

DOI: 10.3969/j.issn.1674-2591.2012.02.000

· 研究论文 ·

腰椎定量 CT 与双能 X 线骨密度测量对老年患者骨质疏松 检出率的比较分析

李娜¹, 李新民², 孙伟杰², 程晓光², 蒋学祥^{1*}

[摘要] **目的** 评估腰椎定量 CT 骨密度测定 (QCT) 与双能 X 线骨密度测量 (DXA) 在老年骨质疏松症的检出率中是否存在差异, 并分析其可能的影响因素。**方法** 对短期内行腰椎正位 DXA 和腰椎 QCT 2 项检查的 108 例老年人骨质疏松的检出率进行比较, 并通过腰椎 CT 图像对腰椎退行性变和腹主动脉钙化进行半定量分析。**结果** 腰椎正位 DXA 对骨质疏松的检出率为 17.6%, 腰椎 QCT 为 44.4%, 检出率差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。单因素与多因素分析结果表明, 重度椎体骨赘形成可造成腰椎正位 DXA 对骨质疏松的诊断率低于腰椎 QCT, 而年龄、小关节增生、棘突骨质增生、终板硬化、椎体变形及腹主动脉钙化对骨质疏松的诊断率无显著影响。**结论** 腰椎 QCT 测量骨密度对老年患者骨质疏松的诊断可能具有较高的临床价值。

[关键词] 骨质疏松; 骨密度; 椎; 体层摄影术; X 线计算机; 密度测定法; X 线

中图分类号: R 681 **文献标识码:** A

Comparison of osteoporosis detected by DXA and QCT in elderly population

LI Na¹, LI Xin-min², SUN Wei-jie², CHENG Xiao-guang², JIANG Xue-xiang^{1*}

1. Department of Radiology, Peking University First Hospital, Beijing 100034; 2. Department of Radiology, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

[Abstract] **Objective** To investigate the difference and reason of spinal bone mineral density (BMD) measured by quantitative CT (QCT) and dual X-ray absorptiometry (DXA) in assessing the osteoporosis in a group of relative old population. **Methods** Spinal BMD was measured by both QCT and posterior-anterior DXA (PA-DXA) in 108 subjects in two months. The detecting rate of osteoporosis by two methods was calculated and the difference was assessed. The lumbar CT images of 108 subjects were reviewed using semi quantitative method for evaluation of spinal degeneration and abdominal aortic calcification (AAC). **Results** The detecting rate of DXA was 17.6%, while QCT picked up 44.4%. The detecting rate of osteoporosis was different significantly between DXA and QCT ($P < 0.01$). Single and multiple factor analysis indicated that the difference between the detecting rate of DXA and QCT was significantly higher in subjects with serious vertebral osteophytes than those without or with mild vertebral osteophytes. And it was seldom correlated with age, facet joint osteoarthritis, spinous process osteophytes, end plate sclerosis, vertebral body compression and AAC. **Conclusion** QCT is superior to PA-DXA in detecting osteoporosis in elderly patients.

[Key words] osteoporosis; bone density; lumbar vertebrae; tomography; X-ray computed; densitometry; X-ray

骨质疏松症是一种进行性发展、全身性的骨骼 影响患者的生活质量, 又增加社会负担。随着全球
系统疾病。由于其可引起的骨折等合并症, 既严重 人口老龄化的进程, 骨质疏松症已成为受关注的公

基金项目: 北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养项目 (2009-2-03)

作者单位: 1. 100034 北京, 北京大学第一医院放射科; 2. 100035 北京, 北京积水潭医院放射科

* 通信作者: 蒋学祥, E-mail: cjr.jiangxuexiang@vip.163.com

众健康问题。

骨密度检查对骨质疏松症的诊断和疗效检测有重要作用。目前,临床常用的骨密度测量方法为双能 X 线骨密度测量 (dual energy X-ray absorptiometry, DXA) 和定量 CT 骨密度测量 (quantitative CT, QCT)。DXA 可反映骨皮质和骨松质的总和,测量结果为面积骨密度,单位为 g/cm^2 , QCT 可以把皮质骨和松质骨分开,测量真正的松质骨骨密度,测得的是体积骨密度,单位为 g/cm^3 。

