

· 心血管影像学 ·

冠脉钙化积分扫描对前瞻性门控冠脉成像扫描长度的界值确定研究

赵磊, 王泽锋, 刘挨师

【摘要】 目的:本研究通过采用钙化积分影像控制前门控扫描长度并与采用定位片方式进行辐射量对比,评价其临床应用价值。**方法:**70 例拟诊或确诊冠状动脉粥样硬化性心脏病的患者随机分为 A、B 两组, A 组 33 例, 采用冠脉钙化积分扫描数据进行 CTCA 扫描范围界定, 拟扫描范围为左冠状动脉主干出现层面以上 1 cm 至心尖部层面以下 1 cm; B 组 37 例, 采用定位片进行 CTCA 扫描范围界定, 拟扫描范围为气管隆突下 1 cm 至膈下 1 cm。比较 A、B 两组的扫描长度、CT 剂量指数、剂量长度乘积与有效剂量, 检验水准 $\alpha=0.10$ 。**结果:**A、B 组平均扫描长度分别为 (12.19 ± 1.78) 和 (13.62 ± 2.14) cm, A 组低于 B 组, 差异有统计学意义 ($P=0.004$); A、B 组平均 CT 剂量指数分别为 (20.83 ± 9.75) 和 (22.28 ± 7.48) mGy, 差异无统计学意义 ($P=0.484$); A、B 组平均剂量长度乘积分别为 (253.57 ± 116.84) 和 (306.69 ± 121.59) mGy·cm, A 组低于 B 组, 差异有统计学意义 ($P=0.067 < 0.10$); A、B 组平均有效剂量分别为 (4.31 ± 1.99) 和 (5.22 ± 2.07) mSv, A 组低于 B 组, 差异有统计学意义 ($P=0.065 < 0.10$)。**结论:**通过钙化积分影像可以更加精确的控制扫描长度, 在扫描范围完全覆盖心脏的情况下与定位片控制扫描长度相比降低了辐射剂量。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 冠状动脉; 辐射剂量; 钙化积分

【中图分类号】 R541.4; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2011)12-1259-03

Scan length adjustment using calcium scoring scan for CT coronary angiography versus using scout view: an evaluation of radiation dose ZHAO Lei, WANG Ze-feng, LIU Ai-shi. CT Division, Append Hospital of Inner Mongolia Medical College, Hohhot 010050, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the clinical value of adjusting the scan length of CT coronary angiography with prospectively gated axial CT technique using the calcium scoring images instead of the scout view with regard to radiation dose. **Methods:** 70 patients suspected or proved coronary atherosclerotic cardiopathy were randomly divided into two groups. The scan range of CT coronary angiography of group A (33 patients) was planned on the axial images of the calcium scoring by identifying from 1cm below the origin of the left main artery to 1cm below cardiac apex. The scan range of CT coronary angiography of group B (37 patients) was planned on the scout view by identifying from 1cm below the carina to just 1cm below the diaphragm. The scan length, radiation dose, dose length product, effective radiation of A and B group were compared. Radiation doses were calculated for CT coronary angiography in two groups. **Results:** The scan length of Group A was significantly lower than that of Group B [(12.19 ± 1.78) cm vs (13.62 ± 2.14) cm, $P=0.004$]. The radiation dose of A group and B group had no significant differences [(20.83 ± 9.75) mGy vs (22.28 ± 7.48) mGy, $P=0.484$]. The dose length product of Group A was significantly lower than that of Group B [(253.57 ± 116.84) mGy·cm vs (306.69 ± 121.59) mGy·cm, $P=0.067 < 0.10$]. The effective radiation dose of Group A was significantly lower than that of Group B [(4.31 ± 1.99) mSv vs (5.22 ± 2.07) mSv, $P=0.065 < 0.10$]. **Conclusion:** Adjustment of the scan length using the images from calcium scoring instead of the scout view is feasible and is associated with a 17.5% reduction in radiation dose of CT coronary angiography with prospectively gated axial CT technique.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Coronary artery; Radiation dose; Calcium scoring scan

由于具有极高的阴性预测值及较高的阳性预测值, CT 冠脉造影 (CT coronary angiography, CTCA) 在冠状动脉粥样硬化性心脏病患者的诊疗过程中发挥着越来越大的作用^[1]。然而 CTCA 较常规心脏检查方式相比辐射剂量大, 限制了其广泛应用。控制球管输出、滤过器的应用、控制扫描长度均可以降低辐射剂

