

论 著

中老年骨质疏松症、脊柱脆性骨折发生情况调查及其与腰椎定量CT骨密度的关系分析*

高江晖^{1,*} 马洪宇¹ 王国庆¹
李贺赞²

1.郑州市中医院放射科
2.郑州市中医院内分泌科 (河南 郑州 450007)

【摘要】目的 探讨中老年骨质疏松症、脊柱脆性骨折发生情况及其与腰椎定量电子计算机断层扫描(CT)骨密度的关系。方法 在郑州市中医院(2022年2月至2024年2月)行定量CT骨密度测量的中老年体检人群598例。统计中老年人腰椎定量CT骨密度测量结果,比较不同性别、年龄腰椎定量CT骨密度、骨质疏松症与脊柱脆性骨折检出情况,不同骨密度分组中老年人的脊柱脆性骨折发生率、骨密度,有无脊柱脆性骨折患者腰椎定量CT骨密度、骨质疏松症发病率,并利用Spearman相关性分析骨密度和骨质疏松症、脊柱脆性骨折患病率的相关性。结果 中老年体检人群598例检测结果显示检出骨质疏松症138例,占比为23.08%,脊柱脆性骨折43例,占比为7.19%。相比于性别为男,性别为女研究对象的骨密度值更低,骨质疏松症检出率则更高($P<0.05$)。相比于40~50岁,>50~80岁研究对象的骨密度值随年龄的升高而呈现逐渐降低趋势,相比于40~70岁,>70~80岁研究对象的骨质疏松症检出率、脊柱脆性骨折检出率则更高($P<0.05$)。相比于骨密度正常者,低骨量、骨质疏松、严重骨质疏松者的骨密度值呈现逐渐降低的趋势,其中严重骨质疏松者最低,脊柱脆性骨折发生率则呈现逐渐升高趋势,其中严重骨质疏松者最高($P<0.05$)。相比于无脊柱脆性骨折,有脊柱脆性骨折研究对象的骨密度值更低,骨质疏松症检出率则更高($P<0.05$)。骨密度与骨质疏松症、脊柱脆性骨折患病率均呈负相关($r=-0.784$ 、 -0.638 , $P<0.05$)。结论 中老年人腰椎定量CT骨密度测量可以反映患者的骨质疏松症及脊柱脆性骨折情况,且与骨质疏松症、脊柱脆性骨折患病率均具有密切关系,能够为预测和防治中老年骨质疏松及脊柱脆性骨折提供定量依据。

【关键词】腰椎定量; 中老年;
电子计算机断层扫描; 骨密度测量;
骨质疏松症; 脊柱脆性骨折
【中图分类号】R445.3
【文献标识码】A
【基金项目】河南省中医药科学专项课题
(2023ZY3102)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.04.048

Investigation on the Incidence of Osteoporosis and Brittle Fracture of Spine in Middle-aged and Elderly People and Its Relationship with Quantitative CT Bone Mineral Density of Lumbar Spine*

GAO Jiang-hui^{1,*}, MA Hong-yu¹, WANG Guo-qing¹, LI He-yun².
1.Department of Radiology, Zhengzhou Traditional Chinese Medicine Hospital, Zhengzhou 450007, Henan Province, China
2.Department of Endocrinology, Zhengzhou Traditional Chinese Medicine Hospital, Zhengzhou 450007, Henan Province, China

