

胸腹部平扫 CT 值用于机会性筛查骨质疏松的可行性

王旭,刘磊,刘义军,童小雨,范勇,王诗耕

【摘要】 目的:基于定量 CT(QCT)探讨胸部常规 kVp 平扫和腹部能谱 GSI 平扫下椎体 CT 值用于机会性筛查骨质疏松的可行性。**方法:**前瞻性收集接受胸腹部平扫的患者 431 例,胸部 CT 扫描采用常规 120 kVp,腹部扫描采用能谱(GSI)模式。对胸腹部扫描重叠的 T11~L1 椎体进行分析。使用 QCT 骨密度测量工作站测得胸部常规 120 kVp 下 T11~L1 椎体的骨密度(BMD),同时分别测量胸部 120 kVp 与腹部 GSI 扫描 70 keV 单能量下 T11~L1 椎体的 CT 值。采用组内相关系数(ICC)评估数据测量的一致性,Spearman 相关性检验分析椎体 BMD 值与 CT 值之间的相关性。不同椎体间 CT 值差异采用 Friedman 秩和检验。参考 QCT 诊断标准,将椎体分为骨质疏松、骨量减少和骨量正常组,采用 Kruskal-Wallis 比较三组间及组内 CT 值差异。组内 120 kVp-CT 值和 GSI-CT 值采用 Wilcoxon 秩和检验。以 T11~L1 椎体 BMD 均值行骨质状态判定,采用受试者操作特征(ROC)曲线分析椎体 CT 值评估骨质状态的诊断效能。**结果:**椎体 BMD 与 120 kVp-CT 值和 GSI-CT 值均呈正相关($r=0.976$ 、 0.963 , $P<0.001$)。120 kVp 和 GSI 下 T11~L1 椎体 CT 值依次为 T11[144.00(72.00)、158.00(79.00)]、T12[137.00(67.00)、150.00(76.00)]、L1[128.00(67.00)、137.00(74.00)],不同椎体及椎体内差异均有统计学意义($P<0.001$)。431 例患者共 1293 个椎体,骨量正常组椎体 496 个、骨量减少组椎体 415 个、骨质疏松组椎体 382 个。120 kVp 和 GSI 下骨量正常、骨量减少和骨质疏松组椎体 CT 值依次为 [181.50(43.67)、199.65(48.57)]、[132.20(18.50)、144.00(23.00)]和 [87.75(22.20)、93.30(27.20)],不同骨质状态组间椎体 CT 值差异有统计学意义($P<0.05$),且各组组长内椎体 GSI-CT 值均高于椎体 120 kVp-CT 值($P<0.05$)。120 kVp-CT 值与 GSI-CT 值诊断骨量减少的 AUC 分别为 0.976、0.967,差异无统计学意义($P=0.0937$);诊断骨质疏松的 AUC 均为 1.000,差异无统计学意义($P=1.000$)。**结论:**胸部常规 120 kVp 及腹部 GSI 平扫 CT 值均可用于机会性筛查骨质疏松,诊断效能良好。

【关键词】 骨质疏松;骨密度;定量 CT;能谱 CT;CT 值

【中图分类号】 814.42;R681 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2024)03-0393-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2024.03.016

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Feasibility of chest and abdomen unenhanced CT values for the opportunistic screening of osteoporosis**

WANG Xu, LIU Lei, LIU Yi-jun, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Liaoning 116011, China

【Abstract】 Objective: To explore the feasibility of using vertebral CT values under routine kVp scan of the chest and gemstone spectral imaging (GSI) scan of the abdomen for opportunistic screening of osteoporosis based on quantitative CT (QCT). **Methods:** Prospective collection of 431 patients who underwent thoracic and abdominal unenhanced scans was made with conventional 120kVp for chest CT scans and GSI mode for abdominal scans. The T11~L1 vertebrae overlapped by the thoracic and abdominal scans were analyzed. The bone mineral density (BMD) of the T11~L1 vertebrae at a conventional 120kVp in the chest was measured using a QCT bone densitometry workstation, while the CT values of the T11~L1 vertebrae at 120kVp in the chest and 70keV single energy in the abdominal GSI scan were measured separately. The intra-group correlation coefficient was used to assess the consistency of data measurements, and the Spearman correlation test was used to analyze the correlation between vertebral BMD values and CT values. Differences in CT values between different verte-

