

双能 X 射线吸收法与定量 CT 检测强直性脊柱炎患者腰椎骨密度的效果比较

方启帆*, 赵全能, 张玉林

(首都医科大学附属北京安贞医院南充医院南充市中心医院疼痛科, 南充 637000)

摘要:目的 比较双能 X 射线吸收法 (DXA) 与定量 CT (QCT) 在强直性脊柱炎 (AS) 患者腰椎骨密度检测中的效果, 为临床选择合适的骨密度测量方法提供参考。**方法** 选取 2023 年 10 月—2024 年 10 月在本院接受诊疗的 82 例 AS 患者作为研究对象, 所有患者均接受 DXA、QCT 检查, 比较 DXA、QCT 两种方法对 AS 患者骨密度及骨质疏松的检出率, 比较两种方法检测 AS 患者骨密度的一致性。**结果** DXA、QCT 检测对 AS 患者发生骨密度、骨质疏松的检出情况无统计学差异 ($\chi^2=0.242、0.235, P>0.05$)。DXA 诊断 55 例正常骨密度的 AS 患者, 27 例异常患者; QCT 诊断 52 例正常骨密度的 AS 患者, 30 例异常患者。**结论** 针对 AS 患者腰椎骨密度检出情况, DXA、QCT 两种方法在检出率上具有一致性, 临床需结合具体情况选择检测方法。临床可通过早期发现 AS 患者的骨密度异常, 及时采取干预措施, 降低骨折风险, 改善患者生活质量。

关键词: 双能 X 射线吸收法; 定量 CT; 强直性脊柱炎; 腰椎骨密度

0 引言

强直性脊柱炎 (ankylosing spondylitis, AS) 是一种以脊柱和骶髂关节慢性炎症为特征的自身免疫性疾病, 主要累及脊柱和骶髂关节, 易导致骨质疏松, 增加椎体骨折风险^[1-2]。除了炎症性病变外, AS 患者还常伴有骨质疏松, 显著增加椎体骨折的风险, 对患者的生活质量和预后产生一定负面影响^[3]。因此, 早期准确评估 AS 患者的骨密度 (bone mineral density, BMD) 对预防骨折具有重要意义^[4]。双能 X 射线吸收法 (dual-energy X-ray absorptiometry, DXA) 是常用的骨密度检测方法, 由于 AS 患者常伴有脊柱退行性变、韧带钙化, 该方法具有敏感度低的不足^[5]。定量 CT (quantitative computed tomography, QCT) 作为一种三维成像技术, 可较好地地区分皮质骨和松质骨, 具有敏感度高的特点, 但 QCT 存在辐射剂量较高的不足。两种方法在 AS 患者中的适用性存在争议。基于此, 本研究采用 DXA、QCT 两种方法, 对 AS 患者骨密度进行检测, 为临床早期诊断 AS 患者的骨密度异常情况提供支持, 现整理报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2023 年 10 月—2024 年 10 月在本院接受诊疗

的 82 例 AS 患者作为研究对象, 男 53 例, 女 29 例; 年龄 35~76 岁, 平均 (56.13±2.47) 岁; 体质指数为 20~26 kg/m², 平均 (21.16±1.08) kg/m²。纳入标准: ①符合 AS 诊断标准^[6]; ②均接受 DXA、QCT 检查; ③未接受脊柱内固定手术。排除标准: ①心肺功能、肝肾功能严重异常; ②合并严重脊柱畸形、骨代谢异常; ③既往有抗骨质疏松用药史。经医院伦理委员会通过, 所有患者签署知情同意书。

1.2 方法

所有患者均接受 DXA、QCT 检查, 均由科内工作年限 ≥ 10 年的资深放射科医师进行 DXA、QCT 检查, 并根据扫描图像, 对 AS 患者骨密度及骨质疏松发生情况进行诊断。