ABSTRACT
Objective To investigate the incidence of osteoporosis and brittle fracture of spine in middle-aged and elderly people and its relationship with bone mineral density of lumbar quantitative computed tomography (CT). **Methods** 598 middle-aged and elderly people who underwent quantitative CT bone mineral density measurement in Zhengzhou Traditional Chinese Medicine Hospital (February 2022 ~ February 2024). The quantitative CT bone density measurement results of the lumbar spine of the middle-aged and elderly were counted, and the quantitative CT bone density of the lumbar spine, osteoporosis and fragile fracture detection of the spine were compared in different gender and age groups. The incidence rate and bone density of the spinal fragile fracture of the middle-aged and elderly in different bone density groups, the quantitative CT bone density of the lumbar spine in patients with and without spinal fragile fracture, and the incidence rate of osteoporosis were compared. The Spearman correlation was used to analyze the correlation between bone density and the prevalence rate of osteoporosis and fragile fracture of the spine. **Results** The test results of 598 cases of middle-aged and elderly people showed that 138 cases were osteoporosis, accounting for 23.08%, and 43 cases were fragile fracture of spine, accounting for 7.19%. Compared with male subjects, female subjects have lower bone mineral density and osteoporosis detection rate ($P<0.05$). Compared with 40~50 years old, the bone mineral density of subjects over >50~80 years old showed a decreasing trend with the increase of age. Compared with 40~70 years old, the detection rate of osteoporosis and fragile fracture of spine of subjects over >70~80 years old was higher ($P<0.05$). Compared with normal bone mineral density, the bone mineral density of patients with low bone mass, osteoporosis and severe osteoporosis showed a gradual decrease trend, with severe osteoporosis being the lowest, and the incidence of brittle fracture of spine showing a gradual increase trend, with severe osteoporosis being the highest ($P<0.05$). Compared with no brittle fracture of the spine, the subjects with brittle fracture of the spine have lower bone mineral density and higher detection rate of osteoporosis ($P<0.05$). Bone mineral density was negatively correlated with the prevalence of osteoporosis and brittle fracture of spine ($r=-0.784$, -0.638 , $P<0.05$). **Conclusion** Quantitative CT bone mineral density measurement of lumbar spine in middle-aged and elderly people could reflect the osteoporosis and fragile fracture of spine in patients, and it was closely related to the prevalence of osteoporosis and fragile fracture of spine, and could provide quantitative basis for predicting and preventing osteoporosis and fragile fracture of spine in middle-aged and elderly people. **Keywords:** Lumbar Quantification; Middle-aged and Elderly; Computerized Tomography; BMD; Osteoporosis; Brittle Fracture of Spine

骨质疏松症是脊柱骨质疏松症的主要危险因素,骨质疏松症和脆性脊柱骨折在中国是最常见的,但很少有人接受骨质疏松症的常规定期治疗,骨质疏松症及其伴随的中年和老年家庭和社会的骨质疏松症骨折带来了沉重的经济负担^[1-2]。因此,对其进行防治显得尤为重要。骨密度是骨质疏松症的一个重要诊断标志,其可靠性已得到公认,但骨密度的具体诊断价值还有待进一步研究^[3-5]。双能X线骨密度测量属于一种临床上较为常用的骨密度测定方法,而双能X线骨密度测量手段属于一种平面的投影检测方法,主要测量的是人体的面积骨密度,受测部位若存在骨质增生、骨折、骨外组织钙化及位形旋转等将会对检测的结果造成一定的影响^[6]。而定量电子计算机断层扫描(computed tomography, CT)则是利用临床上使用的CT扫描仪,加上定量的CT专用体模,以及分析软件,来测定人体的骨密度,该种检测方法能够不受被测区域周边组织的干扰。为了进一步探讨中老年患者的定量CT骨密度测定及其与骨质疏松症、脊柱脆性骨折的关系,本研究选取598例行定量CT骨密度测量的中老年体检人群作为研究对象,旨在为临床有效预防及治疗骨质疏松症与脊柱脆性骨折奠定基础,以下为本研究具体内容。

1 资料与方法

1.1 一般资料 临床试验经郑州市中医院伦理委员会审核批准后,选取在郑州市中医院(2022年2月至2024年2月)行定量CT骨密度测量的中老年体检人群598例(40~50岁118

【第一作者】高江晖,男,主治医师,主要研究方向:CT血管成像及腹盆部病变。E-mail: zzszyygh2228@126.com
【通讯作者】高江晖

例, >50~60岁170例, >60~70岁211例, >70~80岁99例)作为研究对象, 男330例, 女268, 体质量指数(body mass index, BMI)18~26 kg/m², 平均(22.51±0.84)kg/m²。