量, 而目前最为有效的是前瞻性心电门控技术, 可以降低约 80% 的辐射剂量^[2]。由于探测器宽度固定, 前门控不可避免的出现过量扫描问题, 增加不必要的电离损伤^[3]。本研究通过采用钙化积分扫描 (coronary artery calcium, CAC) 控制前门控扫描长度并与采用定位片方式进行辐射剂量对比, 评价其临床应用价值。

材料与方

2010 年 11 月~2011 年 4 月被拟诊或确诊冠状动脉粥样硬化性心脏病的患者 (全部签署知情同意书)。

作者单位: 010050 呼和浩特, 内蒙古医学院附属医院 CT 室

作者简介: 赵磊 (1984—), 男, 内蒙古包头人, 硕士研究生, 住院医师, 主要从事心血管成像诊断工作。

通讯作者: 刘挨师, E-mail: liuaishi@sina.com

基金项目: 内蒙古财政厅科研项目 (NC20080018); 内蒙古高等学校科学研究项目 (NJZY07091)

研究选取心率 <65 /分,心率变异性小于5/分的患者70例,其中男43例,女27例,年龄39~77岁,平均 (54.3 ± 8.7) 岁,体质指数 $19.00\sim 33.91\text{ kg/m}^2$,平均 $(25.94\pm 3.55)\text{ kg/m}^2$ 。排除标准为心肾功能不全、碘对比剂过敏、严重心律不齐及屏气不良。所选患者采用简单随机法分为A、B两组。

设备与药品:美国GE Lightspeed VCT-XT机,碘普胺 (370 mg I/ml) 。

扫描方法:患者依次进行定位片扫描,CAC扫描、肘静脉-主动脉循环时间测试扫描及CTCA扫描。CAC与CTCA均采用前瞻性心电门控技术。CAC扫描参数:采集期相75%,转速 0.4 s/r ,准直器宽度 $2.5\text{ mm}\times 16$ 层,管电压 120 kV ,管电流 100 mA ,扫描视野 25 cm ,重建采用锐化算法,矩阵 512×512 。CTCA扫描参数:采集期相75%,转速 0.35 s/r ,准直器宽度 $0.625\text{ mm}\times 64$ 层,重叠扫描设置(overlap) 5 mm ,重叠时间设置(Padding Time) 100 ms ,管电压 120 kV ,管电流 $400\sim 800\text{ mA}$,扫描视野 25 cm ,重建采用标准算法,矩阵 512×512 。A组纳入33例患者,CTCA扫描采用CAC扫描数据进行范围界定,拟扫描范围为左冠状动脉出现层面以上 1 cm 至心尖部层面以下 1 cm ;B组纳入37例患者,CTCA扫描采用定位片进行范围界定,拟扫描范围为气管隆突下 1 cm 至膈下 1 cm 。

冠状动脉图像重建时相选择R-R间期的75%,图像质量不满意则重建70%、80%期相进行分析;图像重组采用VR、MPR及CPR进行分析,同时测量左冠状动脉出现层面到心尖部层面的实际长度。

A、B两组CTCA辐射剂量均通过CT剂量指数、剂量长度乘积及有效剂量进行评价($ED=DLP\times k$,其中 k 为剂量换算因子,本研究取值 $0.017^{[4]}$)。

计量资料采用两独立样本 t 检验,计数资料采用 χ^2 检验,统计学分析采用SPSS 13.0软件包,比较患者一般情况(年龄、性别、BMI、实际长度),检验水准 $\alpha=0.05$;比较A、B两组扫描长度、CT剂量指数、剂量长度乘积与有效剂量, $\alpha=0.10$;采用Spearman等级相关对横断面扫描模式下的扫描长度与辐射剂量的相关性进行分析 $\alpha=0.05$ 。

结果

所有患者均顺利完成检查,A组17例患者经过3次移床完成扫描,16例患者经过4次移床完成

扫描;B组9例患者经过3次移床完成扫描,23例患者经过4次移床完成扫描,5例患者经过5次移床完成扫描(图1);患者一般情况比较见表1。

表1 患者一般情况

组别	A组	B组	统计量	P值
年龄(y)	55.76 ± 8.53	53.11 ± 8.82	1.275 ^a	0.207
性别(M/F)	20/13	23/14	0.018 ^b	0.894
BMI(kg/m^2)	25.73 ± 3.45	26.14 ± 3.68	-0.480^a	0.633
实际长度(cm)	8.99 ± 0.76	8.94 ± 0.73	0.264 ^a	0.792