不同骨密度测量方法所得的结果相互间并不能直接进行比较,有时会发生同一患者的 DXA 与 QCT 诊断结果不一致的情况。本文以最常用的骨密度测量部位腰椎和髌部为例,试比较相同的临床患者、用不同骨密度测量方法对骨质疏松检出率的差异,并探讨其可能的原因。

对象与方法

对象

2009 年 11 月至 2010 年 6 月在北京积水潭医院行 DXA 和 QCT2 项检查,且 2 项检查间隔时间不超过 2 个月的老年患者 (围绝经期及绝经后女性和 ≥ 50 岁男性),排除多发性骨髓瘤及其它有局灶性骨破坏的患者,共纳入患者 108 例。

方法

DXA 与 QCT 检查均由经过专业培训的技术人员进行操作及分析。

DXA 检查方案与参数:采用 GE Lunar Prodigy DXA 扫描仪,测量 L_{1-4} 椎体正位和右髌部骨密度。

QCT 扫描方案与参数:采用东芝 Aquilion 64 排螺旋 CT 及 Mindways 公司的 5 样本固体体模行椎体螺旋扫描;参数设置:电压 120 kV,电流 125 mA,床高 78 cm,重建视野 (field of view, FOV) 400 mm。原始数据使用 Mindways 公司 QCT 骨密度测量分析软件进行数据分析。分别测量 L_{2-4} 椎体的骨密度及其邻近椎体骨密度;在椎体中部标记感兴趣区,避开椎体周边的皮质骨和基椎静脉走行区。椎体明显骨折、变形者除外。

骨质疏松诊断标准

DXA 采用世界卫生组织 (WHO) 于 1994 年推荐的诊断标准,即 T 值 $\geq -1.0\text{SD}$ 为正常,

$-1.0\text{SD} \sim -2.5\text{SD}$ 为骨量减低, $\leq -2.5\text{SD}$ 为骨质疏松, $\leq -2.5\text{SD}$ 且伴有一处或多处脆性骨折为严重骨质疏松^[1]。依据国际临床骨密度学会 (ISCD) 2007 年的共识,该诊断标准可用于围绝经期及绝经后女性和 ≥ 50 岁男性的腰部正位、股骨颈及全髋^[2]。

QCT 采用 ISCD 2007 年推荐的诊断标准,骨量减低的 BMD 阈值为 $120 \text{ mg}/\text{cm}^3$ (相当于 DXA 的 T 值 = -1.0),骨质疏松的 BMD 阈值为 $80 \text{ mg}/\text{cm}^3$ (相当于 DXA 的 T 值 = -2.5)^[3]。

腰椎 CT 图像分析

由 2 名放射科医师共同阅片,对腰椎退行性变及腹主动脉钙化情况进行分级,如意见不一,经讨论达成一致。

腰椎退行性变指标及分级标准:参照腰椎退变分级标准^[4-6],分别对 L_{1-4} 各椎体节段进行半定量评分,将其得分相加,并按照下文所述进一步分级。

骨赘评分:结合矢状位和冠状位重建,观察椎体最大的骨赘并评分。无骨赘形成为 0 分;远端不超过椎体终板的小骨赘形成为 1 分;大骨赘形成为 2 分;骨桥形成为 3 分。总分 0~12 分,1~3 分者为轻度,4~6 分者为中度, ≥ 7 分者为重度。