1.2.1 DXA 检测方法

采用美国 GE Lunar Prodigy Advance™ 的 DXA 扫描仪检测所有患者腰椎 L₁~L₃ 的骨密度情况, 具体方法如下。

(1) 扫描前, 嘱患者穿着宽松衣服, 取下腰带、首饰等外戴金属类饰品。扫描前 12 h 避免摄入含钙剂的食物或补充剂, 以确保测量的准确性。

(2) 患者采用腰椎后前位法仰卧于扫描床, 双腿屈膝

* 通信作者: 方启帆, 住院医师, 研究方向为疼痛学。E-mail: 343952240@qq.com

90°, 小腿下方放置海绵垫块进行支撑, 告知患者在扫描期间需保持静止、避免移动。用铅防护用品遮挡患者颈部, 确保其脊柱居中, 减少腰椎前凸影响。使用标准校准模块进行设备预校准, 扫描范围: 腰椎 L₁~L₃。

(3) 启动扫描, 设备自动发射低能和高能 X 射线, 分别穿透软组织和骨组织, 通常为 1~2 min。设备自带软件自动生成腰椎 L₁~L₃ 的 BMD 值及 T 值、Z 值, 根据 BMD 值诊断 AS 患者发生骨质疏松情况。

1.2.2 QCT 检测方法

采用 Aquilion 64 层 CT 扫描仪检测所有患者腰椎 L₁~L₃ 的骨密度情况, 具体方法如下。

(1) 扫描前方法同 DXA, 腰椎平放在标准位置, 并在患者腰部下方放置标准 QCT 校准模具, 以提高测量的准确性。扫描条件: 管内流 80 mA, 管电压 120 kV, 层厚 5 mm, 螺距 0.984。

(2) 启动扫描, 获取腰椎 L₁~L₃ 三维图像, 使用 Mindways QCT pro 系统软件分析椎体松质骨区域图像。取轴向 CT 图像, 在 L₁~L₃ 每个椎体内部空间最大限度勾勒感兴趣区域 (region of interest, ROI), 需避免骨岛或硬化区域, ROI 大小为 200~400 mm²。校正以排除前皮质骨以及后基底椎静脉, 非同步校准 QCT 使用 Model 4 校准体模, 在此基础上测量松质骨和皮质骨的体积骨密度 (volumetric BMD, vBMD), 测量 3 次取平均值, 根据 vBMD 值诊断 AS 患者发生骨质疏松情况。

1.3 诊断标准

DXA 对 AS 患者骨密度及骨质疏松诊断标准^[7]: BMD 与正常值比较 (男性 1.0~1.2 g/cm², 女性 0.9~1.0 g/cm²); 根据 BMD 计算 T 值和 Z 值, T 值 ≥ -1.0SD 为正常, -2.5SD < T 值 < -1.0SD 为骨量减少, T 值 ≤ -2.5SD 为骨质疏松。

QCT 对 AS 患者骨密度及骨质疏松诊断标准^[8]: vBMD 与正常值比较 (男性 120~150 mg/cm³, 女性 100~130 mg/cm³); vBMD ≥ 120 mg/cm³ 为正常, 80~119 mg/cm³ 为骨量减少, < 80 mg/cm³ 为骨质疏松。

1.4 观察指标

比较 DXA、QCT 两种方法对 AS 患者骨密度及骨质疏松检出率, 检出率 = (检出例数 / 总例数) × 100%。比较 DXA、QCT 两种方法对 AS 患者骨密度检测的一致性。

1.5 统计学处理

本研究采用 SPSS 24.0 统计学软件对所有患者检查资料进行分析, 计数资料用率表示, 采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 提示差异有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 两种方法对 AS 患者骨密度及骨质疏松检出率比较

DXA、QCT 检测对 AS 患者骨密度、骨质疏松的检出情况无统计学差异 ($P > 0.05$), 表明两种方法在诊断骨密度异常和骨质疏松方面具有一致性, 见表 1。

表 1 两种方法对 AS 患者骨密度及骨质疏松检出率比较 (n, %)

检查方法	例数	骨密度检出情况		骨质疏松检出情况	
		正常	异常	正常	异常
DXA	82	55(67.07)	27(32.93)	53(64.63)	29(35.37)
QCT	82	52(63.41)	30(36.59)	50(60.98)	32(39.02)
χ^2		0.242		0.235	
P		0.623		0.628	

