

腰椎 MRI 椎体骨质量评分评价绝经后女性骨质疏松的严重程度

刘浩, 杨红胜, 曾智谋, 王力平, 杨坤海, 胡永荣, 屈波

https://doi.org/10.12307/2022.966

投稿日期: 2021-12-08

采用日期: 2022-01-19

修回日期: 2022-02-24

在线日期: 2022-03-16

中图分类号:

R459.9; R318; R445

文章编号:

2095-4344(2023)04-00606-06

文献标识码: B

文章快速阅读: 基于腰椎 MRI 的椎体骨质量评分评估绝经后女性骨质疏松

文章亮点一

△创新性提出评估绝经后女性椎体骨质疏松严重程度的 MRI 评估方法, 且与骨密度具有良好的相关性;
△该评分能够对骨量异常具有良好的诊断效果, 并且求得椎体骨质量评分诊断骨量异常的阈值以及诊断效能。

样本筛选: 纳入接受过骨密度检查和腰椎 MRI 检查的绝经后女性患者的临床资料, 共计 163 例。

根据髌部骨密度结果: 分为骨量正常组与骨量异常组(骨量减少/骨质疏松)。

结果: 椎体骨质量评分与股骨颈 T 值呈中度负相关; 采用椎体骨质量评分预测骨量异常的准确度为 81.9%, 其诊断骨量异常的 cut-off 值为 3.08, 敏感度为 86.1%, 特异性为 75.0%。

文题释义:

椎体骨质量评分: 是基于腰椎 MRI T1 加权像, 通过测量感兴趣区域的信号强度, 测量椎体内部信号强度的一种评分方法。因为在骨质疏松椎体内部有骨髓脂肪细胞的增多, 可在 MRI 图像中表现出一种高信号, 进而测量出椎体骨质量评分, 用于评估是否存在骨质疏松的情况。

摘要

背景: 尽管目前双能 X 射线骨密度仪仍是诊断骨质疏松症的金标准, 但在进行骨密度测量时会因为椎体疾病、腰椎退行性改变而导致骨密度结果不准确, 并且骨密度仅能反映骨强度的 60%, 这使得许多学者致力于研究骨质疏松症的诊断方法, 此次研究致力于通过 MRI 寻找一种用于筛查或诊断骨质疏松症的检测方法。

目的: 探讨基于腰椎 MRI 的椎体骨质量评分在绝经后女性骨质疏松中评估的作用。

方法: 回顾性分析 2017 年 1 月至 2021 年 6 月在成都医学院第一附属医院诊治的 163 例绝经后女性的临床资料, 根据双能 X 射线骨密度仪获得的髌部 T 值, 将研究对象分为正常骨密度组($n=48$)及骨量减少/骨质疏松组($n=115$), 并测量出椎体骨质量评分。比较两组一般情况、T 值及椎体骨质量评分, 分析椎体骨质量评分与髌部 T 值的关系, 并利用受试者工作特征曲线评价该评分预测骨质疏松症的准确度、特异性与敏感性, 以及阈值。

结果与结论: ①两组体质量指数、高血压史、糖尿病史、长期激素使用史相比差异均无显著性意义($P > 0.05$), 骨量减少/骨质疏松组年龄高于正常骨密度组, 差异有显著性意义($P < 0.05$); ②骨量减少/骨质疏松组椎体骨质量评分明显高于骨量正常组, 差异有显著性意义($P < 0.05$); ③椎体骨质量评分与股骨颈 T 值呈中度负相关($r=-0.625, P < 0.01$); ④椎体骨质量评分预测骨量减少/骨质疏松的准确度为 81.9%, 诊断骨量减少/骨质疏松的 cut-off 值为 3.08, 敏感度为 86.1%, 特异性为 75.0%; ⑤提示基于腰椎 MRI 的椎体骨质量评分对绝经后女性的骨质疏松情况具有良好的评估价值, 可作为评估骨质疏松的补充方法以及测量骨质疏松的一种机会性筛查方法。

关键词: 绝经后骨质疏松症; 椎体骨质量评分; 骨质量; 磁共振成像; 骨密度

缩略语: 双能 X 射线吸收法; dual-energy X-ray absorptiometry, DXA; 椎体骨质量: vertebral bone quality, VBQ