终板硬化评分:在矢状位重建图像上分别评价 L_{1-4} 椎体上、下终板硬化程度并相加。终板厚度 1 mm,无终板下骨质硬化为 0 分;终板厚度 $> 1 \text{ mm}$,和 (或) 终板下骨质硬化范围 $<$ 椎体前后径的 $1/2$ 为 1 分;终板下骨质硬化范围 $>$ 椎体前后径的 $1/2$ 为 2 分。总分 0~16 分,1~2 分者为轻度,3~4 分者为中度, ≥ 5 分者为重度。

棘突增生评分:无棘突骨质增生/硬化为 0 分;有棘突骨质增生/硬化为 1 分。总分 0~4 分,1~2 分者为轻度,3~4 分者为重度。

小关节退变评分:分别评估 L_{1-4} 左右两侧共 6 个椎小关节。0 分 (正常) 为无关节间隙狭窄 (关节间隙 $> 2 \text{ mm}$),无骨赘形成,无关节突肥大,无骨质硬化。1 分为关节间隙 1~2 mm,和 (或) 小骨赘,和 (或) 轻度关节突肥大,和 (或) 骨质硬化,无软骨下侵蚀,无关节间隙真空征。2 分为关节间隙 $< 1 \text{ mm}$;和 (或) 中度骨质增生,和

(或) 中度关节突肥大, 和 (或) 骨质硬化, 和 (或) 轻度软骨下侵蚀, 和 (或) 轻度软骨下囊变, 和 (或) 关节间隙真空征。3 分为关节间隙严重狭窄 (骨性关节面相贴), 和 (或) 重度骨质增生, 和 (或) 重度关节突肥大, 和 (或) 重度关节侵蚀, 和 (或) 重度软骨下囊变。总分 0 ~ 18 分, 1 ~ 3 分者为轻度, 4 ~ 6 分者为中度, ≥ 7 分者为重度。

椎体高度评分: 参照 Genant 半定量法, 在矢状位正中层面重建图像上测量椎体高度减少最明显处与同一椎体后部高度。若全椎体压缩, 则测量椎体高度减少最明显处与邻近椎体后部高度。无椎体压缩为 0 分; 椎体高度降低 20% ~ 25% 为 1 分; 椎体高度降低 25% ~ 40% 为 2 分; 椎体高度降低 $>40\%$ 为 3 分。总分 0 ~ 12 分, 1 ~ 3 分者为轻度压缩, ≥ 4 分者为重度压缩。

腹主动脉钙化分级: 参照文献^[7]对腹主动脉钙化斑块进行评估。分别评估 L₁₋₄ 的钙化斑块, 以邻近椎间盘的中线为上下节段分界。无钙化斑块者为 0 分; 钙化斑块覆盖 $<1/3$ 节段者为 1 分, 钙化斑块覆盖介于 $1/3 \sim 2/3$ 节段之间者为 2 分, 钙化斑块覆盖 $>2/3$ 节段者为 3 分。在轴位图像上评估每一节段腹主动脉钙化范围 (取钙化范围最大的层面), 无钙化斑块者为 0 分, 钙化斑块覆盖少于腹主动脉周径 $1/2$ 者为 1 分, 钙化斑块覆盖超过腹主动脉周径 $1/2$ 者为 2 分。二者得分相乘, 每一椎体节段分数为 0 ~ 6 分, 总分范围为 0 ~ 24 分。总分为 0 分者为无腹主动脉钙化, 1 ~ 2 分者为轻度腹主动脉钙化, 3 ~ 5 分者为中度腹主动脉钙化, ≥ 6 分者为重度腹主动脉钙化。

统计学方法

采用 SPSS 11.5 统计学软件, 计数资料比较采用 χ^2 检验, 对相关因素的分析采用 Logistic 回归法, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

DXA 与 QCT 对老年患者骨质疏松的检出率

本组 108 例患者中男性 30 例, 女性 78 例。年龄 45.1 ~ 86.9 岁, 平均年龄 (61.1 $\pm$ 10.4) 岁。DXA 与 QCT 检查的间隔时间为 0 ~ 42 d, 平均间隔