2.2 两种方法检测 AS 患者骨密度的一致性分析

DXA 诊断 55 例正常骨密度的 AS 患者, 27 例异常; QCT 诊断 52 例正常骨密度的 AS 患者, 30 例异常, 表明两种方法在诊断骨密度异常方面具有一致性, 见表 2。

表 2 两种方法检测 AS 患者骨密度的一致性分析 (单位: 例)

检查方法	正常	异常	合计
DXA	55	27	82
QCT	52	30	82

3 讨论与结论

DXA 作为目前广泛应用的骨密度测量技术, 采用 X 射线双能量吸收测量总骨密度, 其优势在于操作简便、辐射剂量小以及诊断标准成熟^[9]。但 DXA 主要测量骨小梁与皮质骨的综合 BMD, 受骨赘以及钙化影响, 对实际 BMD 测量有误差, 具有敏感度低的不足。QCT 作为高分辨率 CT 扫描, 不受脊柱退变影响, 能分别测量松质骨和皮质骨的 vBMD 值, 具有敏感度较高的优势。然而, QCT 辐射剂量较高, AS 患者可能需要长期随访和重复检测, 累积辐射剂量可能增加潜在风险。基于此, 本研究分析了 DXA、QCT 在 AS 患者腰椎骨密度检测中的效果。

本研究通过采用 DXA 与 QCT 两种影像学方法, 对 AS 患者 BMD 及骨质疏松的检出情况进行了对比分析。结果显示, 两种方法在 AS 患者的骨密度测定及骨质疏松检出率方面无统计学差异 ($P > 0.05$), 提示 DXA 和 QCT 在诊断 AS 患者骨密度异常和骨质疏松等方面检出率趋同, 临床医生可以根据设备条件、患者情况选择其中一种方法。分析该研究结果, 首先, AS 的病理过程涉及骨生成与骨丢失并存, 脊柱骨赘的形成可能掩盖骨密度下降的实际程度, 导致两种方法在总体骨密度评估上趋于一致。此外, 由于 AS 患者常合并脊柱僵直和结构重塑, DXA 测定易受骨骼形态学改变的影响, 而 QCT 优势在于更精确

地评估松质骨, AS 患者椎体皮质骨与松质骨均受到一定影响, 从而使两种方法对 AS 患者腰椎骨密度检测结果具有一致性。其次, 尽管两种方法在 AS 患者腰椎骨密度及骨质疏松检出率方面无统计学差异, 但二者在检测方法及临床适用情况均具有不同点。DXA 利用不同能量的 X 射线测量骨骼的吸收差异, 具有扫描时间短和辐射剂量低的优势, 针对需要长期多次复查的 AS 患者, 患者接受度较高^[10]。QCT 通过 CT 扫描获取腰椎横断面图像, 并利用已知密度的校准体模计算骨密度进行测量, 不受脊柱退变、钙化及骨赘的影响, 可以针对腰椎 L₁~L₃ 区域进行精确测量, 能更准确地反映 AS 患者的真实骨密度状态; QCT 可运用三维测量能力, 计算 vBMD, 能够区分皮质骨和松质骨, 对早期骨质流失的检测更为敏感^[11]。当 AS 患者发生骨微结构变化时, 可进行提前诊断, 从而降低骨折风险。最后, 两种方法具有互补性。DXA 具有操作简便、辐射剂量低、成本较低的优势, 适合大规模筛查或长期随访; QCT 具有三维成像优势, 避免脊柱骨赘或钙化对结果的干扰, 对局部骨密度的测量更精准。将二者结合可能更全面评估 AS 患者的骨健康状况。本研究结果支持两种方法均可用于 AS 患者的骨密度监测。

