

定量 CT 腰椎骨密度测量的低剂量研究

王子生 过哲 李端端 赵海竹 刘庆华 于爱红 赵英威 程晓光

中图分类号: R815 R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2012)11-0992-04

摘要: 目的 通过临床验证多排螺旋定量 CT 腰椎低剂量扫描参数, 制定最佳的低剂量多排螺旋 QCT 腰椎扫描协议。**资料与方法** 选取住院拟进行腰椎手术, 术前行常规多排螺旋 CT 平扫和腰椎 QCT 检查的 30 位患者。其中男:10 例, 女 20 例; 年龄 48~79 岁, 平均年龄 63.97 ± 8.66 岁。分两次采集常规 250 mA 和 50 mA 两组腰椎加校准体模 QCT 容积数据, 将两组 L2-L4 容积数据传至骨密度工作站进行骨密度 (Bone Mineral Density) 测量。应用统计软件 SPSS 15.0 进行统计分析。**结果** 250 mA 组与 50 mA 组 L2、L3、L4 平均 BMD 值无差异 ($P > 0.05$); 两组三椎体总平均 BMD 值无差异 ($P > 0.05$); 250 mA 组辐射剂量 DLP 值为 229.06 ± 12.35 mGy·cm。50 mA 组 DLP 值为 45.78 ± 2.48 mGy·cm。**结论** 多排螺旋定量 QCT 腰椎低剂量扫描技术能够保证 BMD 测量准确性, 同时使患者的受辐射剂量比常规多排螺旋 CT 腰椎扫描大幅度降低。

关键词: 骨密度; X 线计算机, 体层摄影术; 定量 CT; 剂量

Low-dose radiation in lumbar bone mineral density measurement by QCT WANG Yusheng, GUO

Zhe, LI Duanduan, et al. Department of Radiology, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

Corresponding author: CHENG Xiaoguang, Email: xiao65@263.com

Abstract: Objective To investigate the influence of low dose multi-detector helical CT scan on the accuracy of lumbar spine bone mineral density (BMD) measurement by QCT. **Materials and Methods**

Thirty adult inpatients (10 males and 20 females) underwent routine lumbar CT scan with 250 mA and QCT with 50 mA as standard pre-operation protocol for spine surgery in our institution. The CT scans were performed with the Mindways QCT calibration phantom placed beneath the patient. The CT volume data were then transferred to the QCT workstation to measure the BMD of vertebral body of L2, L3 and L4. Paired *t* test was performed to determine the difference between two groups with SPSS 15.0. Results It was no statistically significant in differences of BMD measured in 250 mA and 50 mA in lumbar spine L2-L4 ($P > 0.05$). Radiation dose was 229.06 ± 12.35 mGy·cm for 250 mA and 45.78 ± 2.48 mGy·cm for 50 mA.

Conclusion Low-dose CT scan with 50mA for lumbar spine QCT BMD measurement ensures the accuracy of BMD measurement, and decreases the radiation dose greatly.

Key words: Bone mineral density; X-ray; Computed Tomography; Quantitative CT; dose

多排螺旋定量 CT (Quantitative computer tomography QCT) 腰椎扫描已广泛应用于腰椎骨密度 (Bone mineral density, BMD) 测量。在采集容积数据用于骨密度测量的同时, 应对扫描过程中所产生的电离辐射加以重视^[1]。根据采用尽可能低的合理剂量 (As low as reasonably achievable ALARA)

放射防护最优化原则, 本研究旨在探索降低多排螺旋 QCT 腰椎扫描条件, 满足临床骨密度测量准确性要求、并降低患者受辐射剂量。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2011 年 8 月-10 月期间住院拟进行腰椎手术的 30 位患者, 其中男性 10 例, 女性 20 例; 年龄 48~79 岁, 平均年龄 63.97 ± 8.66 岁。病例选取标准: 腰椎椎体无骨折、无楔形变、无金属植入物、无骨水泥; 住院手术前行常规腰椎多排螺旋 CT 扫描及

基金项目: 北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养项目 (2009-02-03)