时间为 (5.5 $\pm$ 10.1) d。

腰椎正位 DXA 检查结果显示, 本组患者骨量正常者 61 例, 占 56.5%; 骨量减低者 28 例, 占 25.9%; 诊断为骨质疏松者 19 例, 占 17.6%。

髌部 DXA 检查结果显示, 以股骨颈 T-score 诊断, 本组患者骨量正常者 45 例, 占 41.7%; 骨量减低者 51 例, 占 47.2%; 诊断为骨质疏松者 12 例, 占 11.1%。以全髌 T-score 诊断, 本组患者骨量正常者 56 例, 占 51.9%; 骨量减低者 40 例, 占 37.0%; 诊断为骨质疏松者 12 例, 占 11.1%。

以上述 DXA 检查结果中的最低 T-score 诊断, 本组患者骨量正常者 34 例, 占 31.5%; 骨量减低者 49 例, 占 45.4%; 诊断为骨质疏松者 25 例, 占 23.1%。

根据 QCT 检查结果, 本组患者骨量正常者 18 例, 占 16.7%; 平均 BMD 介于 120 mg/cm³ 与 80 mg/cm³ 之间诊断为骨量减低者 42 例, 占 38.9%; 平均 BMD <80 mg/cm³ 诊断为骨质疏松者 48 例, 占 44.4%。

经 χ^2 检验, 腰椎正位、髌部 DXA (股骨颈、全髌) 及最小 T-score 分别与腰椎 QCT 相比, 其对本组老年患者的诊断均有显著性差异 ($P < 0.01$), QCT 对老年患者骨质疏松的检出率较 DXA 更高。

DXA 与 QCT 诊断差异的影响因素

本组 108 例患者腰椎退行性变及腹主动脉钙化程度半定量分级与 DXA 和 QCT 的诊断结果详见表 1。以 DXA 与 QCT 对骨质疏松的诊断差异 (二者诊断相同 = 0, DXA 未诊断而 QCT 诊断为骨质疏松 = 1) 作为因变量, 对 7 个自变量 (年龄、骨赘形成、终板硬化、棘突增生、小关节增生、椎体变形、腹主动脉钙化) 分别进行单因素分析。其中年龄、重度骨赘形成与重度小关节增生对 DXA 与 QCT 骨质疏松的检出率差异有统计学意义 (表 2)。而不同程度的终板硬化、棘突骨质增生、椎体变形及腹主动脉钙化对 DXA 与 QCT 骨质疏松检出率的差异均无统计学意义。

将有意义的变量纳入 Logistic 回归模型并行多因素分析的结果显示, 重度骨赘形成被筛选入回归方程 (相对危险度 OR = 3.655, Wald = 5.548, $P <$

表 1 108 例老年患者不同程度腰椎退行性变及腹主动脉钙化的腰椎 DXA 和 QCT 诊断结果

Table 1 Diagnosis of DXA and QCT of 108 elderly patients of different grade of spinal degeneration and AAC								
征象及程度	例数	年龄（岁， $\bar{x} \pm s$ ）	DXA 诊断结果 （例数）			QCT 诊断结果 （例数）		
			正常	骨量减低	骨质疏松	正常	骨量减低	骨质疏松
骨赘								
正常	0		0	0	0	0	0	0
轻度	36	56.4 ± 8.6	17	12	7	9	13	14
中度	40	50.1 ± 10.3	24	10	6	6	21	13
重度	32	67.5 ± 9.4	20	6	6	3	8	21
终板硬化								
正常	22	58.9 ± 11.3	16	4	2	6	9	7
轻度	44	62.3 ± 10.1	22	12	10	5	16	23
中度	28	59.2 ± 8.0	14	9	5	5	11	12
重度	14	64.2 ± 13.5	9	3	2	2	6	6
棘突增生								
正常	49	60.1 ± 10.5	20	16	13	8	16	25
轻度	31	61.9 ± 9.5	17	9	5	6	7	18
重度	28	61.9 ± 11.3	24	3	1	4	19	5
小关节退变								
正常	24	57.5 ± 9.8	13	7	4	7	9	8
轻度	49	59.1 ± 10.2	31	12	6	7	24	18
中度	21	62.8 ± 6.7	7	5	9	2	5	14
重度	14	71.5 ± 10.5	10	4	0	2	4	8
椎体高度								
正常	83	60.1 ± 10.8	52	22	9	18	34	31
轻度	15	65.2 ± 6.8	7	4	4	0	6	9
重度	10	63.0 ± 10.2	2	2	6	0	2	8
腹主动脉钙化								
正常	54	55.9 ± 6.9	35	11	8	13	22	19
轻度	23	62.6 ± 9.9	12	6	5	4	9	10
中度	15	64.5 ± 9.6	6	6	3	1	4	10
重度	16	73.1 ± 10.4	8	5	3	0	7	9