1.2 纳入、排除、脱落及剔除标准

1.2.1 纳入标准 相关疾病诊断分别符合《中国定量CT(QCT)骨质疏松症诊断指南(2018)》^[7]中的相关内容; 依从性好, 可配合完成资料收集及各项检查者; 不存在脊椎外伤骨折史者; 年龄40岁及以上者; 对本研究知情同意者等。

1.2.2 排除标准 合并恶性肿瘤疾病者; 合并其他影响骨密度疾病者; 合并肺结核、艾滋病等传染性疾病者; 合并血液系统相关疾病者; 合并自身免疫系统疾病者; 合并严重肝肾功能不全、其他感染性疾病者; 妊娠或哺乳期妇女等。

1.2.3 脱落及剔除标准 同时参与其他试验研究者。

1.3 研究方法及观察指标

1.3.1 中老年人腰椎定量CT骨密度测量结果 定量CT检查方法: 所有研究对象均采用西门子双源CT Flash CT机进行L1-L2扫描。测量方法如下: 病人取仰卧位, 双腿弯曲, 标准人体模型放在病人腰部以下; 设置参数: 管电压120 kV, 管电流110 mA, 螺距0.938 mm, 螺距0.992, 层厚5 mm, 旋转时间0.5 s, 视野40 cm。扫描范围L1椎体上缘至L5下缘。将CT扫描图像传输至定量CT分析工作站, 采用美国Mindways公司定量CT骨密度分析软件, 测量L1-L2椎体松质骨骨密度(单位: mg/cm³), 半自动设置感兴趣区, 并取均值作为最终测量值, 测量时注意避开骨岛、硬化、椎体后静脉和血管壁钙化。

1.3.2 不同性别腰椎定量CT骨密度、骨质疏松症与脊柱脆性骨折检出情况 统计并记录不同性别腰椎定量CT骨密度、骨质疏松症与脊柱脆性骨折检出情况。

1.3.3 不同年龄腰椎定量CT骨密度、骨质疏松症与脊柱脆性骨折检出情况 统计并记录不同年龄腰椎定量CT骨密度、骨质疏松症与脊柱脆性骨折检出情况。

1.3.4 不同骨密度分组中老年人的脊柱脆性骨折发生率、骨密度统计并记录不同骨密度分组【骨密度正常(>120 mg/cm³)226例、低骨量(80~120 mg/cm³)234例、骨质疏松(50~<80 mg/cm³)107例、严重骨质疏松(≤50 mg/cm³)31例】中老年人的脊柱脆性骨折发生率、骨密度。

1.3.5 有无脊柱脆性骨折患者腰椎定量CT骨密度、骨质疏松症发病率 统计并记录有无脊柱脆性骨折患者腰椎定量CT骨密度、骨

质疏松症发病率。

1.3.6 骨密度和骨质疏松症、脊柱脆性骨折患病率的相关性 利用Spearman相关性分析骨密度和骨质疏松症、脊柱脆性骨折患病率的相关性。

1.4 统计学方法 采用SPSS 26.0软件分析数据, P<0.05表示差异有统计学意义。计数资料: [n(%)]、 χ^2 检验, 多组间予以 χ^2 趋势检验; 计量资料(符合正态分布): ($\bar{x} \pm s$), 组间比较予以独立样本t检验, 多组间比较采用单因素方差分析, 以F表示。利用Spearman相关性分析骨密度和骨质疏松症、脊柱脆性骨折患病率的相关性。

2 结果

2.1 中老年人腰椎定量CT骨密度测量结果 中老年体检人群598例检测结果显示检出骨质疏松症138例, 占比为23.08%, 脊柱脆性骨折43例, 占比为7.19%。