作者单位: 100035 北京, 北京积水潭医院放射科 (王子生、过哲、李端端、赵海竹、刘庆华、于爱红、程晓光)

通讯作者: 程晓光, Email: xiao65@263.com

腰椎 QCT 检查,这两项检查是我院脊柱手术常规术前检查,没有因做本研究而增加患者辐射剂量。所选患者均签署了检查的知情同意书。

1.2 检查方法

CT 扫描机选用日本东芝 16 排 Aquilion16 螺旋 CT 扫描机,体模选用美国 Mindways 公司的 5 样本 QCT 校准体模(美国 Mindways, Inc. 制造,序列号 S. N. 2939)。由于所选病例均为住院腰椎手术患者,患者术前需常规行多排螺旋 CT 扫描进行术前影像评估。第一次为常规腰椎 CT 扫描(管电流为 250 mA),我们同时把 QCT 校准体模放在患者腰部下面,采用常规扫描参数完成容积数据采集,并通过后重建设置 QCT 的重建参数获得 250 mA 扫描条件下的 QCT 数据。第二次为腰椎 QCT 扫描(管电流为 50 mA)。住院患者术前常规需行腰椎 QCT 检查,测量椎体 BMD 作为手术前评估。此次采集患者 50 mA 扫描条件下 QCT 数据。分别将两组数据命名为 250 mA 组和 50 mA 组。

(1)患者体位:先将校准体模按足先进方向置于扫描床上,上面垫上胶袋以消除腰背部与校准体模之间的空气间隙。患者足先进,腰部置于校准体模上仰卧,全部腰椎需包含在校准体模长度范围内。双手抱头,双下肢伸直,脚尖呈中立位。腰部区域无任何异物。

(2)CT 扫描方法:第一次常规扫描参数:管电压 120 kV,管电流 250 mA,机架旋转时间 0.5 s/r,层厚:1 × 16 mm,PF 0.938。扫描方式:螺旋扫描。床高:81 cm,扫描范围 L2-L4。视野(FOV)40 cm,重建矩阵 512 × 512。重建算法:FC03(标准算法)。重建间距:0.8 mm。记录 CT 扫描机上每一例扫描所产生的 L2-L4 范围内的辐射剂量乘积(DLP 单位:mGy·cm)。第二次 QCT 扫描参数除管电流设置为 50 mA 外,其余参数与第一次常规扫描参数一致。记录 CT 扫描机上每一例扫描所产生的 L2-L4

范围内的辐射剂量 DLP。将两次采集的 30 例患者腰椎 QCT 容积数据按 250 mA 组和 50 mA 组传至骨密度工作站进行 BMD 测量。

(3)骨密度测量:在骨密度工作站上用骨密度分析软件:QCT PRO™ 3D 脊柱 BMD 应用模块(版本 4.0 Mindways Software, Inc.)。对 30 例患者 250 mA 组和 50 mA 组容积数据进行 BMD 测量。方法:在工作站上点击 3D 脊柱 BMD 应用模块图标,打开 Patient information 界面输入信息,点击 confirm match 进入 Extraction 界面;在 Extraction 界面中设置脊柱影像上决定用于骨密度分析的区域和获得的模的兴趣区(ROI)。此时在椎体旁出现一圆形光标,同时在模的周围出现矩形模框光标。将 ROI 置于轴面椎体影像的中央松质骨区域;将矩形光标包含住全部校准模。接着在 Rotation 和 ROI 界面中的轴面、冠状面、矢状面的多平面重组(MPR)影像上确定 L2-L4 的 ROI 位置,确认椎体。在 Results 显示各椎体的 BMD 和三个椎体总平均 BMD 值。

1.3 统计学方法

应用统计软件 SPSS 15.0 进行分析。BMD 及 DLP 计量资料数据以均值 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。两组中单个椎体平均 BMD 值,三个椎体总平均 BMD 值比较采用配对 *t* 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