Lumbar MRI vertebral bone quality score to evaluate the severity of osteoporosis in postmenopausal women

Liu Hao, Yang Hongsheng, Zeng Zhimou, Wang Liping, Yang Kunhai, Hu Yongrong, Qu Bo

Department of Orthopedics, First Affiliated Hospital of Chengdu Medical College, Chengdu 610500, Sichuan Province, China

Liu Hao, Master candidate, Department of Orthopedics, First Affiliated Hospital of Chengdu Medical College, Chengdu 610500, Sichuan Province, China

Corresponding author: Qu Bo, MD, Associate chief physician, Department of Orthopedics, First Affiliated Hospital of Chengdu Medical College, Chengdu 610500, Sichuan Province, China

Abstract

BACKGROUND: Although the current dual-energy X-ray bone densitometer is still the gold standard for the diagnosis of osteoporosis, the results of bone density measurement may be inaccurate due to vertebral disease and degenerative changes in the lumbar spine. Moreover, bone density can only reflect 60% of bone strength, which makes many scholars devote themselves to the study of diagnostic methods for osteoporosis. This study is dedicated to finding a detection method for screening or diagnosing osteoporosis through MRI.

OBJECTIVE: To explore the role of vertebral bone quality score based on lumbar MRI in the assessment of osteoporosis in postmenopausal women.

成都医学院第一附属医院骨科, 四川省成都市 610500

第一作者: 刘浩, 男, 1994 年生, 四川省成都市人, 汉族, 成都医学院在读硕士, 主要从事骨质疏松症的临床研究。

通讯作者: 屈波, 博士, 副主任医师, 成都医学院第一附属医院骨科, 四川省成都市 610500

https://orcid.org/0000-0001-8946-7616 (刘浩)

基金资助: 四川省科技厅项目 (2021YFG0324), 项目负责人: 屈波; 四川省中医药管理局 (2020LC0073), 项目负责人: 屈波; 成都医学院校基金 (CYZ19-23), 项目负责人: 曾智谋

引用本文: 刘浩, 杨红胜, 曾智谋, 王力平, 杨坤海, 胡永荣, 屈波. 腰椎 MRI 椎体骨质量评分评价绝经后女性骨质疏松的严重程度 [J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(4):606-611.



METHODS: The clinical data of 163 postmenopausal women diagnosed and treated in the First Affiliated Hospital of Chengdu Medical College from January 2017 to June 2021 were retrospectively analyzed. According to the dual-energy X-ray bone densitometer to obtain the hip T value, the subjects were divided into normal bone density group ($n=48$) and osteopenia/osteoporosis group ($n=115$). Vertebral bone quality score was measured. The general conditions, T value and vertebral bone quality score were compared between the two groups. The relationship between VBQ score and hip T value was analyzed. Receiver operating characteristic curve was used to evaluate the score in predicting the accuracy, specificity, sensitivity, and the threshold of osteoporosis.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) There was no significant difference in body mass index, history of hypertension, history of diabetes, and history of long-term hormone use between the two groups ($P > 0.05$). The age of the osteopenia/osteoporosis group was significantly higher than that of the normal bone density group ($P < 0.05$). (2) Vertebral bone quality score in the osteopenia/osteoporosis group was significantly higher than that in the normal bone mass group ($P < 0.05$). (3) Vertebral bone quality score and femoral neck T-score showed the moderately negative correlation ($r=-0.625$, $P < 0.01$). (4) The accuracy of vertebral bone quality score in predicting osteopenia/osteoporosis was 81.9%; the cut-off value for diagnosing osteopenia/osteoporosis was 3.08, and the sensitivity was 86.1% and the specificity was 75.0%. (5) The vertebral bone quality score based on lumbar MRI has good values in the assessment of osteoporosis in postmenopausal women, and can be used as a supplementary method for the assessment of osteoporosis and an opportunistic sieve for measuring osteoporosis check method.