2.2 不同性别腰椎定量CT骨密度、骨质疏松症与脊柱脆性骨折检出情况 比于性别为男, 性别为女研究对象的骨密度值更低, 骨质疏松症检出率则更高(P<0.05), 不同性别脊柱脆性骨折检出率组间比差异没有统计学意义(P>0.05)。见表1。

2.3 不同年龄腰椎定量CT骨密度、骨质疏松症与脊柱脆性骨折检出情况 相比于40~50岁, >50~80岁研究对象的骨密度值随年龄的升高而呈现逐渐降低趋势, 相比于40~70岁, >70~80岁研究对象的骨质疏松症检出率、脊柱脆性骨折检出率则更高(P<0.05)。见表2。

2.4 不同骨密度分组中老年人的脊柱脆性骨折发生率、骨密度相比于骨密度正常者, 低骨量、骨质疏松、严重骨质疏松者的骨密度值呈现逐渐降低的趋势, 其中严重骨质疏松者最低, 脊柱脆性骨折发生率则呈现逐渐升高趋势, 其中严重骨质疏松者最高(P<0.05)。见表3。

2.5 有无脊柱脆性骨折患者腰椎定量CT骨密度、骨质疏松症发病率 相比于无脊柱脆性骨折, 有脊柱脆性骨折研究对象的骨密度值更低, 骨质疏松症检出率则更高(P<0.05)。见表4。

2.6 骨密度和骨质疏松症、脊柱脆性骨折患病率的相关性 骨密度与骨质疏松症、脊柱脆性骨折患病率均呈负相关(r=-0.784、-0.638, P<0.05)。见表5。

2.7 典型病例图片及对应介绍 见图1-3。

表1 不同性别腰椎定量CT骨密度、骨质疏松症与脊柱脆性骨折检出情况

性别	例数	骨密度(mg/cm ³)	骨质疏松症检出率[n(%)]	脊柱脆性骨折检出率[n(%)]
男	330	139.32±22.65	65(19.70)	18(5.45)
女	268	113.09±21.72	73(27.24)	25(9.33)
χ^2 /t值	-	14.344	4.739	3.326
P值	-	<0.001	0.029	0.068

表2 不同年龄腰椎定量CT骨密度、骨质疏松症与脊柱脆性骨折检出情况

年龄段	例数	骨密度(mg/cm ³)	骨质疏松症检出率[n(%)]	脊柱脆性骨折检出率[n(%)]
40~50岁	118	187.85±26.32	20(16.95)	2(1.69)
>50~60岁	170	122.54±23.54 ^a	31(18.24)	7(4.12)
>60~70岁	211	112.67±17.90 ^{ab}	51(24.17)	11(5.21)
>70~80岁	99	96.09±15.65 ^{abc}	36(36.36) ^{abc}	23(23.23) ^{abc}
χ^2 /F值	-	430.281	14.729	47.157
P值	-	<0.001	0.002	<0.001

注: 与40~50岁比较, ^aP<0.05; 与>50~60岁比较, ^bP<0.05; 与>60~70岁比较, ^cP<0.05。

表3 不同骨密度分组中老年人的脊柱脆性骨折发生率、骨密度

分组	例数	脊柱脆性骨折发生率[n(%)]	骨密度(mg/cm ³)
骨密度正常	226	1(0.44)	184.65±17.72
低骨量	234	8(3.42) ^d	109.64±3.43 ^d
骨质疏松	107	16(14.95) ^{de}	72.37±2.11 ^{de}
严重骨质疏松	31	18(58.06) ^{def}	37.19±4.13 ^{def}
χ ² /F值	-	150.295	3702.651
P值	-	<0.001	<0.001

注：与骨密度正常比较，^dP<0.05；与低骨量比较，^eP<0.05；与骨质疏松比较，^fP<0.05。

表4 有无脊柱脆性骨折患者腰椎定量CT骨密度、骨质疏松症发病率

有无脊柱脆性骨折	例数	骨密度(mg/cm ³)	骨质疏松症检出率[n(%)]
有	43	97.43±12.62	27(62.79)
无	555	129.90±21.26	16(2.88)
t值	-	9.876	205.736
P值	-	<0.001	<0.001