两组 L2, L3, L4 BMD 值和三个椎体总平均 BMD 值;两组平均 BMD 值差异配对 *t* 检验结果:250 mA 组与 50 mA 组 L2、L3、L4 平均 BMD 值无差异($P > 0.05$);两组三椎体总平均 BMD 值差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。250 mA 组 L2-L4 三个椎体辐射剂量 DLP 值为 229.06 ± 12.35 mGy·cm。50 mA 组三个椎体辐射剂量 DLP 值为 45.78 ± 2.48 mGy·cm。

表 1 250 mA 组和 50 mA 组腰椎椎体平均 BMD($\bar{x} \pm s$)mg/cm³ 配对 *t* 检验结果

分组 检验	例数	BMD			
		L2	L3	L4	平均值
250mA 组	30	78.46 ± 31.71	70.08 ± 31.00	70.56 ± 29.47	73.03 ± 30.21
50 mA 组	30	78.61 ± 31.29	70.92 ± 31.27	71.81 ± 29.59	73.78 ± 30.13
<i>t</i>		-1.192	-1.189	-1.318	-1.299
<i>P</i>		0.849	0.244	0.198	0.204

注:*t* 值和 *P* 值是两组间腰椎平均 BMD 值差异比较所得。两组 L2, L3, L4 单个椎体以及三个椎体总平均 BMD 值差异比较均无统计学意义($P > 0.05$)

3 讨论

骨质疏松症(osteoporosis)是一种全身性的骨骼疾病,其特征为骨密度(bone mineral density)减低和骨组织结构的退化,骨的脆性增加以及容易发生骨折^[2]。骨质疏松性骨折是因骨强度下降而产生的,而骨强度主要由骨密度和骨质量两方面因素所决定。骨密度的测量仍是评价骨质疏松敏感和特异的方法^[3]。QTC测量椎体骨密度可以用于诊断骨质疏松^[4]。QCT是将人体的被检查部位与校准体模一起,通过CT扫描把带有人体被检查部位X线衰减信息的CT值经校准体模转换成以 mg/cm^3 为单位的一种骨密度测量技术。它利用CT断层影像,排除了影像重叠所造成的组织叠加,可以将感兴趣区(ROI)设置在椎体的松质骨区域,使骨密度值更加精确。近年来,QCT的测量方法也有所改变,出现了体积(Volumetric)CT等测量方法^[5]。多排螺旋CT扫描获得的容积数据可以进行多平面重建(MPR),在横断面、冠状面、和矢状面同时设定ROI。这样可使定位更加准确,测量精度更高^[5]。

随着人口老龄化以及对骨质疏松症的提早预防,QCT特别是多排螺旋QCT的检查将广泛在临床得到应用^[6]。多排螺旋QCT与多排螺旋CT一样采用的是X线扫描。多排螺旋CT常规扫描条件的高低,直接影响的影像质量,同时还产生不同程度的电离辐射,这已得到共识。但是多排螺旋QCT的扫描条件是否对骨密度的测量结果产生影响?如何在临床扫描中应用低剂量扫描技术降低辐射剂量并保持腰椎骨密度值的准确,则是本研究所要解决的问题。目前主流厂家都普遍将多排螺旋管电压恒定设置在120 kV,在管电压恒定情况下,辐射剂量(DLP)的变化是由管电流(mA)×扫描时间(s)即mAs来决定的^[7]。辐射剂量(DLP)与mAs呈强相关($r = 0.999, P < 0.01$)^[8]。

调整mAs来控制多排螺旋QCT扫描辐射剂量(DLP),需要首先在体模上研究扫描技术参数mAs变化对BMD的影响。笔者此前已进行了体模研究^[8]。依据体模研究,将mAs定为常规平扫与QCT兼顾的250 mA和专门QCT的50 mA两种条件扫描。考虑到人体的组织成分、分布,解剖构成,性别特征、体态差异等因素^[9,10],需要在临床中验证体模研究所得出的mAs变化不影响BMD值测量结果准确性这一结论。从而确保50 mA低剂量扫描技术能够在临床QCT扫描中应用。此次研究结果显示

30例病例在两组单个椎体BMD值以及三个椎体总平均BMD值组间差异比较,均无统计学意义($P > 0.05$)。验证了扫描条件mAs的变化,不会影响临床BMD的测量的准确性。但较高的mAs会产生较高的DLP,使患者受到的辐射剂量增加。

