

美国放射学院 (ACR) 关于定量 CT (QCT) 骨密度测量操作指南

程晓光* 李娜(译)¹ 余卫(审)²

1. 北京积水潭医院放射科 100035
2. 北京协和医院放射科 100730

中图分类号: R681 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2013) 09-0991-07

摘要: 随着螺旋 CT 技术的进步和定量 CT (QCT) 分析技术的发展, 定量 CT (QCT) 骨密度测量的临床应用越来越引起大家的重视。美国放射学院 (ACR) 组织专家起草, 并于 2008 年颁布了 ACR 定量 CT (QCT) 骨密度测量操作指南。该指南的目的在于制定临床工作中 QCT 检查实施和诊断的参考标准, 包括其设备要求、质量控制、适用人群、临床适应症和禁忌症, 医生和技术人员资质要求, 以及 QCT 测量规范和报告规范。该指南提出了对绝经后妇女和 50 岁及以上男性的 QCT 诊断参考标准。建议脊柱 QCT 采用 BMD 绝对值诊断, 即 $BMD > 120 \text{ mg/cm}^3$ 诊断为骨量正常, $BMD 120 \text{ mg/cm}^3 \sim 80 \text{ mg/cm}^3$ 诊断为低骨量, $BMD < 80 \text{ mg/cm}^3$ 诊断为骨质疏松。QCT 髋关节测量的 T 值可以根据 WHO DXA 标准来诊断骨质疏松。该指南对我国的 QCT 临床应用具有指导意义。

关键词: 计算机断层扫描; 骨密度测量; 骨质疏松症

Abstract: With the technique advance in multi-detector CT and quantitative computed tomography (QCT), the clinical application of QCT draws increasing attention. The American of college radiology (ACR) QCT panelists developed and published this ACR Practice Guideline for the Performance of Quantitative Computed Tomography (QCT) Bone Densitometry (Resolution 33) in 2008. This guide outlined the principles of performing high quality QCT, include equipment specifications, equipment quality control, indications, contraindications, qualification of physicians and operators, specifications of the examination and documentation. For the diagnosis of osteoporosis in postmenopausal women and men > 50 , this guide recommended that QCT spine BMD $> 120 \text{ mg/cm}^3$ as normal, $BMD 120 \text{ mg/cm}^3 \sim 80 \text{ mg/cm}^3$ as osteopenia, and $BMD < 80 \text{ mg/cm}^3$ as osteoporosis. WHO DXA criteria were applied to QCT hip BMD measurement. This guide is very instructive for us to use QCT in China.

Key words: Computed Tomography (CT); Bone mineral density; Osteoporosis

1 引言

定量 CT (QCT) 骨密度测量是临床认可的脊柱、髋关节、前臂和全身的 BMD 测量方法。QCT 主要用于评估引起骨密度异常的疾病病情和监测疗效。该指南介绍应用 QCT 的原则。

QCT 比 DXA 具有某些优势。比如, DXA 的 BMD 测量容易受髋关节或脊柱严重退变、血管钙化、口服对比剂和含钙或其他矿物质的食物或添加剂的影响。DXA 测量容易受体位的影响。在测量肥胖或低体重指数的患者时, QCT 测量结果更准确。

2 目标

QCT 测量的目标是准确可靠测量 BMD, 并与正常数据库和/或以往的结果相比。通过比较来诊断无症状的骨质疏松, 预测骨折风险和指导适当治疗和预防骨折。QCT 也有助于评估以往或目前的治疗疗效。

3 适应症、禁忌症和注意事项

当临床治疗方案的制定受 BMD 测量结果影响时, 应行 QCT 骨密度测量。QCT 可用于 (但不限于) 下列人群:

A. 成人适应症

确诊或怀疑低 BMD, 或低 BMD 风险者, 包括:

1. 所有 65 岁及以上女性和 70 岁及以上男性

基金项目: 北京市卫生系统高层次卫生人才培养资助项目 (2009-02-03) 译自: <http://www.acr.org/~media/ACR/Documents/ECTS/Guidelines/QCT.PDF>

* 通讯作者: 程晓光, Email: xiao65@263.net

(无症状筛查);

2. 小于 65 岁的妇女,病史和其他检查提示有其他骨质疏松危险因素,骨质疏松的危险因素有;

