

• CT 低剂量影像学专题 •

直肠癌术后骶前肿块 CT 灌注成像

胡娟, 唐光健, 王霄英, 杨学东, 董健, 郭小超, 刘婧

【摘要】 目的:探讨 CT 灌注成像不同扫描周期所测量的灌注参数对直肠癌术后骶前肿块的鉴别诊断价值。**方法:**10 例直肠癌 Mile's 术后 8~120 个月(平均 50 个月)患者,因发现骶前软组织肿块行 CT 平扫,发现骶前软组织肿块 11 个。所有病例进一步行 CT 灌注成像,扫描周期为 1s,共扫描 60s。记录 CT 剂量长度乘积(DLP)、CT 剂量指数(CTDIvol),计算体型特异性剂量评估值(SSDE)。经后处理获得灌注参数包括血流量(BF)、血容量(BV)、平均通过时间(MTT)、表面通透性(PS)。手工选择性删除图像,分别获得扫描周期为 2、3、4、5、6 和 10s 时的各项灌注参数。CT 检查一周内患者进行 CT 引导下活检,获得病理结果,并进行长期随访(27~42 个月),将肿块分为复发组(6 例)和瘢痕组(5 例),统计不同扫描周期所获灌注参数在两组间的差异。**结果:**患者 SSDE 为(1868±173) mGy,扫描周期为 1、2、3、4、5、6 和 10s 的有效剂量分别为 41.7、20.8、13.9、10.4、8.3、7.0 和 4.2 mSv。扫描周期为 1s 时,两组间 BF、BV、PS 差异有统计学意义($P=0.000\sim0.007$);扫描周期为 2、3、4 和 5s 时,两组间 BF、BV、PS 差异均有统计学意义($P=0.006\sim0.048$, $0.000\sim0.028$, $0.012\sim0.028$ 和 $0.008\sim0.039$);扫描周期为 6s 时,两组间 BF、BV 差异有统计学意义($P=0.000\sim0.012$);扫描周期为 10s 时,两组间 BF 差异有统计学意义($P=0.033$)。**结论:**复发组和瘢痕组的 CT 灌注参数中 BF、BV 和 PS 对直肠癌术后骶前肿块的性质具有诊断意义;通过延长灌注扫描周期,可降低射线剂量,其中 BV、PS 值最为可靠;扫描周期 5s 以内时, BV、PS 值可达到鉴别诊断目的,有效剂量降低至 8.3 mSv。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 灌注成像; 辐射剂量; 直肠肿瘤; 体型特异性剂量估计

【中图分类号】 R814.42; R735.6 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)03-0294-04

A study of CT perfusion of post-surgical local recurrence and scar tissue of rectal carcinoma HU Juan, TANG Guang-jian, WANG Xiao-ying, et al. Department of Radiology, Peking University First Hospital, Beijing 100034, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the effect of CT perfusion in differentiating local recurrence and postoperative scar of rectal carcinoma using different image frequencies. **Methods:** Ten rectal carcinoma patients who had undergone Mile's operation were recruited. They were examined 8 to 120 months (mean 50 months) after the operation because of being suspected of recurrence of cancer. Totally 11 solid masses were detected anterior to the sacrum by plain CT scan. Then a cine-mode CT perfusion acquisition was performed. The acquisition lasted 60s. The imaging frequency was every 1s. CDTI and DLP of each patient were recorded. Then ED and SSDE were calculated. The image frequencies of every 2s, 3s, 4s, 5s, 6s, 10s were obtained by manual selection. On a perfusion dedicated workstation, regions of interest (ROI) were placed on the same position in different groups of image frequency. Blood flow (BF), blood volume (BV), mean transit time (MTT) and permeability-surface product (PS) were calculated. All patients with 11 masses received CT guided needle biopsy within two days. Long-term follow-ups (27~42 months) confirmed the character further. All the perfusion parameters of each group of imaging frequency were compared by Independent Sample T Test respectively. **Results:** The SSDE was (1868±173) mGy. The ED of different imaging frequency groups of every 1s, 2s, 3s, 4s, 5s, 6s, 10s were 41.7, 20.8, 13.9, 10.4, 8.3, 7.0 and 4.2 mSv respectively. There were significant differences in BF, BV and PS of the image frequencies of every 1s, 2s, 3s, 4s, 5s between recurrence group and scar group ($P=0.000\sim0.048$). There were significant differences in BF and BV of the imaging frequency of every 6s between recurrence group and scar group ($P=0.000\sim0.012$). There was significant difference in BF of the imaging frequency of every 10s between recurrence group and scar group ($P=0.033$). **Conclusion:** BF, BV and PS were useful in differentiating local recurrence and postoperative scar of rectal carcinoma. Radiation dose can be decreased exponentially by lowering image frequency. BV and PS were the most reliable parameters which can differentiate local recurrence and postoperative scar of rectal carcinoma when the imaging frequency is within every 5s. The radiation dose can be decreased to 8.3 mSv.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Perfusion imaging; Radiation dose; Rectal neoplasms; Size-specific dose estimate