作者单位:116011 辽宁,大连医科大学附属第一医院放射科

作者简介:王旭(1998-),男,山西运城人,硕士研究生,主要从事医学影像技术工作。

通讯作者:刘磊, E-mail: liuleidmu1989@163.com

brae were tested using the Friedman rank sum test. By referring to the QCT diagnostic criteria, the vertebrae were divided into osteoporosis, osteopenia and normal bone mass groups, and the Kruskal-Wallis was used to compare the differences in CT values between and within the three groups. Within-group 120kVp-CT values and GSI-CT values were tested using the Wilcoxon rank sum test. The mean BMD values of the T11 to L1 vertebrae were used to determine bone status, and the diagnostic efficacy of the vertebral CT values in assessing bone status was analysed using receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results:** Vertebral BMD was positively correlated with both 120kVp-CT values and GSI-CT values ($r=0.976, 0.963, P<0.001$). Vertebral CT values from T11 to L1 at 120kVp and GSI were, in order, T11 [144.00 (72.00), 158.00 (79.00)], T12 [137.00 (67.00) 150.00 (76.00)], and L1 [128.00 (67.00), 137.00 (74.00)], with statistically significant differences across and within vertebrae ($P<0.001$). The CT values of vertebrae in the normal, osteopenia and osteoporotic groups were [181.50 (43.67), 199.65 (48.57)], [132.20 (18.50), 144.00 (23.00)] and [87.75 (22.20), 93.30 (27.20)] at 120kVp and GSI, respectively, with statistically significant differences in vertebral CT values between the different bone status groups ($P<0.05$), and the vertebral GSI-CT values were higher than the vertebral 120kVp-CT values within each group ($P<0.05$). The AUC for the diagnosis of osteopenia was 0.976 and 0.967 for the 120kVp-CT and GSI-CT values respectively, with no statistically significant difference ($P=0.0937$); the AUC for the diagnosis of osteoporosis was 1.000, with no statistically significant difference ($P=1.000$). **Conclusion:** Both routine chest 120kVp and abdominal GSI scan CT values can be used for opportunistic screening of osteoporosis with good diagnostic efficacy.

【Key words】 Osteoporosis; Bone mineral density; Quantitative CT; Dual-energy spectral CT; CT values

骨质疏松症是一种常见的进行性疾病^[1], 通过筛查早期发现和治疗有助于预防骨质疏松相关疾病, 因此骨密度评估变得越来越重要^[2]。诊断骨质疏松最主要的指标为骨矿物质密度 (bone mineral density, BMD)^[3], 其含量的降低与骨质疏松直接相关。BMD 的测量方法主要有双能 X 线吸收法 (dual-energy X-ray absorptiometry, DXA) 和定量 CT (quantitative CT, QCT)。DXA 结果受椎体及椎小关节骨质增生、韧带钙化的影响较大, 易导致假阴性结果^[4]。QCT 对骨松质的细微变化具有高度敏感性, 准确率高, 但需要特定体模及配套的后处理软件才能实现^[5], 与 DXA 检查相比, 辐射剂量也相对较高, 在一定程度上限制了该技术的应用。

随着 CT 检查的广泛应用, 机会性使用已有的成像数据受到了许多关注。常规胸腹 CT 扫描在疾病的诊断和治疗中有着广泛的应用, 其扫描图像均包含椎体, 承载着有价值的骨质量信息^[6]。本研究基于 QCT 探讨胸部 120 kVp 平扫和腹部能谱成像 (gemstone spectral imaging, GSI) 平扫所获得的椎体 CT 值在机会性筛查骨质疏松的应用价值。

材料与方法

1. 一般资料

前瞻性收集 2022 年 3 月—2022 年 7 月于本院接

受胸腹部平扫的患者 463 例。纳入标准: 配合完成胸腹部平扫检查者, 且胸部为常规 120 kVp、腹部为 GSI 平扫。排除标准: ①椎体外伤史、手术史, 体内有金属植入物 ($n=11$); ②椎体明显增生、严重退行性变、脊椎肿瘤及畸形等 ($n=12$); ③患有骨质代谢疾病 (甲状腺功能亢进、1 型糖尿病等) 及长期使用皮质激素等药物 ($n=9$)。最后共纳入 431 例患者, 男 234 例, 女 197 例, 年龄 22~90 岁, 平均 (53.2 ± 16.1) 岁。本研究经医院伦理委员会批准, 患者均签署知情同意书。