- a. 雌激素不足
- b. 母亲有 50 岁后髌部骨折史
- c. 低体重(低于 127 磅)
- d. 42 岁前闭经超过 1 年

3. 小于 65 岁的妇女或小于 70 岁男性,有下列危险因素;

- a. 目前吸烟
- b. 体重减轻,驼背

4. 任何年龄,有影像学低骨密度的征象,包括椎体压缩骨折;

5. ≥ 50 岁,在轻微外伤或无外伤情况下发生腕,髌,脊柱和肱骨近端骨折者;

6. 任何年龄,有 1 个或多个机能不全性骨折;

7. 正在接受或考虑接受激素治疗超过 3 个月;

8. 任何开始或接受长期药物治疗,而这些药物对 BMD 有副作用(即,抗凝血药,雄性激素剥夺疗法,芳香酶抑制疗法或长期肝素治疗);

9. 影响 BMD 的内分泌疾病者(即甲状旁腺机能亢进,甲亢或库欣氏综合症);

10. 大于 18 岁男性,性腺机能减低者;

11. 代谢病和/或有其他疾病可能影响 BMD 者,如:

- a. 慢性肾衰
 - b. 类风湿关节炎和其他关节炎
 - c. 饮食疾病,包括厌食和贪食症
 - d. 器官移植
 - e. 长期制动
 - f. 继发性骨质疏松者,如胃肠吸收不良或营养不良、骨软化、V D 缺乏、子宫内膜炎、巨人症、长期酗酒或肝硬化、多发骨髓瘤;
 - g. 减肥胃改道手术者;
12. 考虑药物治疗骨质疏松者;
13. 监测骨质疏松药物治疗反应和疗效者;

B. 儿童适应症和禁忌症

儿童的 BMD 测量和适应症与成人有明显不同。因儿童骨骼快速生长,儿童的 BMD 测量和结果解释很复杂。研究表明 DXA 不能区分在儿童生长期身体和骨骼明显变化,所以 DXA 不能用于儿童的 BMD 随访。QCT 可以准确测量躯干或四肢骨的骨密度和体积,不受身体或骨骼大小的影响,所以儿童 QCT 测量可能比 DXA 更有用。也有报道 QCT 用于

婴儿以及青少年。在青少年,DXA 的面积骨密度反映的可能是椎体大小而不是真正骨密度。

采用非体积骨密度诊断骨质疏松时,应该慎重,这些人群 DXA 测量的骨密度增加更可能是由于椎体形态增大所致。因此,在评价许多影响儿童及其骨骼生长疾病的儿童的 BMD 改变,QCT 可能是好的方法。这些患儿包括儿童恶性肿瘤放疗和化疗者,原发或继发甲状旁腺机能亢进、成骨不全或石骨症及生长激素不足,感染性肠道疾病或 HIV 治疗的监测。

在研究不同种族和性别对儿童 BMD 影响,QCT 可能比 DXA 更好,非洲裔美国儿童松质骨骨密度高,但椎体横断面积相似。相反,在四肢骨,他们股骨横断面积大,皮质骨面积和密度相似。这些差别也许是不同种族成人骨质疏松和骨折患病率不同的原因。

C. 相对适应症

躯干和四肢 BMD 测量结果可能会不一致。骨质疏松高危人群,四肢 BMD 正常,应该进一步做躯干 QCT。

QCT 也可以用于 BMD 病理性升高疾病,如石骨症或氟中毒的诊断、分期和随访。

BMD 和体质成分的分析对其他人群,如职业运动员,也有益。

D. 禁忌症

孕妇或可能怀孕者,请参照 ACR 关于放射检查的相关规则。

E. 其他禁忌症

下列情况可以影响 QCT 骨密度测量的准确性和/或重复性。在这些情况下获得的 BMD 可以用于对骨密度的总体评价,但会影响测量的准确性或精确性也就限制在随访过程中评估或发现 BMD 的真正变化。

- 1. 近期静脉注射对比剂;
- 2. 测量区有严重的骨折畸形;
- 3. 测量区有植入物,常见于脊柱和髌;
- 4. 病人不能保持正确体位时或扫描时不动;
- 5. 特别肥胖患者,超出 CT 的扫描野。