多排螺旋QCT在运用低剂量扫描技术方面与普通多排螺旋CT常规扫描不同。普通多排螺旋CT常规扫描可根据体重系数(BMI)对不同体型的患者采用自动曝光控制或制定个性化的扫描协议降低辐射剂量。而多排螺旋QCT则要求所有的患者必须在固定的扫描协议(kV、mAs、FOV、重建中心、滤过参数、层厚、螺距因数、床高)下扫描,采集容积数据进行BMD分析。此次研究结果验证了50mA扫描BMD测量的准确性,因此可以制定50 mA低剂量扫描协议。这样既保证了在BMD工作站上,对轴面、冠状面、矢状面重建影像上辨别椎体的最低影像分辨率要求;也可使患者多排螺旋QCT测量腰椎BMD的有效剂量降至0.69mSv。(0.015 mSv·mGy⁻¹·cm⁻¹×45.78 mGy·cm=0.69mSv E=k·DLP)。

多排螺旋CT常规扫描,是通过观察具有一定空间分辨率和密度分辨率,清晰显示组织结构、解剖形态的高质量重建影像进行诊断。扫描条件、重建算法是产生高质量重建影像的基础。扫描条件mAs的高低,将影响影像的信噪比、直接影响CT影像质量,进而影响诊断准确性,因此很难实现超低剂量扫描。多排螺旋QCT是通过CT扫描腰椎,将X线衰减信息的CT值经校准体模转换成以 mg/cm^3 为单位的骨密度值。诊断不需要显示组织细节的重建影像,因此可降低mAs,这是实现低剂量扫描技术的基础。因此为了保证高质量影像,相同扫描范围多排螺旋CT必须使用比多排螺旋QCT扫描高的mAs扫描。从而产生比QCT高近5倍的辐射剂量(3.44 mSv:0.69 mSv)。这些,在先前的欧洲标准腰椎体模多排螺旋扫描和多排螺旋QCT扫描条件mAs(250 mA:50 mA)和辐射剂量DLP(239 mGy·cm:47.9 mGy)对比研究中得到了验证^[8]。在研究中,辐射剂量是按L2-L4之间10 cm扫描范围计算。在实际临床应用中,多排螺旋CT腰椎平扫范围为L1-S1,平均长度550 mm,据此计算有效剂量为6.25 mSv;而多排螺旋QCT腰椎扫描范围为L1-L2,平均长度60 mm,有效剂量仅为0.51 mSv。是腰椎平扫剂量的十二分之一(6.25/0.51 mSv)。

本研究说明,250 mA和50 mA扫描对骨密度测量结果没有影响。在制定腰椎多排螺旋QCT扫描

协议时,如果专门行 BMD 测量,建议采用低剂量 QCT 扫描技术。以东芝 16 排螺旋 CT 为例,可采用 120 kV,50 mA,机架旋转时间 0.5 s。其他机型可按 120 kV,及该 CT 标定的最低 mA,机架旋转时间设置。扫描范围应限制在 T12-L3 中的两个完整椎体^[1]。如果同时行常规腰椎和 QCT 检查,建议采用 QCT 扫描协议,但将 mA 设置为 250 mA,机架旋转时间 0.5 s。这样既可以进行常规影像诊断,又可以进行准确的骨密度测量,并减少了一次专门 QCT 扫描产生的辐射剂量。

多排螺旋定量 QCT 腰椎扫描,采用低剂量扫描技术,在临床实际应用中能够保证 BMD 测量准确性。通过制定低剂量标准扫描协议,可使腰椎 BMD 测量准确一致,便于随访。同时使患者的受辐射剂量比常规多排螺旋 CT 腰椎扫描大幅度降低近 12 倍,实现“绿色”扫描。

【 参 考 文 献 】

[1] Engelke K, Adams JE, Armbrrecht G, et al. Clinical use of quantitative computed tomography and peripheral quantitative computed tomography in the management of osteoporosis in adults: the 2007 ISCD Official Positions. *J Clin Densitom*,

2008, 11(1): 123-162.