2. 仪器与方法

采用 GE Revolution CT 扫描仪对患者完成胸部和腹部平扫检查。患者仰卧位, 头先进, 双手上举过头顶, 于吸气末屏气进行扫描, 胸部采用常规 kVp 扫描模式, 腹部采用能谱 GSI 扫描模式。胸部扫描参数: 管电压 120 kVp, 3D 智能 mA (100~600 mA), 扫描范围为肺尖至肋膈角下缘水平。腹部扫描参数: 管电压 80~140 kVp 瞬切, 采用 GSI assist 调制 mA, 扫描范围为膈肌上到肝下缘或耻骨联合水平。其余扫描参数相同: 胸腹部噪声指数 (noise index, NI) 均设置为 11, ASIR-V 40%, 探测器宽度 80 mm, 转速 0.6 s/r, 螺距 0.992:1, 矩阵 512×512 , 扫描层厚 5 mm。所有图像均采用标准算法 stdn、1.25 mm 层厚重建; 腹部重建 70 keV 单能量图像, 重建图像均传送至 AW4.7 工作站用于椎体 CT 值测量。胸部重建图像同时传至 QCT

工作站(Model 4 QCT Pro V6.1, Mindways)用于测量椎体 BMD。

3.数据测量

每日患者检查前按照质控标准对 Mindways 非同步 QCT 系统(Model4 校准体模)进行校准。由两名观察者选取 T11~L1 椎体中间层面较均匀、无异常密度的骨松质作为测量区域进行 BMD 测量,软件自动生成感兴趣容积(volume of interest, VOI)区,在横轴面上进行适当调整,横截面积≥100 mm²,各 VOI 设定高度为 9 mm,范围应小于骨皮质边缘,避开骨岛及椎体后静脉丛等区域,包含尽可能多的骨松质(图 1),按照步骤经计算机处理分析得出 BMD。记录各椎体 BMD 值(单位:mg/cm³)。

在矢状面多平面重组图像上选择单椎体正中最大层面及相邻上下层面,在三个层面对应横轴面放置 ROI(图 2),面积为(200±30) mm²,ROI 尽可能多的包含椎体骨松质而不包括皮质骨、椎体静脉丛、骨岛、局灶性异常病变及伪影。取三个层面测量的平均值,作为单椎体的 CT 值。胸腹两次扫描的 T11~L1 椎体使用 AW4.7 工作站 compare 功能实现同步测量,保证同一椎体测量层面的一致性。每一椎体的 120 kVp-CT 值和 GSI-CT 值均由两名观察者重复测量两次。

4.统计学分析

采用 SPSS 24.0 和 MedCalc 18.1 统计分析软件。组内相关系数(intra-class correlation coefficient, ICC)评估观察者间数据测量的一致性,Kolmogorov-Smirnov 检验行正态性分析,不符合正态分布的计量资料采用中位数(四分位间距)表示。以椎体作为研究对象,Spearman 相关性检验用于分析椎体 BMD 值与 CT 值之间的相关性。不同椎体间 CT 值差异采用 Friedman 秩和检验,同椎体 120 kVp 和 GSI 下 CT 值采用 Wilcoxon 秩和检验。按照 QCT 诊断标准^[7],先将单椎体分为骨质疏松、骨量减少和骨量正常组(BMD>120 mg/cm³ 为骨量正常,80 mg/cm³≤BMD≤120 mg/cm³ 为骨量减少,BMD<80 mg/cm³ 为骨质疏松),采用 Kruskal-Wallis 比较三组间及组内 CT 值差异,组内常规 120 kVp 和能谱 GSI 椎体 CT 值比较采用 Wilcoxon 秩和检验。以 T11~L1 椎体 BMD