4 操作人员资质和责任

医生和技术员除需要符合从事放射相关资质和要求外,QCT 需要特别的资质和责任

A. 医生

- 1. QCT 检查必须由有资质的放射科医生出报

告,该医生还要具备下列知识

- a. 了解骨结构,代谢和骨质疏松
- b. 了解 QCT 测量的扫描和图像处理,包括摆位和感兴趣区选择,可以引起 BMD 值假性增加或减低的伪影和解剖异常
- c. 了解报告事项,包括(但不限于)骨密度值、均数百分比、T 值、Z 值、骨折风险和 WHO 分类系统
- d. 了解随访测量的准确和重复比较的标准,包括不同技术和设备测量的结果不能比较,了解重复性的重要性,随访测量显著变化的统计意义
- e. 了解其他 BMD 测量方法,如躯干和四肢 DXA,X 线平片吸收法(RA),单能 X 线骨密度测量(SXA)和定量超声(QUS),以便回答关于其他或随访 BMD 相关问题。另外,医生应该出报告提建议并指出 QCT 图像显示的其它病变的影像所见,如肿块,肾上腺病变和肠道异常提出处理意见。

2. 医生应督促 QCT 设备和质控流程,是 QCT 质控的责任人。

- B. 放射科技术员
- 技术员应该具备下列资质:
- 1. 接受 QCT 设备培训的证书,包括质量控制流程
 - 2. 了解和熟悉 CT 机的用户手册
 - 3. 负责病人的安全和舒适,准备和摆位,确定扫描区域,在扫描过程中观察病人,并根据申请单要求做好测量
 - 4. 负责日常质量控制和精确性误差测试,包括确定精密度误差和最小显著变化值(LSC)的计算(见 8. C 和 D)。

应需有美国放射技师注册(ARRT)

5 QCT 测量规范

A. 申请单要有病史及做 QCT 的目的,这样有助于 QCT 检查和结果解释。

病史包括:1,症状和体征和/或 2,相关病史(已经确诊的疾病)。另外还要注明做 QCT 的目的、考虑的诊断,提供有关病史对解释结果很有帮助。

QCT 申请单必须由医生开和具有相应资质的医务人员开出。并提供病史和相关临床资料(符合 ACR 35,2006)

B. QCT 检查包括腰椎侧位定位相。技术员根据定位像判定是否有需要排除的部位。侧位像还用于标记扫描范围,应该包括整个腰椎,图像质量及分辨率要达到可以观察椎体形态(即椎体骨折评价)

的要求。

C. 在儿童,QCT 常用于腰椎。其他部位也可以做,但不是常规测量。

D. 应该合理使用 QCT 厂家提供的摆位和软组织类似物。枕和垫放置不应该影响摆位,不能在扫描范围内。

E. 手术或骨折史和所有骨折的椎体应除掉。如果观察图像证实椎体解剖正常,也没有溶骨性或成骨性病变,该椎体可被包括在内。

F. 如果二个测量部位的结果不一致,又无法解释,应该加做如对侧股骨或其他 BMD 测量方法(即 DXA)。

G. 绝经后妇女和 50 岁及以上男性,BMD 值应该与正常成人参考值比较。髌关节报告应选 T 值。脊柱 QCT 可不用报告 T 值,但脊柱 QCT 结果的 T 值一般不能用 WHO DXA 的诊断标准。

皮质骨和松质骨的老化以及对治疗的反应不同,QCT 脊柱 BMD 只测量椎体松质骨,QCT 或 DXA 髌关节 BMD 主要反映的是皮质骨。目前诊断尚需有统一标准。目前的共识是强调髌关节骨折风险和骨折风险的预防。现已证实脊柱 BMD 是髌部骨折风险的有意义指标,评估脊柱骨折的风险更为敏感。脊柱骨折比髌部骨折患病率高得多,发生的年龄也早。60 到 69 岁之间老年人大约 20% 的有脊柱骨折。如果用脊柱 QCT 测量的 T 值,按 WHO DXA 的诊断标准将会过度夸大髌关节骨折风险。

因此,建议 QCT 髌关节测量的 T 值可以根据 WHO 标准来诊断,如果只有脊柱 QCT BMD,建议用下列标准,结果与 WHO 髌部 BMD 测量诊断结果相一致。

QCT 脊柱 BMD	等同于 WHO 诊断标准
BMD > 120 mg/cm ³	正常
BMD 120 mg/cm ³ ~ 80 mg/cm ³	低骨量
BMD < 80 mg/cm ³	骨质疏松