表 2 老年患者腰椎 DXA 和 QCT 诊断结果差异的单因素分析
Table 2 Single factor analysis of the difference between spinal DXA and QCT in elderly patients

变量	回归系数	标准误	Wald 值	自由度	P 值	OR 值
年龄	0.047	0.021	5.117	1	0.024	1.049
重度骨赘形成*	1.296	0.550	5.548	1	0.018	3.655
重度小关节增生	1.897	0.769	6.083	1	0.014	6.667

注：* 与轻度骨赘形成组相比较

0.05)。重度骨赘形成者发生 DXA 未诊断而 QCT 诊断为骨质疏松的几率为无或轻度骨赘形成者的 3.655 倍。

讨 论

目前临床诊断骨质疏松症仍以世界卫生组织（WHO）1994 年推荐的 DXA 为"金标准"。DXA 常用的测量部位为腰椎和髋关节。其中，正位腰椎测量的感兴趣区包括椎体及其后方的附件结构，其

易受到腰椎退行性改变(如椎体和椎小关节骨质增生硬化等)和周围软组织内钙化(如腹主动脉钙化)的影响。QCT 最常用、技术最成熟的测量部位为腰椎。松质骨的表面积和体积比值高,其代谢转化率也比皮质骨更高,因此, QCT 应较 DXA 更早、更灵敏地反映骨矿含量的变化。本研究对短期内行腰椎和髌部 DXA 与腰椎 QCT 检查的同一组老年患者的骨质疏松诊断率差异的分析印证了这一观点。

由于 QCT 与 DXA 的检查原理不同,其检查结果无法进行直接比较,也不宜照搬 WHO 推荐的 DXA 诊断骨质疏松的标准进行 QCT 结果判读,因此,2007 年 ISCD 推出了 QCT 对骨质疏松的诊断标准。目前,国内外尚无 DXA 与采用推荐的 QCT 诊断标准对老年骨质疏松的诊断的对照研究,本研究通过对同一组老年患者的 DXA 和腰椎 QCT 对骨质疏松的检出率进行对比分析,认为采用 ISCD 推荐的诊断标准 QCT 对骨质疏松的检出率高于腰椎和髌部 DXA,其差异具有统计学意义。由于骨质疏松症、骨关节退行性变以及主动脉钙化均好发于老年患者,且均有随年龄增大而逐渐加重的趋势,因此,临床工作中常可见到高度怀疑骨质疏松而 DXA 检查结果正常的老年患者,其 DXA 与 QCT 检查结果可能不一致。国内外均有学者就腰椎骨关节病对其骨密度测量结果的影响进行过报道。余卫等^[8]认为椎体、棘突和椎小关节的骨质增生和硬化均影响腰椎正位 DXA 的测量结果,且其测量值随病变程度升高而增加,以骨质增生征象最为明显,骨质增生的程度越高其平均骨密度值越高。Ito 等^[4]的研究亦表明腰椎骨赘形成可导致 DXA 对骨密度的测量结果偏高。孙晶等^[9]对 64 例多发性骨髓瘤患者的研究表明,骨赘形成、终板硬化和腹主动脉钙化可能是导致腰椎 DXA 对骨质疏松的诊断率低于 QCT 的原因。但其影像学分析多基于 X 线平片,CT 图像因其为断层影像,避免了 X 线平片组织重叠投影的缺点,可以对腰椎退行性变及腹主动脉钙化进行更精确的分析。本研究单因素及多因素分析结果提示,重度骨赘形成可影响 DXA 对骨质疏松的诊断,这与以往关于影响 DXA 骨密度测量结果因素的研究结果一致^[4,8-9]。年龄、