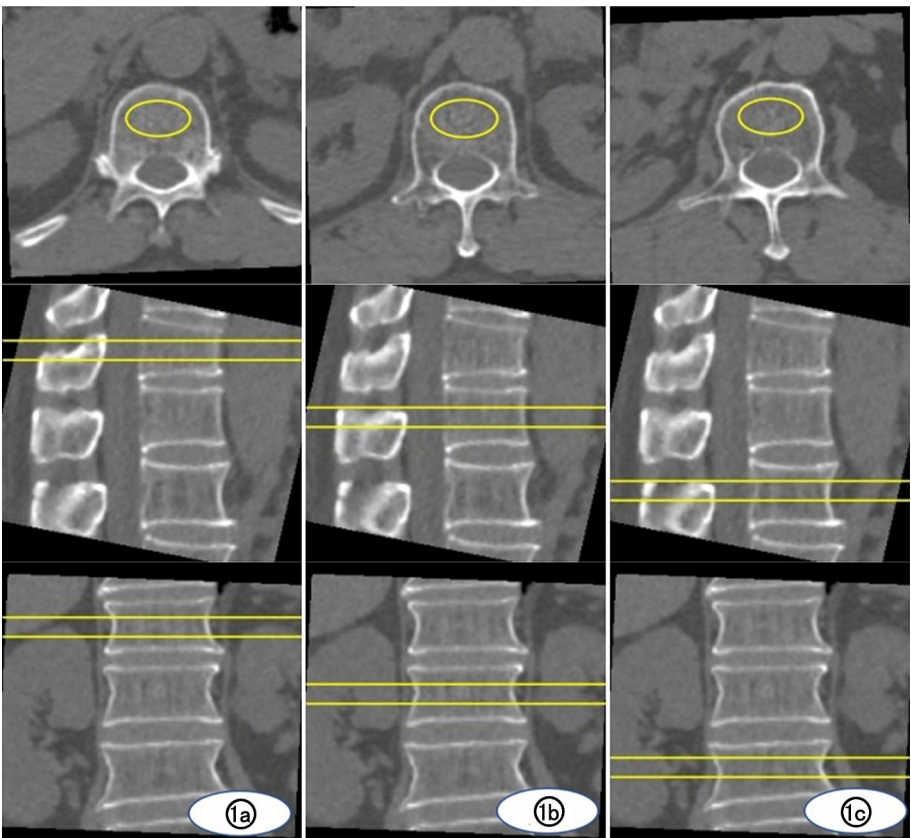


图 1 QCT 测量椎体 BMD 的 VOI 选取示意图。a) T11;b) T12;c) L1。从上到下分别为对应椎体横轴面、矢状面、冠状面图像。

均值行患者骨质状态判断,采用受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,依据 Youden 指数确定 120 kVp-CT 值和 GSI-CT 值判断骨量减低、骨质疏松的最佳截断值,求出相应的特异度和敏感度,DeLong 检验比较其曲线下面积(area under curve, AUC)。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1.观察者间数据测量一致性

两位观察者测量的各椎体 BMD、CT 值一致性均良好(ICC:0.982~0.997, P<0.001)(表 1)。

表 1 观察者数据测量一致性检验

测量值/椎体	ICC(95%CI)	F	P
BMD/mg/cm ³			
T11	0.989(0.997,0.991)	179.683	0.001
T12	0.997(0.997,0.998)	727.804	0.001
L1	0.993(0.992,0.994)	295.660	0.001
kVp-CT 值/HU			
T11	0.985(0.982,0.988)	133.063	0.001
T12	0.986(0.983,0.988)	141.324	0.001
L1	0.990(0.988,0.992)	200.966	0.001
GSI-CT 值/HU			
T11	0.984(0.981,0.987)	125.058	0.001
T12	0.982(0.978,0.985)	112.319	0.001
L1	0.983(0.980,0.986)	119.900	0.001