上述诊断阈值是依据髌部 QCT BMD T 值,与脊柱 BMD T 值每个组的人数比例相同而制定的。因脊柱的 T 值与髌部的 T 值不同,所以脊柱 T 值不能参照 DXA 的分类。

H. QCT BMD 与同年龄人群相比,可以得到 Z 值,应用于儿童、绝经前妇女和 50 岁以下的男性。

I. 同一部位的随访测量都应该与以前的结果比较。通过计算精密度误差和最小显著变化值(LSC)来判断变化是否有显著统计学意义。下列检查认为是可以比较的:

1. 前后二次检查应该使用同一 QCT 系统
2. 前后二次检查应该使用同一公司的产品
3. 如前后二次检查为不同的机器做,应报告标准化结果

应该注意完整的 QCT 系统包括 CT 机,校准体模和软件以及正常参考值,其中任何一个因素改变都会影响结果。如果发生变化,应该做 QA 进行校正,包括精密度测试,确定适当的统计参数。

6 报告

报告应该遵循 ACR 关于放射诊断报告的规范。
A 应该永久存档:

1. 病人信息,机器型号,检查日期,图像设置,系统厂商和型号
2. 临床病史或病人问卷
3. 摆位,解剖信息,和/或随访测量所需的技术设定参数
4. 打印结果(包括图像,测量感兴趣区和 BMD 值)

B. 绝经后妇女和 50 岁及以上男性,报告面积 BMD (g/cm^2),T 值和 WHO 髋关节诊断标准,以及脊柱松质骨体积 BMD (mg/cm^3)。应该报告骨折风险,一旦方法标准化了,应该采用绝对骨折风险,另外,其他流行病因素也可以报告。

C. 绝经前妇女、50 岁以下男性和儿童,应该报告各测量部位的 BMD 和 Z 值。WHO 标准不适用于这些人。Z 值 -2.0 SD 以上为正常范围。Z 值等于或低于 -2.0 SD 为低骨密度,儿童不报告 T 值。

D. 报告应该提示是否有伪影或其他可能影响 BMD 测量技术原因。应该报告二次 BMD 测量的变化是否有统计学显著意义。关于复查及时间的建议。也可以建议其他 BMD 测量方法,其他的影像学检查或其他测量方法。应该注明正常参考数据库来源。

7 设备要求

QCT 测量的 3 种方法:

1. 采集带体模的 CT 体积数据
2. 采集带体模的椎体或四肢单层断面图像
3. 采集椎体或四肢单层断面图像,并单独扫描体模

所有 3 种方法都能准确测量 BMD 评价骨情况。但在随访测量中有不同,一般带体模的精密度好,体积采集避免病人摆位和数据处理对操作员技术的依

赖,精密度比较好。

有多种设备采用 QCT 准确和精确测量 BMD 的方法。设备如下:

1. 设备特异的成人和年龄匹配的正常参考值的软件。有些人种,体重和 BMI 匹配
2. 采用体模或其他校准方法评价 BMD 的准确性和精确性
3. 测量解剖部位图像的标记及相关测量的永久保存
4. 体模或其他校准方法的精密度误差不能超过厂家规定的值,即 $<1\%$ 。体模精密度不等于病人测量精密度,因为技术员的摆位和扫描分析很重要

8 设备的质量控制

QCT 质量控制对复查判断疗效和病情进展的准确性非常重要。质量控制包括两方面:第一是 CT 机本身的维护。二是 QCT 软件,体模和配件的维护

A CT 机要按厂家的要求,有受培训的技术员做基本质量控制步骤。质控的结果要根据厂家的要求,及时解读保证系统的正常运行。如果发现问题,要通知 CT 机维修工程师检修,修好后才能正常运行。

B CT 软件也要根据厂家要求有受训的技术员做基本的质量控制,质控的结果要根据厂家的要求,及时解读保证系统的正常运行。如果发现问题,要通知 CT 机维修工程师检修,修好后才能做病人。