注:a为两独立样本 t 检验,b为 χ^2 检验。

A组平均扫描长度 $(12.19\pm 1.78)\text{ cm}$ (范围 $10.5\sim 14.0\text{ cm}$),B组平均扫描长度 $(13.62\pm 2.14)\text{ cm}$ (范围 $10.5\sim 17.5\text{ cm}$),差异具有统计学意义($t=-3.002, P=0.004$);A组平均CT剂量指数 $(20.83\pm 9.75)\text{ mGy}$ (范围 $7.50\sim 43.76\text{ mGy}$),B组平均CT剂量指数 $(22.28\pm 7.48)\text{ mGy}$ (范围 $8.75\sim 43.76\text{ mGy}$),差异无统计学意义($t=-0.703, P=0.484$);A组平均剂量长度乘积 $(253.57\pm 116.84)\text{ mGy}\cdot\text{cm}$ (范围 $78.83\sim 452.05\text{ mGy}\cdot\text{cm}$),B组平均剂量长度乘积 $(306.69\pm 121.59)\text{ mGy}\cdot\text{cm}$ (范围 $105.10\sim 565.07\text{ mGy}\cdot\text{cm}$),按照 $\alpha=0.10$ 认为差异具有统计学意义($t=-1.858, P=0.067$);A组平均有效剂量 $(4.31\pm 1.99)\text{ mSv}$ (范围 $1.34\sim 7.68\text{ mSv}$),B组平均有效剂量 $(5.22\pm 2.07)\text{ mSv}$ (范围 $1.79\sim 10.41\text{ mSv}$),按照 $\alpha=0.10$ 认为差异具有统计学意义($t=-1.879, P=0.065$)。

Spearman相关分析(图2~4):扫描长度与CT剂量指数无相关性($r=0.082, P=0.479$);扫描长度与剂量长度乘积呈正相关($r=0.43, P=0.00$);扫描长度与有效剂量呈正相关($r=0.431, P=0.00$)。

讨论

目前CTCA的辐射剂量有多种措施可以控制,最



图1 B组,采用定位片进行CTCA扫描范围界定。a)预设扫描长度为 15 cm ,进行了5次移床完成扫描;b)回顾性分析左冠状动脉主干出现层面至心尖部层面的实际长度仅为 10 cm ,上下浮动 1 cm 后的最小扫描长度为 12 cm ,只需进行4次移床即可。

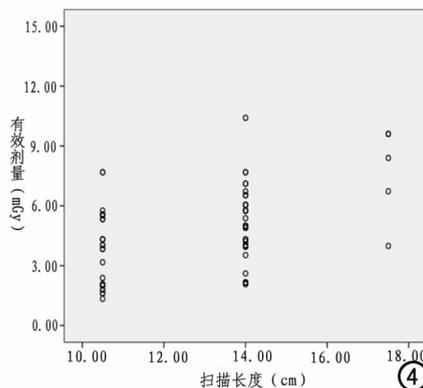
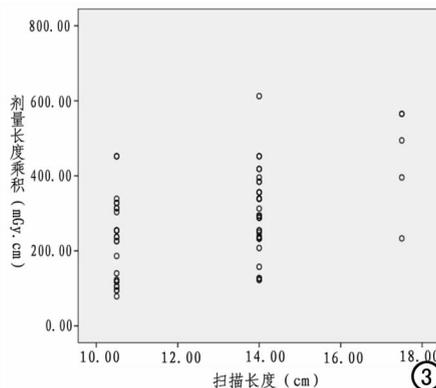
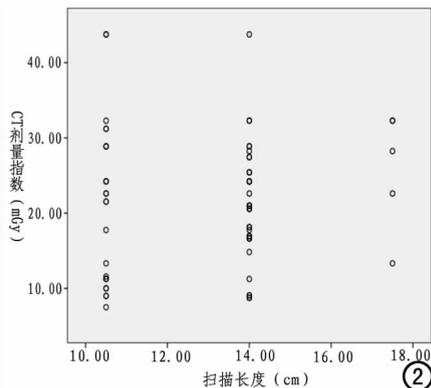