2.BMD 值与 CT 值的相关性

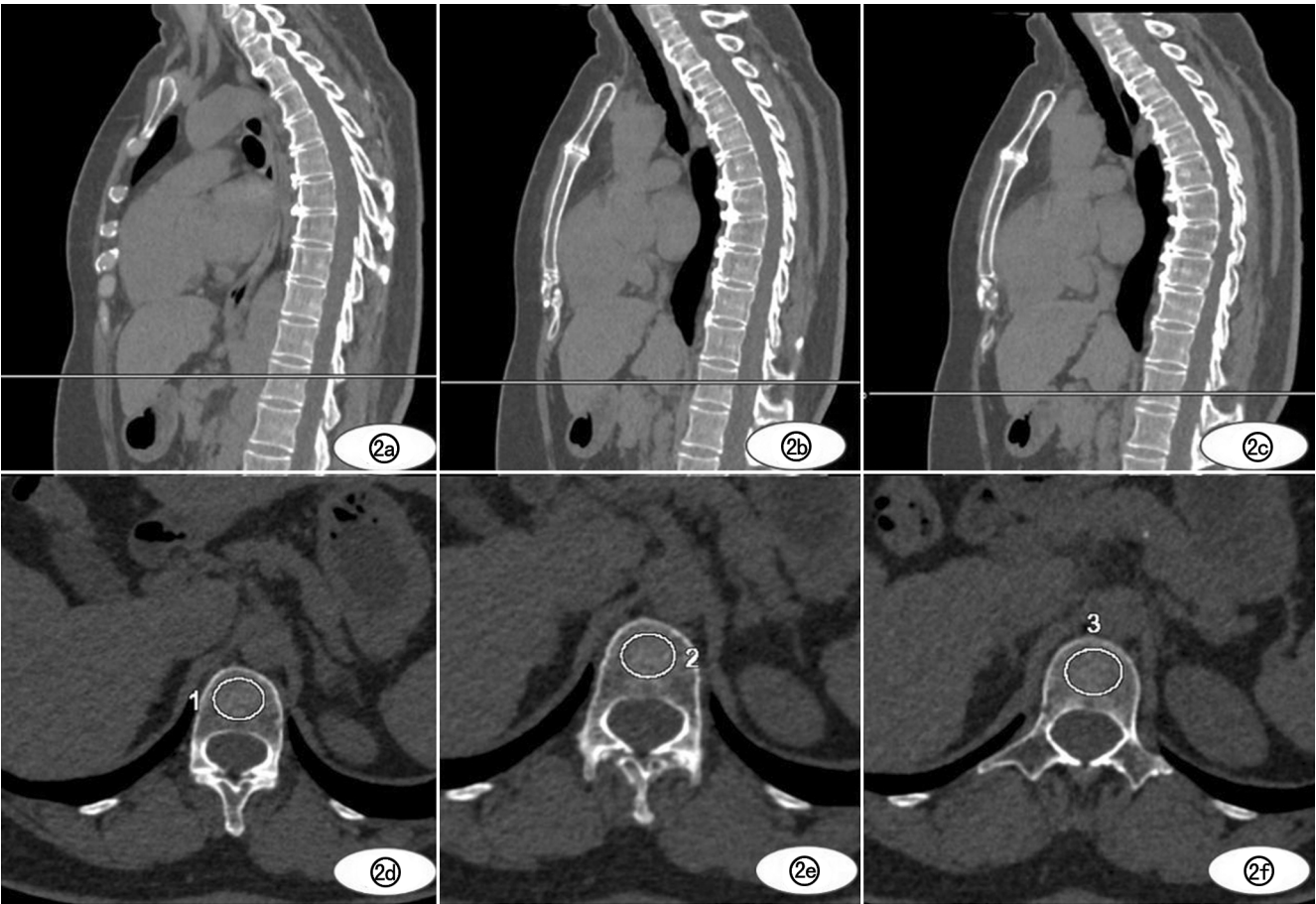


图2 椎体CT值测量示意图。a~c)矢状面 ROI 放置的三个层面;d~f)横轴面图像 ROI 勾画。

BMD 值与 120 kVp-CT 值和 GSI-CT 值均呈线性相关($r=0.976、0.963,P<0.001$),120 kVp-CT 值相关系数高于 GSI-CT 值(图 3)。

3.不同椎体间 CT 值比较

120 kVp 和 GSI 下 T11~L1 不同椎体间 CT 值差异均有统计学意义($P<0.001$),且均呈逐渐降低趋势(表 2)。同椎体 GSI-CT 值均高于 kVp-CT 值,差异有统计学意义($P<0.001$,表 2)。

表 2 不同椎体间 CT 值比较

椎体	kVp-CT 值/HU	GSI-CT 值/HU	Z	P
T11	144.00(72.00)	158.00(79.00)	-15.935	0.001
T12	137.00(67.00)	150.00(76.00)	-16.455	0.001
L1	128.00(67.00)	137.00(74.00)	-16.514	0.001
χ^2	56.449	36.158		
P	0.001	0.001		

4.不同骨质状态组间及组内 CT 值比较

431 例患者共 1293 个椎体,骨量正常组椎体 496 个、骨量减少组椎体 415 个、骨质疏松组椎体 382 个。120 kVp 和 GSI 下椎体骨量正常组、骨量减少组和骨质疏松组 CT 值逐渐降低,不同骨质状态组间椎体 CT 值差异有统计学意义($P<0.05$),且骨量正常、骨量减少及骨质疏松组两两比较,CT 值差异均有统计学意义($P<0.05$)。各组组内椎体 GSI-CT 值均高于椎体