C 测量精密度误差与 CT 机型号,QCT 方法以及技术员的水平有关。虽然可以用 QCT 厂家或文献提供的测量误差数据来评估病人随访前后的 BMD 变化,精密度测试会使这种评估更完善。每个中心应该做精密度测试来确定该中心的精密度误差和最小显著变化值(LSC)。建议用 95% 可信区间。如果一个中心有多个技术员,应该使用所有技术员的平均值。做精密度测试需要征得受试者的知情同意。

D 如果更换 CT 机,X 线球管,CT 机重新校准,软件更新或 QCT 配件的改变,应该重新计算 LSC。

E 设备的监测应该符合 ACR 关于 CT 的技术标准。

9 辐射

放射科医生,医学物理师,技术员和所有医生都有责任减少病人、工作人员和公众辐射剂量,同时要

保证图像质量,在保证检查目的的前提下尽可能降低辐射剂量,即 ALARA 原则。

设备的使用应咨询医学物理师并遵守 ALARA 原则,根据病人的体型,如身高,体重,BMI 或侧位宽度来设定不同的扫描参数。应主动应用影像设备所提供的减少剂量方案,如设备上没有这种方案,应在保证图像质量的同时自行调整扫描方案,使之辐射剂量减低。应该定期测量辐射剂量,患者的辐射剂量应该由物理师根据 ACR 技术标准进行评估(见 ACR Resolution 17, adopted in 2006-revised in 2009, Resolution 11)

10 质量控制和改进,安全,感染控制和病人教育

应该根据美国放射学院(ACR)关于质量控制,病人教育,感染控制,和安全的相关规定,制定相应的制度和流程。

【 推 荐 阅 读 】

- [1] AACE Osteoporosis Task Force. American Association of Clinical Endocrinologists medical guidelines for clinical practice for the prevention and treatment of postmenopausal osteoporosis: 2001 edition, with selected updates for 2003. *Endocr Pract*, 2003, 9: 544-564.
- [2] Ahmed AI, Ilic D, Blake GM, Rymer JM, Fogelman I. Review of 3,530 referrals for bone density measurements of spine and femur: evidence that radiographic osteopenia predicts low bone mass. *Radiology*, 1998,207:619-624.
- [3] Bachrach LK. Bare-bones fact-children are not small adults. *N Eng J Med*, 2004 351:924-6.
- [4] Bachrach LK. Dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) measurements of bone density and body composition: promise and pitfalls. *J Pediatr Endocrinol Metab*, 2000, 13: Suppl 2:983-988.
- [5] Bachrach LK. Osteoporosis and measurement of bone mass in children and adolescents. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 2005,34:521-535.
- [6] Baim S, Wilson CR, Lewiecki EM, Luckey MM, Downs RW, Lentle BC. Precision assessment and radiation safety for dual-energy x-ray absorptiometry: position paper of the International Society for Clinical Densitometry. *J Clin Densitom*, 2005, 8: 371-378.
- [7] Baran DT, Faulkner KG, Genant HK, Miller PD, Pacifici R. Diagnosis and management of osteoporosis: guidelines for the utilization of bone densitometry. *Calcif Tissue Int*, 1997, 61: 433-440.
- [8] Bates DW, Black DM, Cummings SR. Clinical use of bone densitometry: clinical applications. *JAMA*, 2002, 288:1898-1900.
- [9] Blake GM, Gluer CC, Fogelman I. Bone densitometry: current status and future prospects. *Br J Radiol*, 1997,70:S177-S186.
- [10] Bonnick SL, Shulman L. Monitoring osteoporosis therapy: bone mineral density, bone turnover markers, or both? *Am J Med*, 2006, 119:S25-S31.