Key words: postmenopausal osteoporosis; vertebral bone quality score; bone quality; magnetic resonance imaging; bone mineral density

Funding: a grant from Sichuan Provincial Department of Science and Technology, No. 2021YFG0324 (to QB); Sichuan Provincial Administration of Traditional Chinese Medicine, No. 2020LC0073 (to QB); The Fund of Chengdu Medical College, No. CYZ19-23 (to ZJM)

How to cite this article: LIU H, YANG HS, ZENG ZM, WANG LP, YANG KH, HU YR, QU B. Lumbar MRI vertebral bone quality score to evaluate the severity of osteoporosis in postmenopausal women. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2023;27(4):606-611.

0 引言 Introduction

绝经后骨质疏松症主要是由于绝经后雌激素水平降低, 骨吸收增多, 骨形成减少^[1-2], 同时发生骨质疏松性骨折的风险明显增加, 致残率和死亡率也明显增加。根据指南, 骨质疏松症是通过双能 X 射线吸收法 (dual-energy X-ray absorptiometry, DXA) 来诊断的, 但仅能反映骨强度的 60%^[3-4]。骨强度则是反映骨骼抵御骨折的能力, 由骨矿盐含量及骨质量决定^[5], 因此简单、准确、快速地评估绝经后女性的骨质量情况则可能有助于预防骨质疏松及相关并发症的发生。有研究表明, 通过测量腰椎 MRI T1 加权像的椎体信号强度可用于评估骨质量及骨质疏松, 且比 DXA 更敏感^[6]。近年来, 随着磁共振技术的发展及普遍应用, 使得磁共振检查可在各级医疗机构常规开展。基于腰椎 MRI T1 加权像的椎体骨质量 (vertebral bone quality, VBQ) 评分通过评估椎体内部的脂肪浸润程度, 可能有助于评估椎体骨质量及骨质疏松情况, 但 VBQ 评分用于绝经后女性骨质量的评估作用国内外未见文献报告。

此次研究将回顾性分析绝经后女性基于腰椎 MRI 的 VBQ 评分与髌部骨密度的关系, 探讨基于腰椎 MRI 的 VBQ 评分在评估绝经后女性骨质量及骨质疏松中的作用。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析, 采用独立样本 t 检验分析两组间的骨密度 T 值及 VBQ 评分, VBQ 评分与骨密度 T 值之间的相关性进行 Pearson 相关性分析, 并利用受试者工作特征曲线评价该评分预测骨质疏松症的准确度、特异性与敏感性, 以及阈值。

1.2 时间及地点 试验于 2021 年 5-7 月在成都医学院第一附属医院完成。

1.3 对象 回顾性搜集了从 2017 年 1 月至 2021 年 5 月在成都医学院第一附属医院就诊患者的电子病历资料, 纳入接受腰椎 MRI 检查和 DXA 检查的患者。

纳入标准: ①研究对象为绝经后女性; ②进行过腰椎 MRI 检查及 DXA 检查, 且 2 次检查时间间隔小于半年。

排除标准: ①腰椎存在内固定器械及手术史; ②患有先天性脊柱畸形、脊柱肿瘤、脊柱结核、脊柱感染及强直性脊柱炎等疾病。

按照纳入及排除标准, 最终共计搜集到 163 例患者, 并根据 DXA 检查出的骨密度结果, 以髌部骨密度最低值将研究对象分为骨量正常组 (48 例) 及骨量减少 / 骨质疏松组 (115 例)。所有患者对试验方案均知情同意, 且得到成都医学院第一附属医院伦理委员会批准。

在纳入的患者中, 并未对是否进行抗骨质疏松治疗进行独立研究, 因为在纳入的患者中, 进行 DXA 检查和 MRI 检查间隔时间小于 6 个月, 而多数患者多在一轮住院期间进行了两种检查, 故是否应用抗骨质疏松药物可能不会对测量结果造成影响。

1.4 方法

1.4.1 个体资料 统计两组患者年龄、绝经年龄、体质量指数、吸烟饮酒史、长期激素使用史 (超过 3 个月)、糖尿病史、高血压病史和高脂血症史, 并进行组间比较。

1.4.2 髌部骨密度 T 值 采用 DXA 测定的全髌骨密度 T 值作为此次研究的骨密度数据, 由于腰椎受退行性改变而对腰椎骨密度结果影响较大, 故并未纳入腰椎骨密度^[7-9]。指南推荐采用股骨颈和全髌骨密度作为诊断骨质疏松症的标准, 其中 T 值 ≥ -1.0 表示骨密度正常, $-2.5 < T \text{ 值} < -1.0$ 表示骨量减少, T 值 ≤ -2.5 表示骨质疏松^[1]。