图2 CT剂量指数与扫描长度相关性散点图。

图3 剂量长度乘积与扫描长度相关性散点图。

图4 扫描长度与有效剂量相关性散点图。

有效的为前瞻性心电门控技术,此外控制扫描长度也尤为重要($DLP = CTDI_{vol} \times L$)^[2]。以往CTCA采用定位片进行扫描长度界定(气管隆突下1 cm至膈下1 cm),但是由于定位片冠脉不可见且影像重叠,容易出现过量扫描或扫描范围不够的情况。

Hsieh等^[5]开发的前瞻性心电门控最早应用于钙化积分扫描,由于只在预定期相曝光,并且无重叠扫描,大大减低了辐射剂量,64层螺旋CT的问世使得该技术应用于CTCA扫描。它利用64层螺旋CT约4 cm的探测器宽度,采用步进-点射的扫描模式,在低心率的情况下,5~8个心动周期完成扫描。在一定重叠设置的情况下,3~5个横断面扫描模块可以提供10~15 cm的扫描长度从而覆盖整个心脏^[6]。然而,由于探测器宽度固定,扫描野不足时需要以其整数倍增大扫描长度,从而造成过量扫描^[3]。一项关于256层CT的研究显示4 cm的过量扫描可以增加12.5%的辐射剂量^[3]。本研究A、B两组的冠状动脉实际Z轴范围差异无统计学意义,然而扫描长度通过CAC进行界值确定与通过定位片相比减少了1.43 cm有效剂量减少了17.4%,与国外研究相似(16%)^[7]。本研究患者屏气训练符合要求,扫描长度均完全覆盖心脏,需要说明的是CAC扫描、CTCA扫描的吸气量需要保持一致,以避免近膈器官的“漂移”。

本研究A、B两组扫描长度、剂量长度乘积及有效剂量差异均具有统计学意义,而CT剂量指数差异无统计学意义。这是由于CT剂量指数是剂量长度乘积除以扫描长度的商,反映的是某点的平均吸收剂量,即与扫描长度没有关系。而剂量长度乘积是地区性剂量对整个剂量剖面在Z轴上的积分,即给定扫描方案所照射部分的总剂量,同CT剂量指数相比,剂量长度乘积除了扫描参数外还考虑了扫描范围对总剂量的影响。有效剂量表示患者相应投照部位产生辐射危险的剂量状况,该数值不能通过测量获得,只能在不同情况下根据相应的剂量换算因子及剂量长度乘积进行估

算。这也是扫描长度与CT剂量指数无相关性、而与剂量长度乘积和有效剂量呈正相关的原因^[8]。

本研究的局限性:样本量较小。本研究采用了个体化剂量控制扫描方案,辐射剂量受BMI影响较大,在质控差且样本量少的情况下将检验水准定为0.10提高了检验效能,但是增加了犯I类错误的概率,有待增大样本量得到更准确的结论。

总之,通过CAC可以更加精确的控制扫描长度,在扫描范围完全覆盖心脏的情况下较通过定位片控制扫描长度降低了辐射剂量,值得向临床推广。

参考文献:

- [1] Maffei E, Martini C, De Crescenzo S, et al. Low dose CT of the heart: a quantum leap into a new era of cardiovascular imaging [J]. Radiol Med, 2010, 115(8): 1179-1207.
- [2] Matthew J. Budoff. Maximizing dose reductions with cardiac CT [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2009, 25(suppl 2): 279-287.
- [3] Matthew JW, Mark EO, Milind YD, et al. New radiation dose saving technologies for 256-slice cardiac computed tomography angiography [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2009, 25(suppl 2): 189-199.
- [4] European Commission. European guidelines on quality criteria for computed tomography [M]. Luxembourg: Office for Official Publication of the European Communities, 2000.
- [5] Hsieh J, Londt J, Vass M, et al. Step-and-shoot data acquisition and reconstruction for cardiac X-ray computed tomography [J]. Med Phys, 2006, 33(11): 4236-4248.
- [6] James PE, Elise LB, Bruce AU, et al. Prospectively gated transverse coronary CT angiography versus retrospectively gated helical technique: improved image quality and reduced radiation dose [J]. Radiology, 2008, 246(3): 742-753.
- [7] Sebastian Leschka, Chan-Hi Kim, Stephan Baumüller, et al. Scan length adjustment of CT coronary angiography using the calcium scoring scan: effect on radiation dose [J]. AJR, 2010, 194(3): W272-W277.
- [8] 余晓镔, 卢广文. CT设备原理、结构与质量保证 [M]. 北京: 科学出版社, 2005. 97-104.

(收稿日期: 2011-06-13)