- [11] Bonnick SL, Johnston CC, Kleerekoper M, et al. Importance of precision in bone density measurements. *J Clin Densitom*, 2001, 4:105-110.
- [12] Brown JP, Josse RG, Scientific Advisory Council of the Osteoporosis Society of Canada. 2002 clinical practice guidelines for the diagnosis and management of osteoporosis in Canada. *CMAJ*, 2002,167:S1-S34.
- [13] Cadarette SM, Jaglal SB, Murray TM, et al. Evaluation of decision rules for referring women for bone densitometry by dual-energy X-ray absorptiometry. *JAMA*, 2001,286:57-63.
- [14] Cooper C, Atkinson EJ, Jacobsen SJ, O'Fallon WM, Melton LJ. Population-based study of survival after osteoporotic fracture. *Am J Epidemiol*, 1993,137:1001-1005.
- [15] Cummings SR, Bates D, Black DM. Clinical use of bone densitometry: scientific review. *JAMA*, 2002, 288:1889-1897.
- [16] Cummings SR, Black DM, Nevitt MC, et al. Bone density at various sites for prediction of hip fractures. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Lancet*, 1993, 341:72-75.
- [17] Fogelman I, Ryan P. Measurement of bone mass. *Bone*, 1992, 13:S23-S28.
- [18] Franck H, Munz M, Scherrer M. Bone mineral density of opposing hips using dual energy X-ray absorptiometry in single-beam and fan-beam design. *Calcif Tissue Int*, 1997,61:445-447.
- [19] Gafni RI, Baron J. Overdiagnosis of osteoporosis in children due to misinterpretation of dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA). *J Pediatr*, 2004,144:253-257.
- [20] Genant HK, Grampp S, Gluer CC, et al. Universal standardization for dual X-ray absorptiometry: patient and phantom cross-calibration results. *J Bone Miner Res*, 1994,9: 1503-1514.
- [21] Genant HK. Universal standardization for dual X-ray absorptiometry: patient and phantom cross-calibration results. *J Bone Miner Res*, 1995,10:997-998.
- [22] Genant HK, Engelke K, Fuerst T, et al. Noninvasive assessment of bone mineral and structure: state of the art. *J Bone Miner Res*, 1996,11:707-730.
- [23] Genant HK, Guglielmi G, Jergas M. Bone Densitometry and Osteoporosis. New York, NY: Springer, 1997.
- [24] Gluer CC, Blake G, Lu Y, et al. Accurate assessment of precision errors: how to measure the reproducibility of bone densitometry techniques. *Osteoporos International*, 1995,5:2: 62-270.
- [25] Hawkinson J, Timins J, Angelo D, Shaw M, Takata R, Harshaw F. Technical White Paper: Bone Densitometry, 2006. Available at: www.crcpd.org/pubs/bonedensitometrywhitepaper.pdf.