1.4.3 VBQ 评分 EHRESMAN 等^[10] 应用该评分研究高加索人种的骨质量及骨质疏松严重程度, 国内人口老龄化严重, 绝经后女性人口数量逐渐增多, 故此次研究将该评分用于评价绝经后女性骨质疏松的严重程度。

具体方法如下: 采用磁共振平扫成像 (西门子 1.5T, TR=636 ms, TE=11 ms, 层厚 4.0 mm) 扫描腰椎, 扫描节段需包含完整的 L₁-L₄ 在内。进入医院 PACS 系统, 在腰椎 MRI 图像 T1 加权像中, 将感兴趣区域放置在腰椎 MRI 正中矢状位 L₁-L₄ 椎体髓质部分和 L₃ 椎体脑脊液部分, 见图 1。测量 L₁-L₄ 椎体感兴趣区域内的平均信号强度 (SI) 和 L₃ 水平脑脊液的 SI, 并根据公式计算并得出 VBQ 评分:



图注：在腰椎 MRI T1 图像中通过感兴趣区域测得 L₁-L₄ 椎体和 L₃ 水平面脑脊液平均信号强度

图 1 | 腰椎 MRI T1 正中矢状位图像
Figure 1 | Lumbar spine MRI T1 image at the median sagittal position

$$VBQ = \frac{SI_{L1-L4}}{SI_{CSF}}$$

其中, SI 为平均信号强度, CSF 为脑脊液。

为了保证感兴趣区域测量区域的一致性, 每次测量仅测量椎体髓质部分, 并且尽可能包绕髓质部分, 同时避免测量皮质部分; 当感兴趣区域一旦测量到骨皮质时, 测量的平均信号强度会出现陡然改变。如果存在脊柱侧凸或正中矢状位存在血管瘤、静脉丛等改变导致感兴趣区域在正中矢状切口无法测量, 则可选择旁矢状面进行测量。为消除个体差异, 同时在 L₃ 矢状位测量脑脊液的平均信号强度, 若有神经根干扰或其他因素可选邻近节段。

1.5 主要观察指标 根据纳入及排除标准, 通过搜集患者电子病历资料中的骨密度数据, 并在 PACS 影像系统的腰椎 MRI 检查中测量出 VBQ 评分。

1.6 统计学分析 采用 SPSS 25.0 统计软件进行统计学分析。定性资料采用例数 (%) 表示, 组间比较采用 Pearson χ^2 检验, 若单个单元格期望值 < 5, 则采用 Fisher 检验; 定量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用 t 检验; 采用 Pearson 相关性分析 VBQ 评分与髌部骨密度 T 值的相关性; 并采用受试者工作特征曲线判断 VBQ 评分对骨量减少及骨质疏松的预测价值以及诊断阈值。检验水准 α 除特别说明外均设定为 0.05。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 共搜集到 163 例研究对象, 所有患者均获得完整的病历资料, 无脱落。在纳入的 163 例研究对象中, 测量得出股骨颈 T 值、髌部 T 值及髌部的最低 T 值, 并根据髌部最低 T 值分为正常骨密度组 (48 例) 及骨量减少 / 骨质疏松组 (115 例)。

2.2 试验流程图 见图 2。

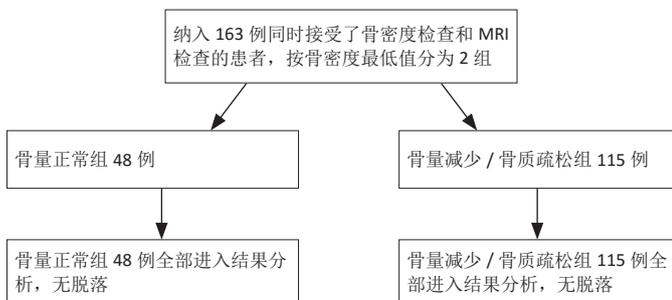


图 2 | 两组患者分组流程图

Figure 2 | Flow chart of two groups of patients

2.3 两组间一般资料比较 两组间年龄、绝经年龄、体质量指数、吸烟史、饮酒史、长期激素服用史、糖尿病史、高血

压病史、高脂血症病史相比, 差异无显著性意义 ($P > 0.05$), 组间具有可比性, 见表 1。

表 1 | 骨量正常组和骨量减少 / 骨质疏松组绝经后女性一般资料比较
Table 1 | Comparison of general data of postmenopausal women with normal bone mass and osteopenia/osteoporosis group