直肠癌的发病率逐年上升,是临床最常见的恶性肿瘤之一。对于低位直肠癌外科常行 Mile's 手术,但根治性切除术后局部复发率仍然较高,常规 CT、MRI

作者单位:100034 北京,北京大学第一医院医学影像科

作者简介:胡娟(1984—),女,四川人,博士研究生,主要从事泌尿生殖系统及腹部影像诊断工作。

通讯作者:王霄英, E-mail: cjr.wangxiaoying@vip.163.com

等形态学检查在鉴别术后复发与瘢痕时具有一定局限性。因此,直肠癌 Mile's 术后局部复发的早期诊断一直是临床外科的难题,也是进一步提高患者生存率的关键。近年来,研究证明 CT 灌注成像可用于直肠癌术后复发与瘢痕组织的鉴别^[1-2]。本研究旨在比较不同扫描周期直肠癌术后骶前肿块各项 CT 灌注成像参数,探索低剂量 CT 灌注模式判断术后复发或瘢痕组织的临床可行性及价值。

材料与方法

1. 临床资料

10 例直肠癌行 Mile's 手术患者,手术病理均证实为腺癌,术后 8~120 个月(平均 50 个月)因复查或局部症状发现骶前软组织肿块,男 7 例,女 3 例,年龄 40~73 岁。CT 平扫发现骶前软组织肿块 11 个,所有病例行 CT 灌注成像。

一周内对患者进行 CT 引导下活检,获得病理结果,并对所有患者进行长期随访,根据穿刺及随访结果将患者分别复发组(5 例患者共 6 个病灶)及瘢痕组(5 例患者)。

2. CT 灌注扫描及后处理方案

采用 GE LightSpeed VCT 16 层螺旋 CT,覆盖肿块连续扫描 4 层,层厚 5 mm,共 2 cm,进行电影模式扫描。以 6 ml/s 流率注入非离子型碘对比剂欧乃派克(300 mg I/ml)共 70 ml,延迟时间 10 s,扫描周期为 1 s,连续扫描 60 s,共获得 240 帧图像。选取肿块最大层面,手工选择性删除图像,分别获得扫描周期为 2、3、4、5、6 和 10 s 的图像,分别共计 30、20、15、12、10 和 6 帧图像。对不同扫描周期图像分别经工作站 CT 灌注成像软件处理,自动获得伪彩图(图 1)。选取固定兴趣层面,对不同扫描周期图像手工选择固定位置的相同 ROI(20~40 mm²),软件自动计算出 ROI 的各项灌注参数值,包括血流量(blood flow, BF)、血容量(blood volume, BV)、平均通过时间(mean transit time, MTT)、表面通透性(permeability surface, PS)。

3. 剂量评估

记录每例患者的容积 CT 剂量指数(volume computed tomography dose index, CTDIvol)、剂量长度乘积(dose length product, DLP),根据公式(1)计算有效剂量(effective dose, ED);测量每例患者盆部左右径(Lat)和前后径(AP),根据(Lat+AP)查询转换因子(f_{size}^{32X}),根据公式(2)计算体型特异性剂量估计值(size-specific dose estimate, SSDE)^[3]:

ED=0.015×DLP

(1)

SSDE= f_{size}^{32X} ×CTDI_{vol}³²

(2)

4. 统计分析

使用 SPSS 13.0 统计软件进行数据分析。分别对各扫描周期数据采用两组独立样本 *t* 检验,比较各扫描周期复发组和瘢痕组间 CT 灌注参数值的差异,并配对比较删减图像后各扫描周期与扫描周期为 1s 图像所得灌注参数值的差异。*P*<0.05 为差异具有统计学意义。

结 果

1. 灌注参数测量及统计分析结果

不同扫描周期复发组和瘢痕组 CT 灌注参数测量结果见表 1。

扫描周期为 1~5 s 时,两组间 BF、BV、PS 差异有统计学意义;扫描周期为 6 s 时,两组间 BF、BV 差异有统计学意义(*t* 值为 3.120 和 5.534, *P*<0.001 和 *P*=0.012);扫描周期为 10 s 时,两组间 BF 差异有统计学意义(*t*=2.511, *P*=0.033)。