本研究结果显示, DXA 诊断 55 例正常骨密度的 AS 患者, 27 例异常患者; QCT 诊断 52 例正常骨密度的 AS 患者, 30 例异常患者, 提示 DXA、QCT 两种方法对于 AS 患者腰椎骨密度检出率具有一致性。分析其原因, 一方面, DXA 是通过二维投影测量骨密度面积, 易受干扰, 所测量的骨密度值有误差。QCT 是通过三维成像测量骨密度体积, 可区分松质骨与皮质骨, 对局部骨密度评估更精准。AS 患者骨密度变化具有双向性(骨赘形成与骨质疏松并存), DXA 的整体测量可能被骨赘掩盖的骨质疏松区域与 QCT 的局部精准测量形成互补, 导致两种方法在诊断骨密度异常和骨质疏松方面具有一致性。DXA 因整体测量可能对骨密度存在误判, 而 QCT 三维成像测量骨密度的敏感性更高, 但若整体骨量因骨赘补偿而未显著下降, 则两种方法的综合结果可能趋同。另一方面, 本研究纳入 82 例 AS 患者作为研究对象, 均选择腰椎同一节段进行测量, 可减少因节段选择差异所导致的偏差。两种方法的一致性支持其在 AS 患者骨密度筛查中的等效性, 临床可根据患者背景选择检查手段。DXA 因其便捷性适合随访监测, 而对于合并脊柱畸形的患者, QCT 更具优势。

综上所述, 针对 AS 患者腰椎骨密度检出情况, DXA、QCT 两种方法在检出率上具有一致性, 临床需结合具体情况选择检测方法。但本研究未进一步探讨 DXA 与 QCT 在不同 AS 分期、不同骨转换状态患者中的适用

性, 需扩大样本量和深入研究。

参考文献

- [1] LEE Y H. Comparative efficacy and safety of janus kinase inhibitors and secukinumab in patients with active ankylosing spondylitis: A systematic review and meta-analysis [J]. *Pharmacology*, 2022, 107(11/12): 537-544.
- [2] DEODHAR A, VAN DER HEIJD D, SIEPER J, *et al.* Upadacitinib in active ankylosing spondylitis: Results of the 2-year, double-blind, placebo-controlled SELECT-AXIS 1 study and open-label extension [J]. *RMD Open*, 2022, 8(2): e002280.
- [3] MEI J, HU H, DING H, *et al.* Investigating the causal relationship between ankylosing spondylitis and osteoporosis in the European population: A bidirectional Mendelian randomization study [J]. *Frontiers in Immunology*, 2023, 14: 1163258.
- [4] LIU J, ZHAO L, YANG X, *et al.* Bone mineral density, bone metabolism-related factors, and microRNA-218 are correlated with disease activities in Chinese ankylosing spondylitis patients [J]. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 2022, 36(2): e24223.
- [5] 李楠, 辛力, 李胜利, 等. 绝经后女性中轴骨与外周骨密度的测量分析 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2024, 30(4): 500-503, 537.
- [6] 黄烽, 朱剑, 王玉华, 等. 强直性脊柱炎诊疗规范 [J]. *中华内科杂志*, 2022, 61(8): 893-900.
- [7] 闫东, GLEN M B, 孙晓雷, 等. 不同双能 X 线骨密度仪交叉校准及其骨密度参考数据库标准化 [J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2022, 15(1): 5-11.
- [8] ZUO Y, LI Q, CHENG X. Bone mineral density at the ankle measured with quantitative CT (QCT) [J]. *Journal of Clinical Densitometry*, 2023, 26(2): 101364.
- [9] 李龙域, 冷子宽, 李劲峰, 等. 超高龄人群脊柱与髌部骨密度差异及其在髌部骨折风险评估中的价值 [J]. *中华实验外科杂志*, 2023, 40(1): 169-172.
- [10] LI Z, CHEN J, YANG J, *et al.* Relationship between paraspinal muscle properties and bone mineral density based on QCT in patients with lumbar disc herniation [J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2024, 25(1): 360.
- [11] LI X, ZHANG Y, XIE Y, *et al.* Correlation between bone mineral density (BMD) and paraspinal muscle fat infiltration based on QCT: A cross-sectional study [J]. *Calcified Tissue International*, 2022, 110(6): 666-673.