表5 骨密度和骨质疏松症、脊柱脆性骨折患病率的相关性

指标	骨质疏松症		脊柱脆性骨折患病率	
	r值	P值	r值	P值
骨密度	-0.784	<0.001	-0.638	<0.001

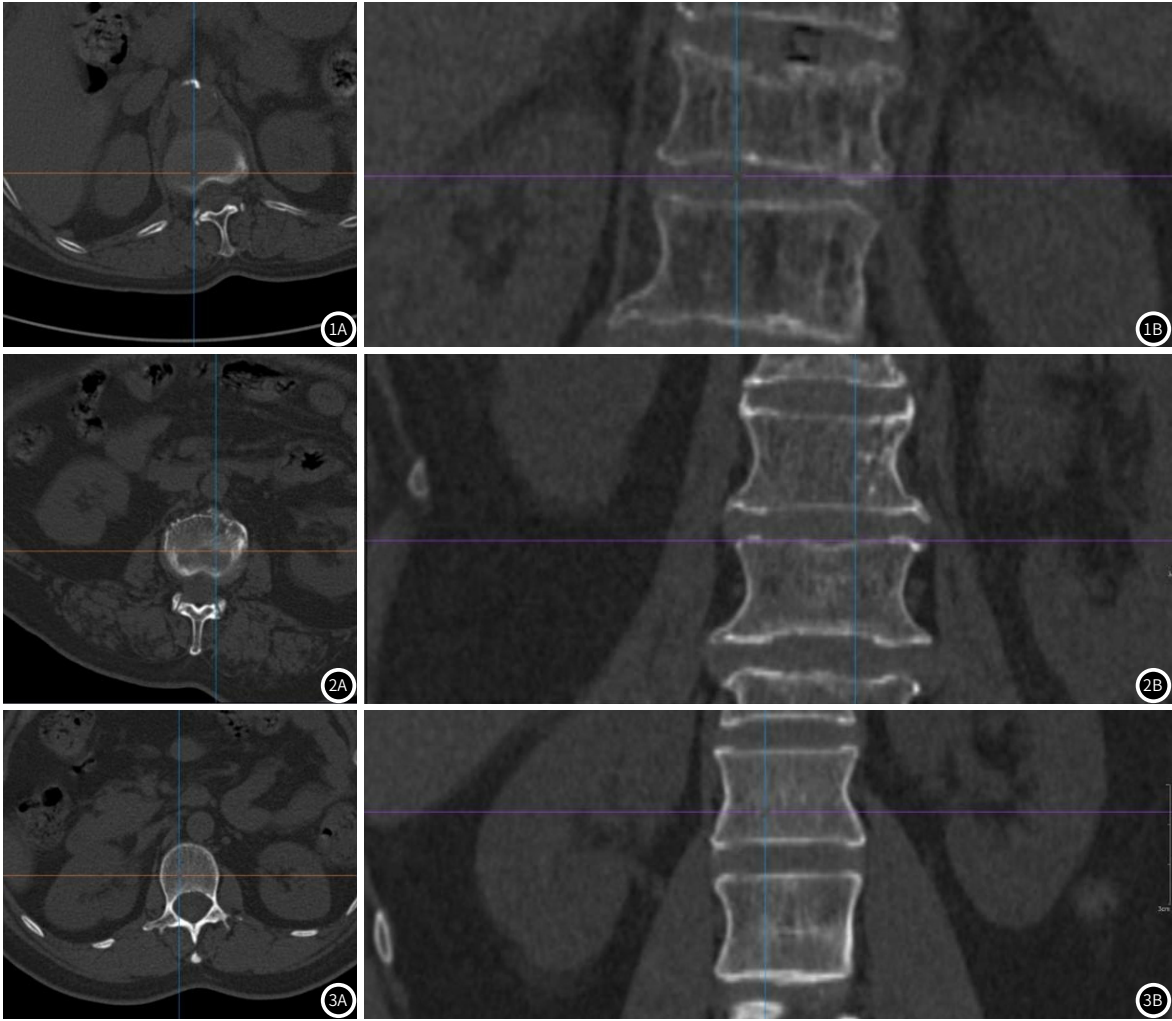


图1A-图1B 腰椎定量CT。病例1，患者男，75岁，腰椎骨密度值低于80mg/cm³，诊断为骨质疏松。
图2A-图2B 腰椎定量CT。病例2，患者男，65岁，腰椎骨密度值介于80-120mg/cm³，诊断为低骨量。
图3A-图3B 腰椎定量CT。病例3，患者女，46岁，腰椎骨密度值大于120mg/cm³，诊断为骨密度正常。

3 讨论

骨质疏松症是一种以骨质疏松、骨微结构破坏为特征，易出现脆性骨折的全身性疾病^[8-10]。脆性骨折是指只要受到外力就会发生的骨折，多见于骨质疏松症患者^[11-12]。随着人口的逐渐老年化，骨质疏松症及脆性骨折的发生率呈逐年上升趋势，因其病

程较慢，临床表现不明显，很多患者在患病初期都没有得到及时的诊治，造成了庞大的患者基数，导致临床出现了很高的脊柱脆性骨折发生率，对社会、家庭造成了很大的压力^[13-15]；所以，对骨质疏松症及其伴随的脆性骨折进行早期诊断和预防十分重要。