扫描周期为 2 s 与扫描周期为 1 s 的 BF、BV、MTT、PS 值差异均无统计学意义(*t*=-1.394~0.274, *P*=0.193~0.790),扫描周期分别为 3、4、5 和 6s 的 BV、PS 值,扫描周期为 10 s 的 BV 值与扫描周期为 1 s 的相应灌注值差异无统计学意义(*t*=-0.030~1.584, *P*=0.145~0.976),扫描周期分别为 3、4、5、6 和 10s 的 BF 和 MTT 值,扫描周期为 10 s 的 PS 值与扫描周期为 1s 的相应灌注值差异均有统

表 1 不同扫描周期复发组和瘢痕组灌注参数测量结果

参数	扫描周期						
	1s	2s	3s	4s	5s	6s	10s
复发组							
BF[ml/(100g·min)]	29.9±11.8	35.6±21.8	52.1±23.7	52.3±24.7	54.6±30.9	64.8±28.0	104.7±69.1
BV(ml/100g)	3.3±0.8	3.6±1.5	3.5±0.7	3.9±2.0	3.8±1.8	3.5±0.8	3.9±2.8
MTT(s)	12.1±4.3	11.3±5.5	8.3±5.0	8.7±3.8	7.8±2.4	6.7±3.0	3.6±0.6
PS[ml/(100g·min)]	17.1±7.2	18.5±14.4	17.4±11.2	12.1±6.8	11.4±4.3	16.4±12.7	6.0±3.7
瘢痕组							
BF[ml/(100g·min)]	9.3±6.6	11.3±7.9	13.6±9.3	14.8±11.3	19.0±11.7	22.1±12.9	24.9±14.8
BV(ml/100g)	0.9±0.5	1.1±0.5	1.1±0.5	1.1±0.6	0.9±0.6	1.1±0.6	1.1±0.6
MTT(s)	11.7±6.0	10.2±6.1	9.9±3.4	10.4±4.4	5.9±1.6	6.5±1.7	4.1±0.7
PS[ml/(100g·min)]	3.6±1.8	3.3±2.1	3.4±2.1	3.7±2.8	5.0±3.6	3.3±1.6	3.5±3.6