小关节增生、棘突骨质增生、终板硬化、椎体变形及腹主动脉钙化等因素可能致腰椎正位 DXA 的骨密度测量值偏高并进一步导致骨质疏松症的诊断率减低有叠加效应,其单独某个因素并无统计学意义,也可能与本研究样本量有限有关。

目前临床工作中存在多种骨密度测量方法,并各有其优、缺点,因此,针对患者个体情况选择适宜的检查手段和检查部位对其正确诊断尤为重要。Diane 等^[10]对 1 082 例老年女性的研究表明,脊柱骨关节病患者的股骨颈和全髌 DXA 骨质疏松的检出率较无退行性变者更高,但腰椎正位 DXA 骨质疏松的检出率反而低于无退行性变者(14.1% 比 24.5%)。建议 ≥ 65 岁的老年女性应采用髌部 DXA 检查进行骨质疏松的诊断和骨折风险评估。但髌部 DXA 反映骨皮质和骨松质的总和,也是面积骨密度,这必然对其骨密度测量产生一定影响,可能导致其骨质疏松的检出率偏低,本研究也提示髌部 DXA 对骨质疏松的检出率低于腰椎 QCT。因此,对老年患者而言,选择腰椎 QCT 测量骨密度可能更能反映其实际骨质疏松状况。

参 考 文 献

- [1] Kanis JA, Melton LJ 3rd, Christiansen C, *et al.* The diagnosis of osteoporosis [J]. *J Bone Miner Res*, 1994, 9: 1137 - 1141.
- [2] Simonelli C, Adler RA, Blake GM, *et al.* Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Technical issues: the 2007 ISCD Official Positions [J]. *J Clin Densitom*, 2008, 11: 109 - 122.
- [3] 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]. *J Clin Densitom*, 2008, 11: 123 - 162.
- [4] Ito M, Hayashi K, Yamada M, *et al.* Relationship of osteophytes to bone mineral density and spinal fracture in men [J]. *Radiology*, 1993, 189: 497 - 502.
- [5] Suri P, Katz JN, Rainville J, *et al.* Vascular disease is associated with facet joint osteoarthritis [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2010, 18, : 1127 - 1132.

[6] Genant HK, Wu CY, van Kuijk C, *et al.* Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique [J]. J Bone Miner Res, 1993, 8: 1137 – 1148.

[7] Kauppila LI, Polak JF, Cupples LA, *et al.* New indices to classify location, severity and progression of calcific lesions in the abdominal aorta: a 25-year follow-up study [J]. Artherosclerosis, 1997, 132: 245 – 250.

[8] 余卫, 秦明伟, 张燕, 等. 腰椎退行性骨关节病对骨密度测定的影响 [J]. 中华放射学杂志, 2002, 36. : 245 – 248.

[9] 孙晶, 李新民, 张灵艳, 等. 多发性骨髓瘤患者腰椎定量 CT 与双能 X 线吸收测定仪测量骨密度对照研究 [J]. 中国医学影像学杂志, 2011, 19: 934 – 936.

[10] Diane LS, Ricki B, Elizabeth BC. The clinical utility of spine bone density in elderly women [J]. J Clin Densitom, 2006, 9: 255 – 260.

(收稿日期: 2012-03-05)