Accessed July 26, 2007.

- [26] He YF, Ross PD, Davis JW, Epstein RS, Vogel JM, Wasnich RD. When should bone density measurements be repeated? *Calcif Tissue Int*, 1994,55:243-248.
- [27] Henderson RC, Lark RK, Newman JE, et al. Pediatric reference data for dual X-ray absorptiometric measures of normal bone density in the distal femur. *AJR*, 2002,178:439-443.
- [28] International Society for Clinical Densitometry. Updated 2005 official positions of the International Society for Clinical Densitometry. Available at www.ISCD.org. Accessed July 26, 2007.
- [29] Jacobson JA, Jamadar DA, Hayes CW. Dual X-ray absorptiometry: recognizing image artifacts and pathology. *AJR*, 2000,174:1699-1705.
- [30] Jaovisidha S, Sartoris DJ, Martin EM, De Maeseneer M, Szollar SM, Deftos LJ. Influence of spondylopathy on bone densitometry using dual energy X-ray absorptiometry. *Calcif Tissue Int*, 1997, 60:424-429.
- [31] Jergas M, Genant HK. Spinal and femoral DXA for the assessment of spinal osteoporosis. *Calcif Tissue Int*, 1997,61: 351-357.
- [32] Johnston CC Jr, Slemenda CW, Melton LJ. Clinical use of bone densitometry. *N Engl J Med*, 1991,324:1105-1109.
- [33] Kanis JA, Delmas P, Burckhardt P, Cooper C, Torgerson D. Guidelines for diagnosis and management of osteoporosis. The European Foundation for Osteoporosis and Bone Disease. *Osteoporosis Int*, 1997,7:390-406.
- [34] Kanis JA. Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. *Lancet*, 2002,359:1929-1936.
- [35] Kanis JA, Melton LJ, Christiansen C, Johnston CC, Khaltaev N. The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res*, 1994,9:1137-1141.
- [36] Kaste SC, Kasow, KA, Horwitz EM. Quantitative bone mineral density assessment in malignant infantile osteopetrosis. *Pediatr Blood Cancer*, 2006 Jan 18; [Epub ahead of print]
- [37] Kaste SC, Tong X, Hendrick JM, et al. QCT versus DXA in 320 survivors of childhood cancer: association of BMD with fracture history. *Pediatr Blood Cancer*, 2006,47:936-943.
- [38] Kemmler W, Engelke K, Weineck J, Hensen J, Kalender WA. The Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study: a controlled exercise trial in early postmenopausal women with low bone density — first-year results. *Arch Phys Med Rehabil*, 2003,84: 673-682.
- [39] Klein GL, Bachrach LK, Holm IA. Effects of pharmacologic agents on bone in childhood: an editorial overview. *Pediatrics*, 2007,119:S125-S130.
- [40] Lai K, Rencken M, Drinkwater BL, Chestnut CH 3rd. Site of bone density measurement may affect therapy decision. *Calcif Tissue Int*, 1993,53:225-228.
- [41] Lenchik L, Rochmis P, Sartoris DJ. Optimized interpretation and reporting of dual X-ray absorptiometry (DXA) scans. *AJR*, 1998,171:1509-1520.
- [42] Lenchik L, Sartoris DJ. Current concepts in osteoporosis. *AJR*, 1997,168:905-911.
- [43] Lentle BC, Prior JC. Osteoporosis: what a clinician expects to learn from a patient's bone density examination. *Radiology*, 2003,228:620-628.
- [44] LoCascio V, Bonucci E, Imbimbo B, et al. Bone loss in response to long-term glucocorticoid therapy. *Bone Miner*, 1990, 8:39-51.
- [45] Lodder MC, Haugeberg G, Lems WF, et al. Radiographic damage associated with low bone mineral density and vertebral deformities in rheumatoid arthritis: the Oslo-Truro-Amsterdam (OSTRA) collaborative study. *Arthritis Rheum*, 2003,49:209-215.
- [46] Lyles KW, Gold DT, Shipp KM, Pieper CF, Martinez S, Mulhausen PL. Association of osteoporotic vertebral compression fractures with impaired functional status. *Am J Med*, 1993,94: 595-601.
- [47] Massie A, Reid DM, Porter RW. Screening for osteoporosis: comparison between dual energy X-ray absorptiometry and broadband ultrasound attenuation in 1,000 perimenopausal women. *Osteoporosis Int*, 1993,3:107-110.
- [48] Melton LJ, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Wahner HW, Riggs BL. Long-term fracture prediction by bone mineral assessed at different skeletal sites. *J Bone Miner Res*, 1993,8:1227-1233.
- [49] Melton LJ 3rd. Osteoporosis: a worldwide problem. In: *Proceedings of the Third International Symposium on Osteoporosis*. District of Columbia: Osteoporosis Foundation/National Institutes of Health, 1994:23.
- [50] Melton LJ, Kan SH, Wahner HW, Riggs BL. Lifetime fracture risk: an approach to hip fracture risk assessment based on bone mineral density and age. *J Clin Epidemiol*, 1988,41:985-994.
- [51] Meunier PJ. *Osteoporosis: Diagnosis and Management*. London, England: Martin Dunitz, 1997.
- [52] Miller PD, Bonnick SL, Rosen CJ. Consensus of an international panel on the clinical utility of bone mass measurements in the detection of low bone mass in the adult population. *Calcif Tissue Int*, 1996,58:207-214.
- [53] Mundy GR. *Bone Remodeling and its Disorders*. 2nd edition. London, England: Martin Dunitz; 1997.
- [54] National Osteoporosis Foundation Advisory Board. *Physician's Resource Manual on Osteoporosis*. District of Columbia: National Osteoporosis Foundation; 1994:7.
- [55] Pocock NA, Noakes KA, Griffiths M, et al. A comparison of longitudinal measurements in the spine and proximal femur using lunar and hologic instruments. *J Bone Miner Res*, 1997,12: 2113-2118.
- [56] Pouilles JM, Ribot C, Tremollieres F, Bonneau M, Brun S. Risk factors of vertebral osteoporosis: results of a study of 2,279 women referred to a menopause clinic. *Rev Rhum Mal Osteoartic*, 1991,58:169-177.
- [57] Pouilles JM, Tremollieres F, Ribot C. Spine and femur densitometry at the menopause: are both sites necessary in the