120 kVp-CT 值,差异有统计学意义($P<0.05$,表 3)。

表 3 三组椎体 CT 值比较

分组	kVp-CT 值/HU	GSI-CT 值/HU	Z 值	P 值
骨量正常(n=496)	181.50(43.67)	199.65(48.57)	-18.921	0.001
骨量减少(n=415)	132.20(18.5)	144.00(23.0)	-16.328	0.001
骨质疏松(n=382)	87.75(22.20)	93.30(27.20)	-11.951	0.001
H 值	1093.153	1068.637		
P 值	0.001	0.001		

5.CT 值对骨质状况判定的诊断效能

以 T11~L1 椎体 BMD 均值作为患者骨质状态判断标准,CT 值诊断骨量减少、骨质疏松的 ROC 曲线见图 4。诊断骨量减少与骨量正常的 120 kVp-CT 值最佳截断值为 145.3 HU,敏感度和特异度分别为 92.82%、94.24%,AUC 为 0.976;GSI-CT 值最佳截断值为 164.43 HU,敏感度和特异度分别为 95.68%、88.48%,AUC 为 0.967。诊断骨质疏松与骨量正常 120 kVp-CT 值最佳截断值 116.27 HU,敏感度和特异度分别为 100.00%、100.00%,AUC 为 1.000;GSI-CT 值最佳截断值为 125.63 HU,敏感度和特异度分别为 100.00%、100.00%,AUC 为 1.000。120 kVp-CT 值、GSI-CT 值诊断骨量减低与骨质疏松的 AUC 差异均无统计学意义($P=0.0937、1.000$)。

讨 论

CT 值作为 CT 影像常用的定量指标,在目标区域勾画 ROI 即可获得该组织的 CT 值,简单易得。骨组织密度越大,CT 值越高,骨折的可能性越低,因此 CT 值有望成为一种新的骨质状况判定工具^[8],并且利用临床常规 CT 胸部和腹部扫描图像就可获得椎体 CT 值信息,不会增加患者额外的辐射剂量和检查费用,可用于机会性筛查骨质疏松。

目前推荐在 L1 和 L2 处进行椎体骨密度的测量用于反应患者的骨质状态,但胸部 CT 联合 QCT 在筛查肺癌的同时筛查骨质疏松一站式检查逐渐得到应用推广^[9]。藤剑等^[10]研究表明测量下段胸椎 BMD 诊断骨质疏松的敏感度和特异度高,诊断效能佳。本研究中,测量分析了 T11~L1 椎体,在胸部和腹部 CT 检查中以上椎体均包括在内,而且胸腰段椎体是骨质疏松症并发压缩性骨折的常见部位^[11],对高危人群进行 T11~L1 椎体 CT 值测量具有重要意义。同时 Zhang 等^[12]研究表明在矢状面、冠状面和横轴面上的 CT 测量值之间无显著差异,本研究考虑到横轴面为观察胸腹部病变的常用方位,采用横轴面进行 CT 值测量。

能谱 CT 为临床诊断提供更加丰富的影像和数据信息,使得 CT 由形态学成像发展到定量及功能成像阶段,临床应用越来越广泛^[13]。能谱数据无法用于 QCT BMD 测量,先前研究多采用物质分离技术,选择合适的基物质对来反应骨质状态^[5],GSI 扫描模式下 CT 值评估椎体骨质状态的研究较少。本研究利用了腹部能谱扫描的图像,测得 T11~L1 椎体的 GSI-CT 值,并与常规胸部 120 kVp 扫描下椎体 CT 值进行了比较。能谱可提供 40~140 keV 的 101 种单能量图像,本研究中采用的能级为 70 keV,此能级能量点与 120 kVp 相对应,并且图像质量更佳^[14]。

