化大的器官体积测量方法,具有一定的临床应用价值。

本研究通过器官模型试验,在断层显像的基础上利用体积积分法计算器官体积,其计算值与实际值之间具有良好的相关性。SPECT 扫描检查所获得的图像是重建图像,是真正的横断面或冠状面的图像,这些图像是一极薄层的身体横断面被显示在二维空间的画面上,再辅以良好的计算机软件,在每层图像上自动勾划出器官组织的轮廓,计算机能准确地计算出每个层面上器官的面积(即像素数),而每层组织的体积是面积与层厚(即每层像素高)的乘积,整个器官的总体积是每层体积的累加和。由于采用本法计算器官体积时并不依赖器官的几何形状,也不需要经验公式。本方法利用 SPECT 计算器官的体积不存在客观和人为因素的影响,并且可同时反映器官组织的功能状态。本研究结果表明 SPECT 计算的体积值与模型实际体积值比较差异无统计学意义($P=0.395$),两者有高度相关性($r=0.994,P<0.001$),与 Hermans 等^[13]报道用螺旋 CT 测定甲状腺体积与病理标本比较的结果一致。

总之,本研究证实了 SPECT 能较准确地计算器官体积,对疾病的临床诊断及治疗效果的评价具有十分重要的意义。

参考文献:

- [1] Chang CC, Cheu MK, Liu MT, et al. The effect of primary tumor volumes in advanced T-staged nasopharyngeal tumors[J]. Head Neck, 2002, 24(10): 940-946.
- [2] Willner J, Baier K, Pfreundner L, et al. Tumor volume and local control in primary radiotherapy of nasopharyngeal carcinoma[J]. Acta Oncol, 1999, 38(8): 1025-1030.
- [3] 戚跃勇, 邹利光, 刘卫金, 等. 26 例原发性肝癌经肝动脉和门静脉双重介入治疗的多层螺旋 CT 体积测量评价[J]. 重庆医学, 2008, 37(5): 487-489.
- [4] 周明镇, 陈志坚, 洪红光, 等. 食管癌大体肿瘤体积对放射治疗近期疗效影响[J]. 中国肿瘤, 2004, 13(3): 181-183.
- [5] 徐炽康, 陆文栋, 吴锦昌, 等. SPECT 体积测量中脏器边界测定的有效方法[J]. 中国医学影像技术, 1999, 15(10): 824.
- [6] 杜明华, 钟英, 吴巍, 等. ECT 评价超声微泡治疗小鼠肝癌腹水转移皮下瘤的实验研究[J]. 中国介入影像与治疗学, 2005, 2(6): 445-447.
- [7] 张礼荣, 王冬青, 尉传社, 等. 3.0 TMR 上多回波数据合成成像序列结合半自动软件定量测量猪膝关节软骨体积的研究[J]. 中华放射学杂志, 2010, 44(7): 766-771.
- [8] 于晓军, 刘卯阳, 樊瑜波, 等. 人体内脏器体积及密度仪的应用: 脑和心部分[J]. 生物医学工程学杂志, 2007, 24(1): 210-214.
- [9] 梁保辉, 郑传城, 文万信. 放疗肿瘤体积演变测量与分析[J]. 中国医学物理学杂志, 2010, 27(3): 1851-1854.
- [10] 史育红, 颜兵, 董延武, 等. 单光子发射计算机断层显像法计算甲状腺的体积[J]. 四川医学, 2006, 27(9): 908-909.
- [11] 舒博学, 李志刚, 施安, 等. SPECT 断层显像体积积分法测定甲状腺重量[J]. 中华核医学杂志, 2000, 20(4): 161.
- [12] 邓艳霞, 罗燕梅, 郑均友, 等. 采集计数对 SPECT 断层积分法计算甲状腺体积的影响[J]. 中华核医学杂志, 2003, 23 增刊: 60-61.
- [13] Hermans R, Bouillon R, Laga K, et al. Estimation of thyroid gland volume by spiral computed tomography[J]. Eur Radiol, 1997, 7(2): 214-216.

(收稿日期: 2010-03-16 修回日期: 2010-09-22)

启事: 本刊对院士及 863、973 项目文章开通绿色通道, 欢迎投稿。