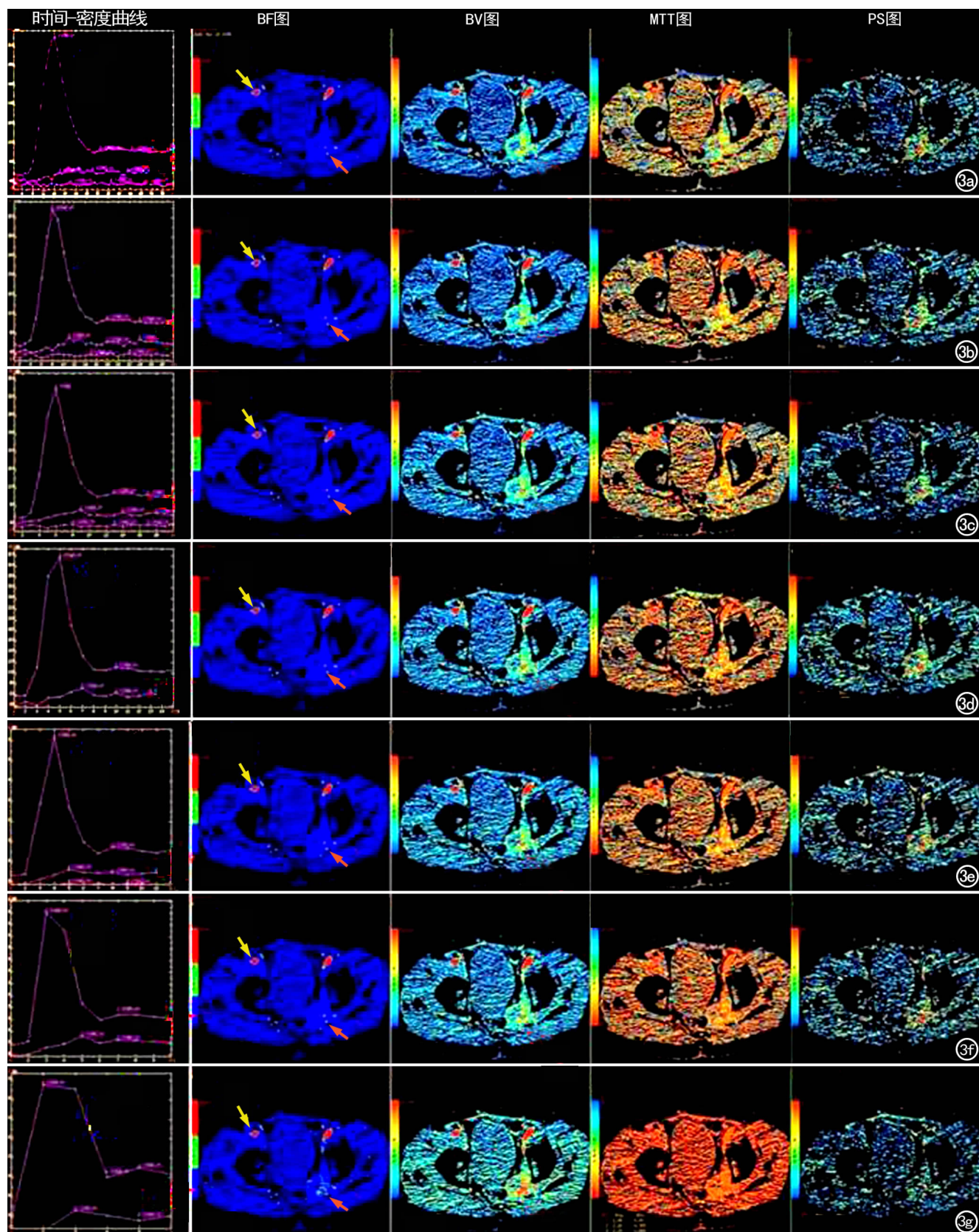


图1 直肠癌术后复发患者,CT灌注成像不同扫描周期时间-密度曲线及灌注参数伪彩图,显示当扫描周期为1s时,时间-密度曲线形态平滑,较为真实地反映股动脉(黄箭)和左侧骶前肿块(红箭)的灌注情况。随着扫描周期延长,时间分辨率降低,时间-密度曲线改变明显,部分灌注信息丢失,灌注参数值发生不同程度偏离,扫描周期越长,偏离越明显。a) 1s; b) 2s; c) 3s, d) 4s; e) 5s; f) 6s; g) 10s。

计学意义($t = -2.292 \sim 6.073, P = 0.000 \sim 0.045$)。

2. 剂量报告

患者 SSDE 为 (1868 ± 173) mGy, 扫描周期为 1、2、3、4、5、6 和 10 s 的有效剂量分别为 41.7、20.8、13.9、10.4、8.3、7.0 和 4.2 mSv。

讨 论

低位直肠癌 Mile's 术后局部复发是临床常见的问题, 对复发进行早期诊断, 将直接影响患者的生存率。仅依靠血清 CEA 水平监测常难准确提示直肠癌术后复发, 常规 CT、MRI 等形态学检查在鉴别术后复发与瘢痕时有一定难度。因此, 直肠癌 Mile's 术后局部复发的早期诊断一直是临床外科的难题。

由于多层螺旋 CT 技术的发展应用, 灌注成像技术获得巨大的发展, 使用更便捷, 时间分辨率更高, 覆盖范围更大。国内有学者将 CT 灌注技术运用于鼻咽癌患者纤维疤痕组织和肿瘤复发的鉴别^[4]。近年来, 有研究将 CT 灌注技术运用于直肠癌 Mile's 术后骶前肿块性质的鉴别, 证明 CT 灌注成像可用于鉴别直肠癌术后复发和瘢痕组织^[1-2]。但 CT 灌注成像最大缺点是辐射剂量过大, 随着公众对医疗辐射的重视程度提高, 这一弊端极大地制约了这一检查手段的临床应用和发展。