为了更准确地说明 BMD 与 CT 值的关系,本研究先以单个椎体为研究对象,研究结果显示 BMD 值与 120 kVp-CT 值和 GSI-CT 值均呈线性相关,但 120 kVp-CT 值相关系数高于 GSI-CT 值,是因为 BMD 测量的过程中 CT 值参与了转化,此 CT 值是基于 120 kVp 条件获得的。Wang 等^[15]分析了 T10~L3 椎体 CT 值与 QCT BMD 的相关性,结果显示各椎体与 BMD 值相关性显著, r 值均 >0.900 ,本研究结果与之相符。同时,本研究发现 120 kVp 和 GSI 下 T11~L1 不同椎体间 CT 值均呈逐渐降低趋势,与以往报道的胸腰椎骨密度变化趋势一致^[11]。Li 等^[16]的研究中,骨量正常组、骨量减少组和骨质疏松组的椎体 CT 值差异具有统计学意义,本研究与其结果类似。本研究还发现不同骨质状态下,椎体 GSI-CT 值均高

于 120 kVp-CT 值,对于不同的骨质状态,CT 值升高幅度不一,骨质正常组、骨量减少组和骨质疏松组分别增加了 10.00%、8.93%、6.32%,骨密度越高,增加幅度越大,这是因为 CT 值与 X 线射线能量和物质的密度有关。管电压决定着 X 线能量,X 线能量较低时,光电效应的比重较大,能谱为 80~140 kVp 瞬切,成像过程中 80 kVp 参与的权重更大,与 120 kVp 相比为低管电压,由于光电效应,X 线穿过被照物体时被吸收,探测器接收物质衰减系数 μ 值增大,所以椎体 CT 值升高^[17]; μ 物也随物质的密度的增加而增加,致密骨本身衰减系数高于疏松骨,所以骨量正常组 CT 值提高幅度最大。

本研究中 120 kVp-CT 值与 GSI-CT 值诊断骨量减低、骨质疏松的 ROC 曲线 AUC 均大于 0.95,敏感度和特异度均在 90%左右或以上,诊断试验的真实性较好,符合疾病诊断试验要求,这说明 CT 值可以准确地评估骨质状态,其中 120 kVp-CT 值与 GSI-CT 值诊断骨质疏松的 AUC 均为 1.000,即两种扫描方式下的 CT 值诊断骨质疏松效能是等效的,而 120 kVp-CT 值诊断骨量减低 AUC 略大于 GSI-CT 值,这与高骨量椎体在能谱下 CT 值受影响较大对应。Zaidi 等^[18]总结了以往的文献,推荐 135 HU 和 110 HU 作为在高危人群中诊断骨量减低和骨质疏松的截断值。本研究中 120 kVp-CT 值诊断骨质减少和骨质疏松的截断值分别为 145.3 HU 和 116.27 HU,与以往研究中的截断值接近,但有所不同,可能是因为纳入了胸椎部分椎体。

本研究的不足:①为单中心研究,得出的最佳截断值还需要多中心大数据的进一步验证;②对 70 keV 下椎体 CT 值进行了测量分析,不同单能量下椎体 CT 值与 BMD 的关系需进一步探讨。

综上所述,CT 值用于机会性筛查骨质疏松是可行的,可实现对低骨密度的椎体识别,从而尽早治疗以预防重大脆性骨折,且不增加患者额外的检查费用和辐射剂量。120 kVp-CT 值和 GSI-CT 值均可用来进行骨质状态判定,预测骨质疏松。

参考文献:

- [1] Fuggle NR, Curtis EM, Ward KA, et al. Fracture prediction, imaging and screening in osteoporosis[J]. Nat Rev Endocrinol, 2019, 15(9):535-547.
- [2] Bronw C. Osteoporosis: staying strong[J]. Nature, 2017, 550(7674):S15-S17.
- [3] Kanis JA, Cooper C, Rizzoli R, et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women[J]. Osteoporos Int, 2019, 30(1):3-44.
- [4] Qin L, Huang J, Yu P, et al. Accuracy, agreement, and reliability of DECT-derived vBMD measurements: an initial ex vivo study[J]. Eur Radiol, 2021, 31(1):191-199.