- assessment of the risk of osteoporosis? *Calcif Tissue Int*, 1993, 52:344-347.
- [58] Rand T, Seidl G, Kainberger F, et al. Impact of spinal degenerative changes on the evaluation of bone mineral density with dual energy X-ray absorptiometry (DXA). *Calcif Tissue Int*, 1997, 60:430-433.
- [59] Rehman Q, Lang T, Modin G, Lane NE. Quantitative computed tomography of the lumbar spine, not dual x-ray absorptiometry, is an independent predictor of prevalent vertebral fractures in postmenopausal women with osteopenia receiving long-term glucocorticoid and hormone-replacement therapy. *Arthritis Rheum*, 2002, 46:1292-1297.
- [60] Reid IR, Evans MC, Wattie DJ, Ames R, Cundy TF. Bone mineral density of the proximal femur and lumbar spine in glucocorticoid-treated asthmatic patients. *Osteoporosis Int*, 1992, 2:103-105.
- [61] Rizzoli R, Slosman D, Bonjour JP. The role of dual energy X-ray absorptiometry of lumbar spine and proximal femur in the diagnosis and follow-up of osteoporosis. *Am J Med*, 1995, 98: 33S-36S.
- [62] Rosen CJ. *Osteoporosis: Diagnostic and Therapeutic Principles*. Totowa, NJ: Humana Press; 1997.
- [63] Ross PD, Davis JW, Epstein RS, Wasnich RD. Pre-existing fractures and bone mass predict vertebral fracture incidence in women. *Ann Intern Med*, 1991, 114:919-923.
- [64] Ross PD, Genant HK, Davis JW, Miller PD, Wasnich RD. Predicting vertebral fracture incidence from prevalent fractures and bone density among non-black, osteoporotic women. *Osteoporos Int*, 1993, 3:120-126.
- [65] Rubin SM, Cummings SR. Results of bone densitometry affect women's decisions about taking measures to prevent fractures. *Ann Intern Med*, 1992, 116:990-995.
- [66] Shore RM, Langman CB, Donovan JM, Conway JJ, Poznanski AK. Bone mineral disorders in children: evaluation with dual x-ray absorptiometry. *Radiology*, 1995, 196:535-540.
- [67] Siris ES, Miller PD, Barrett-Connor E, et al. Identification and fracture outcomes of undiagnosed low bone mineral density in postmenopausal women: results from the National Osteoporosis Risk Assessment. *JAMA*, 2001, 286:2815-2822.
- [68] Slosman DO, Casez JP, Pichard C, et al. Assessment of whole-body composition with dual-energy x-ray absorptiometry. *Radiology*, 1992, 185:593-598.
- [69] Southard RN, Morris JD, Mahan JD, et al. Bone mass in healthy children: measurement with quantitative DXA. *Radiology*, 1991, 179:735-738.
- [70] Verheij LF, Blokland JA, Papapoulos SE, Zwinderman AH, Pauwels EK. Optimization of follow-up measurements of bone mass. *J Nucl Med*, 1992, 33:1406-1410.
- [71] Wahner HW, Fogelman I. *Clinical Bone Density*. London, England: Martin Dunitz; 1994.
- [72] Wahner HW, Fogelman I. *The Evaluation of Osteoporosis: Dual Energy X-ray Absorptiometry in Clinical Practice*. London, England: Martin Dunitz; 1998.
- [73] The WHO Study Group. *Assessment of Fracture Risk and its Applications to Screening for Postmenopausal Osteoporosis*. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 1994.
- [74] Wong WW, Hergenroeder AC, Stuff JE, Butte NF, Smith EO, Ellis KJ. Evaluating body fat in girls and female adolescents: advantages and disadvantages of dual-energy x-ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr*, 2002, 76:384-389.
- [75] Wren TA, Liu X, Pitukcheewanont P, Gilsanz V. Bone densitometry in pediatric populations: discrepancies in the diagnosis of osteoporosis by DXA and CT. *J Pediatr*, 2005, 146: 776-779.

(收稿日期:2013-03-25)

美国放射学院 (ACR) 关于定量CT (QCT) 骨密度测量操作指南

作者：[程晓光](#)，[李娜](#)
作者单位：[程晓光\(北京积水潭医院放射科, 100035\)](#)，[李娜\(北京协和医院放射科, 100730\)](#)
刊名：[中国骨质疏松杂志](#) 
英文刊名：[CHINESE JOURNAL OF OSTEOPOROSIS](#)
年，卷(期)：2013, 19(9)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zggzsszz201309026.aspx