本研究结果显示,中老年体检人群598例检测结果显示检出骨质疏松症138例,占比为23.08%,脊柱脆性骨折43例,占比为7.19%,相比于性别为男,性别为女研究对象的骨密度值更低,骨质疏松症检出率则更高,相比于40~50岁,>50~80岁研究对象的骨密度值随年龄的升高而呈现逐渐降低趋势,相比于40~70岁,>70~80岁研究对象的骨质疏松症检出率、脊柱脆性骨折检出率则更高,相比于无脊柱脆性骨折,有脊柱脆性骨折研究对象的骨密度值更低,骨质疏松症检出率则更高,提示中老年人腰椎定量CT骨密度测量可以反映患者的骨质疏松症及脊柱脆性骨折情况,且与骨质疏松症、脊柱脆性骨折患病率均有可能具有一定的关系。随着男性和女性年龄的增长,骨质流失现象越来越严重,而雌激素在这一进程中发挥着关键的作用,绝经后雌激素水平降低,加速了骨的吸收,打破了骨的生成和丢失,从而造成了骨质疏松;雄性睾丸激素会转化为雌性激素,减少骨吸收,随着年龄的增长,男性类固醇的含量会下降,这可能是男性骨骼强度不如女性下降得那么快的原因^[16-17]。另外,脊柱脆性骨折与骨密度有关,与同龄组相比,患有脆性骨折的同龄组具有更低的骨密度^[18]。相关研究^[19-20]认为对绝经后女性及中老年男性,无论其骨密度结果如何,均可在X线检查中发现明显的骨质疏松症或骨质疏松性骨折。