- [5] Zhou S, Zhu L, You T, et al. In vivo quantification of bone mineral density of lumbar vertebrae using fast kVp switching dual-energy CT: correlation with quantitative computed tomography[J]. Quant Imaging Med Surg, 2021, 11(1): 341-350.
- [6] Buenger F, Eckardt N, Sakr Y, et al. Correlation of bone density values of quantitative computed tomography and hounsfield units measured in native computed tomography in 902 vertebral bodies[J]. World Neurosurg, 2021, 151: e599-e606.
- [7] 中华医学会放射学分会骨关节学组, 中国医师协会放射医师分会肌骨学组, 中华医学会骨科学分会骨质疏松学组, 等. 骨质疏松的影像学与骨密度诊断专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(8): 745-752.
- [8] 刘姣姣, 于希越, 秦健. 椎体 CT 值筛查骨质疏松及预测骨折的研究进展[J]. 中国骨质疏松杂志, 2022, 28(1): 129-133.
- [9] 王勇朋, 阳琰, 何生生, 等. 低剂量胸部 CT 与 QCT 椎体骨密度测量一站式扫描可行性研究[J]. 放射学实践, 2018, 33(11): 1194-1197.
- [10] 滕剑, 彭飞, 张羽, 等. 定量 CT 测量胸椎骨密度诊断骨质疏松的初步研究[J]. 实用放射学杂志, 2022, 38(4): 621-624.
- [11] 蹇新梅, 宋玲玲, 杜霞, 等. 定量 CT(QCT)测定健康体检者胸腰椎骨密度分布规律及其相关性[J]. 中国骨质疏松杂志, 2021, 27(10): 1499-1502.
- [12] Zhang D, Wu Y, Luo S, et al. Characteristics of lumbar bone density in middle-aged and elderly subjects: A correlation study between T-scores determined by the DEXA Scan and hounsfield units from CT[J]. J Healthc Eng, 2021: 5443457.
- [13] Cicero G, Ascenti G, Albrecht MH, et al. Extra-abdominal dual-energy CT applications: A comprehensive overview[J]. Radiol Med, 2020, 125(4): 384-397.
- [14] 周旻, 曾勇明, 周蜜, 等. 双能 CT 单能谱 70keV 图像与常规 CT 120kVp 图像的等效性[J]. 中国医学影像技术, 2015, 31(7): 1100-1105.
- [15] Wang P, She W, Mao Z, et al. Use of routine computed tomography scans for detecting osteoporosis in thoracolumbar vertebral bodies[J]. Skeletal Radiol, 2021, 50(2): 371-379.
- [16] Li YL, Wong KH, Law MW, et al. Opportunistic screening for osteoporosis in abdominal computed tomography for Chinese population[J]. Arch Osteoporos, 2018, 13(1): 76.
- [17] 刘艳莹, 胡昊, 李万忠, 等. 基于不同管电压下腰椎定量 CT 骨密度测量临床研究[J]. 放射学实践, 2022, 37(10): 1217-1220.
- [18] Zaidi Q, Danisa OA, Cheng W. Measurement techniques and utility of hounsfield unit values for assessment of bone quality prior to spinal instrumentation: A review of current literature[J]. Spine, 2019, 44(4): e239-e244.

(收稿日期: 2023-02-01 修回日期: 2023-03-30)

《请您诊断》栏目征文启事

《请您诊断》是本刊 2007 年新开辟的栏目, 该栏目以临床上少见或容易误诊的病例为素材, 杂志在刊载答案的同时配发专家点评, 以帮助影像医生更好地理解相关影像知识, 提高诊断水平。栏目开办 13 年来受到广大读者欢迎。《请您诊断》栏目荣获第八届湖北精品医学期刊“特色栏目奖”。

本栏目欢迎广大读者踊跃投稿, 并积极参与《请您诊断》有奖活动, 稿件一经采用稿酬从优。

《请您诊断》来稿格式要求: ①来稿分两部分刊出, 第一部分为病例资料和图片; 第二部分为全文, 即病例完整资料(包括病例资料、影像学表现、图片及详细图片说明、讨论等); ②来稿应提供详细的病例资料, 包括病史、体检资料、影像学检查及实验室检查资料; ③来稿应提供具有典型性、代表性的图片, 包括横向图片(X 线、CT 或 MRI 等不同检查方法得到的影像资料, 或某一检查方法的详细图片, 如 CT 平扫和增强扫描图片)和纵向图片(同一患者在治疗前后的动态影像资料, 最好附上病理图片), 每帧图片均需详细的图片说明, 包括扫描参数、序列、征象等, 病变部位请用箭头标明。

具体格式要求请参见本刊(一个完整病例的第一部分请参见本刊正文首页, 第二部分请参见 2 个月后的杂志最后一页, 如第一部分问题在 1 期杂志正文首页, 第二部分答案则在 3 期杂志正文末页)

栏目主持: 石鹤 联系电话: 027-69378385 15926283035