2. CT 灌注参数鉴别直肠癌术骶前肿块的价值

本研究中, 复发组和瘢痕组的 BF、BV、PS 值的差异有统计学意义, 提示这些参数可用于二者的鉴别, 其病理基础是两种组织中的微血管结构和密度不同。在直肠癌术后复发肿瘤组织中, 血管内皮生成因子在肿瘤组织中呈明显高表达, 从而促使大量肿瘤血管的新生, 而在瘢痕组织中没有这些血管生成因子的表达, 因此反映新生血管数量的 BF 和 BV 值在复发组中明显高于瘢痕组。以往国内有研究报道肿瘤组织的 MTT 值较正常组织为低^[1], 可能是由于肿瘤组织内存在大量动静脉短路, 降低了血管阻力, 从而导致 MTT 缩短。本研究中, 直肠癌复发与瘢痕组织之间 MTT 值差异没有明显统计学意义, 这与 Goh 等^[5]以微血管密度等免疫组化指标作对照的研究结果一致。复发肿瘤新生血管通透性增加, PS 值较对照组升高。有研究指出灌注扫描时间 ≤ 60 s, 无法获得准确的 PS 值^[6]。本研究采用注射对比剂后延时 10 s, 连续 60 s 采集, 恰当的扫描时间既有利于对比剂完成血管内腔与血管外间隙的弥散过程并达到动态平衡, 形成 PS 值的测量基础, 同时避免了过长扫描时间造成的辐射剂量提高。

3. 通过降低时间分辨率取得低剂量灌注扫描的参数可行性分析

基于时间-密度曲线获得的灌注参数, 其准确性与时间分辨率密切相关。原则上, 时间分辨率越高, 时间-密度曲线越平滑, 越接近真实情况, 灌注参数越准确^[7], 但 X 线辐射剂量越高。在本组研究中, 采用的原始扫描周期为 1 s, 时间分辨率较高, 时间-密度曲线平滑, 各参数值可较真实地反映肿瘤血管生成的情况。本研究通过手动删除图像, 获得不同扫描周期灌注图像及参数, 随着扫描周期延长, 时间分辨率降低, 部分灌注信息丢失, 各灌注参数较真实值出现不同程度偏离。因此, 虽然延长扫描周期是降低辐射剂量的有效方式之一, 但未经验证, 过度的延长扫描周期可能为患者带来诊断错误等更大的医疗风险。本组研究结果显示, 扫描周期 1~5 s 的 BF、BV、PS 值, 扫描周期为 6 s 的 BF、BV 值, 扫描周期为 10 s 的 BF 值在复发组和瘢痕组间差异均有统计学意义。扫描周期延长为 2 s 各灌注值与扫描周期为 1 s 相比, 均未发生明显改变。但随着扫描周期进一步延长, BF、MTT 值改变较明显, 而 BV 值(3~10 s)、PS 值(3~6 s)相对稳定。

因此, 复发组和瘢痕组的 CT 灌注参数中 BF、BV、PS 对直肠癌术后骶前肿块的性质具有诊断意义。通过延长灌注扫描周期, 可成倍降低射线剂量, 其中 BV、PS 值最为可靠, 扫描周期 5 s 以内, BV、PS 值可达到鉴别诊断目的, 有效剂量降低至 8.3 mSv; 扫描周期为 6 s, BV 值可达到鉴别诊断目的, 有效剂量降低至 7.0 mSv。恰当延长 CT 灌注扫描周期, 可获得相对准确的 CT 灌注参数, 达到鉴别直肠癌 Mile's 术后复发与瘢痕组织的同时、显著降低患者辐射剂量的目的。

参考文献:

- [1] 刘于宝, 梁长虹, 张忠林, 等. 64 层螺旋 CT 灌注成像评价直肠癌术后复发或瘢痕组织[J]. 放射学实践, 2006, 21(05): 503-506.
- [2] 陈杰, 胡春洪, 邢伟, 等. 多层螺旋 CT 灌注成像在直肠癌术后应用价值的初步研究[J]. 临床放射学杂志, 2007, 26(10): 1005-1008.
- [3] John MB, Keith JS, Dianna DC, et al. Size-specific dose estimates (SSDE) in pediatric and adult body CT examinations[J]. Report of AAPM TG, 2011, 204.
- [4] 爱珍, 卫光宇, 甘毅, 等. 鼻咽癌、炎症、瘢痕组织的 CT 灌注研究[J]. 临床放射学杂志, 2005, 24(11): 972-976.
- [5] Goh V, Halligan S, Daley F, et al. Colorectal tumor vascularity: quantitative assessment with multidetector CT——do tumor perfusion measurements reflect angiogenesis[J]. Radiology, 2008, 249(2): 510-517.
- [6] 陈乐平. 结直肠癌最佳 CT 灌注时间分析[J]. 实用预防医学, 2007, 14(4): 1193-1195.
- [7] Miles KA. Perfusion CT for the assessment of tumour vascularity: which protocol[J]. Br J Radiol, 2003, 76(1): 36-42.

(收稿日期: 2013-01-23)