本研究结果显示,相比于骨密度正常,低骨量、骨质疏松、严重骨质疏松的骨密度值均较低,其中严重骨质疏松最低,脊柱脆性骨折发生率则均较高,严重骨质疏松最高,提示中老年人骨密度与骨质疏松、脊柱脆性骨折发生均具有一定关系,研究进一步分析,结果显示,骨密度与骨质疏松症、脊柱脆性骨折患病率均呈负相关,进一步提示中老年人腰椎定量CT骨密度测量与骨质疏松症、脊柱脆性骨折患病率均具有密切关系,能够为预测和防治中老年骨质疏松及脊柱脆性骨折提供定量依据。骨质疏松症患者的骨量减少,骨头脆性增强,受到外力时更易出现骨折;骨质疏松症的患者一般都有较低的骨质密度,从而使骨头更薄、更脆,骨质疏松症是因为骨吸收与骨形成的平衡被破坏^[21]。破骨细胞对骨的破坏是骨吸收,而骨生成则是由成骨细胞对骨的重塑过程,骨质疏松症时,破骨细胞活动增加,成骨细胞减少,骨吸收大于骨生成,这种不平衡可引起骨质疏松症,进而提高脆性骨折的危险^[22]。随着我国40岁以上人口及65岁以上人口数量的快速增长,中老年人骨骼的力量、韧性下降,其骨质密度也随之下降,同时因为脊椎承载着身体的重量,所以该部位更容易出现脆性骨折^[23]。定量CT是一种利用X射线在不同组织内的光强变化,通过CT成像来实现对骨的准确三维重构^[24]。在进行扫描的过程中,X射线能够穿过骨头的组织,到达一个检测器,然后转换成电信号;在此基础上,将采集到的电信号转化为数字化的信号,从而得到骨骼的三维立体图像;最后,利用该方法得到各像素点的骨密度值。在像素级别上,定量CT能将骨组织与松质组织区别开来,并能单独计算其骨密度,这一区别在评价骨质疏松症的严重性方面是很有价值的,因为在评价骨质疏松症的严重性时,皮质骨骨量往往要优于松质骨,能够为预测和防治中老年骨质疏松及脊柱脆性骨折提供定量依据^[25]。

综上,中老年人腰椎定量CT骨密度测量可以反映患者的骨质疏松症及脊柱脆性骨折情况,且与骨质疏松症、脊柱脆性骨折患病率均具有密切关系,能够为预测和防治中老年骨质疏松及脊柱脆性骨折提供定量依据。但是,这项研究也有一些局限性,所涉及的样本数比较小;由于只是单中心的临床研究,其结论的普适性还有待于进一步的研究。