- [2] NH Consensus development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis and Therapy. Osteoporosis prevention, diagnosis and therapy. *JAMA*, 2001, 285(6):785-795.
- [3] 余卫. 骨密度的测量及骨质疏松的诊断. *当代医学*, 2001, 7(6): 76-82.
- [4] 林强,姚金朋,余卫. 定量 CT 在骨密度测量中的应用. *中华放射学杂志*, 2009, 43(2):219-221.
- [5] 程晓光,余卫等. 定量 CT 骨密度测量技术的进展与临床应用. *中国医学影像学杂志*, 2011, 19(12):927-929.
- [6] 程晓光,杨定焯,周琦,等. 中国女性的年龄相关骨密度、骨丢失率、骨质疏松发生率及参考数据库-多中心合作项目. *中国骨质疏松杂志*, 2008, 14(4):221-228.
- [7] 白玫 郑钧正. 多排(层)螺旋 CT 的辐射剂量表达及其影响因素探讨. *辐射防护*, 2008, 28(1): 1-12.
- [8] 王子生,过哲,程晓光,等. 脊柱定量 CT 参数对骨密度测量的影响. *中国医学影像学杂志*, 2011, 19(12):937-939.
- [9] 于爱红,陈祥述,程晓光,等. 体重、身高及体重指数与双能 X 线骨密度仪和定量 CT 测量腰椎骨密度的关系. *中国医学影像学杂志*, 2011, 19(12):956-958.
- [10] Brailion PM. Quantitative computed tomography precision and accuracy for long-term follow-up of bone mineral density measurements: a five year in vitro assessment. *J Clin Densitom*, 2002, 5(3):259-266.

(收稿日期: 2012-07-19)

定量CT腰椎骨密度测量的低剂量研究

作者: [王予生](#), [过哲](#), [李端端](#), [赵海竹](#), [刘庆华](#), [于爱红](#), [赵英威](#), [程晓光](#)
作者单位: [北京积水潭医院放射科, 北京, 100035](#)
刊名: [中国骨质疏松杂志](#) 
英文刊名: [CHINESE JOURNAL OF OSTEOPOROSIS](#)
年, 卷(期): 2012, 18(11)

参考文献(10条)

1. [Engelke K;Adams JE;Armbrecht G](#) [Clinical use of quantitative computed tomography and peripheral quantitative computed tomography in the management of osteoporosis in adults:the 2007 ISCD Official Positions](#)[外文期刊] 2008(01)
2. [NH Consensus development Panel on Osteoporosis Prevention;Diagnosis and Therapy](#) [Osteoporosis prevention, diagnosis and therapy](#) 2001(06)
3. [余卫](#) 骨密度的测量及骨质疏松的诊断[期刊论文]-[当代医学](#) 2001(06)
4. [林强;姚金朋;余卫](#) 定量CT在骨密度测量中的应用[期刊论文]-[中华放射学杂志](#) 2009(02)
5. [程晓光;余卫](#) 定量CT骨密度测量技术的进展与临床应用[期刊论文]-[中国医学影像学杂志](#) 2011(12)
6. [程晓光;杨定焯;周琦](#) 中国女性的年龄相关骨密度、骨丢失率、骨质疏松发生率及参考数据库-多中心合作项目[期刊论文]-[中国骨质疏松杂志](#) 2008(04)
7. [白玫郑钧正](#) 多排(层)螺旋CT的辐射剂量表达及其影响因素探讨[期刊论文]-[辐射防护](#) 2008(01)
8. [王予生;过哲;程晓光](#) 脊柱定量CT参数对骨密度测量的影响[期刊论文]-[中国医学影像学杂志](#) 2011(12)
9. [于爱红;陈祥述;程晓光](#) 体重、身高及体重指数与双能X线骨密度仪和定量CT测量腰椎骨密度的关系[期刊论文]-[中国医学影像学杂志](#) 2011(12)
10. [Brailion PM](#) [Quantitative computed tomography precision and accuracy for long-term follow-up of bone mineral density measurements:a five year in vitro assessment](#)[外文期刊] 2002(03)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zggzsszz201211006.aspx