参考文献

- [1] Halesh G T, Sathish P. Femur bone volumetric estimation for osteoporosis classification based on deep learning with tuna jellyfish optimization using X-ray images[J]. Multiagent and Grid Systems, 2024, 20(1): 1-25.
- [2] 杨建成, 唐清华, 李青梅, 等. 骨质疏松专科医师早期介入脆性骨折患者管理对骨质疏松诊疗率的影响[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2023, 16(4): 315-320.
- [3] Wang S X, Chen Y, Zhao W Y, et al. Assessing the association between a sedentary lifestyle and prevalence of primary osteoporosis: a community-based cross-sectional study among Chinese population[J]. BMJ Open, 2024, 14(6): e080243-e080243.
- [4] 徐沁, 王黎明, 沙卫平, 等. X射线骨皮厚度值及扫描灰度值对老年骨质疏松症病人髌部脆性骨折风险的预测价值[J]. 实用老年医学, 2022, 36(8): 805-808.
- [5] 李超, 邱峰, 丁俊峰, 等. 基于证素辨证探讨无锡地区老年性骨质疏松症证型分布与脆性骨折的相关性[J]. 广州中医药大学学报, 2020, 37(11): 2087-2093.
- [6] 邱峰, 程盛, 张贤, 等. 老年性骨质疏松症中医证型与脆性骨折的相关性[J]. 西部中医药, 2019, 32(12): 53-55.
- [7] 《中国定量CT(QCT)骨质疏松症诊断指南》工作组, 程晓光, 王亮, 等. 中国定量CT(QCT)骨质疏松症诊断指南(2018)[J]. 中国骨质疏松杂志, 2019, 25(6): 733-737.
- [8] Xiaoli Z, Lina Z, Zepei Z, et al. Identification of shared gene signatures and pathways for diagnosing osteoporosis with sarcopenia through integrated bioinformatics analysis and machine learning[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2024, 25(1): 435-435.
- [9] 李凯, 陈捷, 赵林芬, 等. 中国人群定量CT(QCT)脊柱骨密度正常参考值的建立和骨质疏松症QCT诊断标准的验证[J]. 中国骨质疏松杂志, 2019, 25(9): 1257-1262, 1272.
- [10] 刘梦珂, 秦健, 李长勤. CT及MRI对骨质疏松的定量研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(21): 1972-1975.
- [11] Hang Z, Zelin Z, Xingda C, et al. Constructing and validating a predictive nomogram for osteoporosis risk among Chinese single-center male population using the systemic immune-inflammation index[J]. Scientific Reports, 2024, 14(1): 12637-12637.
- [12] Gianpaolo V, Gennaro G D, Giovanni C, et al. A novel case-finding strategy based on artificial intelligence for the systematic identification and management of individuals with osteoporosis or at varying risk of fragility fracture[J]. Archives of Osteoporosis, 2024, 19(1): 45.
- [13] 李仕伟, 王柏灵, 石成, 等. 骨细胞相关标志物在骨质疏松症和脆性骨折预测中的研究进展[J]. 中国医药导报, 2023, 20(20): 52-55.
- [14] 李小海, 谢光友, 梁力嵩, 等. 贵州中老年人腰椎QCT骨密度及脊柱脆性骨折的骨密度分析[J]. 实用医学杂志, 2023, 39(1): 60-65.
- [15] 叶林辉, 高增鑫, 包先国, 等. X线及磁共振成像在不同分型骨质疏松性胸腰椎骨折患者经皮后凸成形术中的效果评价[J]. 实用临床医药杂志, 2023, 27(12): 6-10.
- [16] 马安培, 赵国阳, 陈虹谷, 等. 中老年髌部脆性骨折患者股骨近端骨小梁类型指数与骨代谢生化指标相关性分析[J]. 中国骨质疏松杂志, 2023, 29(4): 527-530.
- [17] 杨檀, 唐凯, 高萌, 等. 昆明地区中老年人定量CT骨密度测定及骨质疏松症患病率调查[J]. 中国骨质疏松杂志, 2022, 28(9): 1330-1335.
- [18] 罗伟, 陈建平, 孙倩倩, 等. 椎小关节注射与经皮椎体后凸成形治疗椎体轻度脆性骨折: 快速镇痛与恢复脊柱稳定性[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(20): 3168-3173.
- [19] Zichen F, Zixuan W, Yongchen Z. Integration of bioinformatics and machine learning approaches for the validation of pyrimidine metabolism-related genes and their implications in immunotherapy for osteoporosis[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2024, 25(1): 402.
- [20] 郑飞, 赵博, 高姣静, 等. 人工智能CT定量参数预测骨质疏松性椎体骨折预后的价值[J]. 临床误诊误治, 2023, 36(3): 134-138.
- [21] 邓闰军, 孙振国, 翁伟, 等. 腰椎定量CT在合并脊柱侧弯的骨质疏松性骨折行椎体成形术的应用价值[J]. 中国骨伤, 2021, 34(11): 1077-1082.
- [22] 马惠倪, 夏晶晶. 老年骨质疏松性骨折患者定量CT法骨密度测量值及血清BALP、IGF1、25(OH)D3水平检测意义[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(11): 164-166.
- [23] 潘亚玲, 陈彤彤, 王玲琦, 等. 定量CT测量T12骨密度替代病变腰椎用于骨质疏松诊断的可行性[J]. 中国医学影像技术, 2019, 35(7): 1086-1090.
- [24] 高睿, 王新文, 郭雅君, 等. 定量CT计算机辅助诊断系统3D半自动测量法对骨质疏松症的诊断价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2023, 31(4): 400-404.
- [25] 孙振国, 杨红航, 李恒, 等. 腰椎定量CT对骨质疏松性胸腰椎骨折行椎体成形术的指导意义[J]. 中国骨伤, 2020, 33(2): 111-115.

(收稿日期: 2024-10-09)

(校对编辑: 江丽华)