指标	骨量正常组 (n=48)	骨量减少 / 骨质疏松组 (n=115)	t/ χ^2 值	P 值
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	66.88±6.327	68.57±6.29	-1.568	0.119
绝经年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	48.81±1.63	49.21±1.55	-1.462	0.146
体质量指数 ($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	25.48±3.55	24.84±3.89	0.975	0.331
吸烟史 (n/%)	1/2	3/2	0.039	0.843
饮酒史 (n/%)	3/6	5/4	0.263	0.608
长期激素服用史 (n/%)	5/10	5/4	2.166	0.141
糖尿病史 (n/%)	8/17	23/20	0.244	0.621
高血压病史 (n/%)	10/20	25/22	0.016	0.898
高脂血症病史 (n/%)	8/17	18/16	0.055	0.815

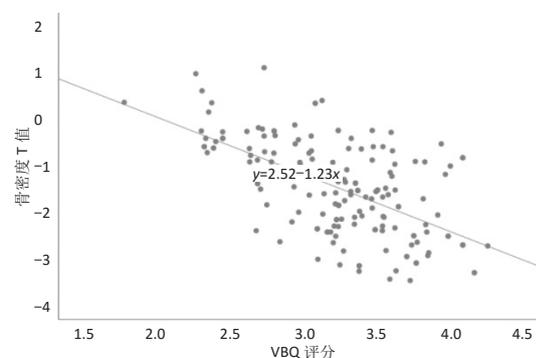
2.4 两组绝经后女性的骨密度与 VBQ 评分比较 两组骨密度值比较, 骨量正常组的股骨颈 T 值、髌部 T 值、最低 T 值明显高于骨量减少 / 骨质疏松组, 差异有显著性意义 ($P < 0.05$); 两组 VBQ 评分相比较, 骨量减少 / 骨质疏松组的 VBQ 评分明显高于骨量正常组, 差异有显著性意义 ($P < 0.05$), 见表 2。

表 2 | 骨量正常组和骨量减少 / 骨质疏松组绝经后女性骨密度及椎体骨质量 (VBQ) 评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 | Comparison of bone mineral density and vertebral bone quality score between normal bone mass group and osteopenia/osteoporosis group in postmenopausal women

指标	骨量正常组 (n=48)	骨量减少 / 骨质疏松组 (n=115)	t 值	P 值
股骨颈 T 值	-0.36±0.57	-2.20±0.71	17.442	0.000
髌部 T 值	-0.36±0.47	-1.96±0.79	15.918	0.000
最低 T 值	-0.62±0.34	-2.53±0.65	24.412	0.000
VBQ 评分	2.86±0.47	3.42±0.38	-7.997	0.000

2.5 绝经后女性骨密度与 VBQ 评分的相关性分析 通过采用 Pearson 相关性分析得知, VBQ 评分与股骨颈 T 值呈中度负相关 ($r = -0.625$, $P < 0.01$); VBQ 评分与髌部 T 值呈中度负相关 ($r = -0.583$, $P < 0.01$); VBQ 评分与髌部最低 T 值呈中度负相关 ($r = -0.622$, $P < 0.01$)。其中, VBQ 评分与股骨颈 T 值相关性最高, 见图 3。



图注: 结果显示, VBQ 评分与股骨颈骨密度 T 值具有中度负相关性, 线性回归曲线为 $y = -2.52 - 1.23x$, $r = -0.623$, $P < 0.01$

图 3 | 椎体骨质量 (VBQ) 评分与股骨颈 T 值相关性
Figure 3 | Correlation between vertebral bone quality score and T value of femoral neck

2.6 VBQ 评分诊断骨量减少 / 骨质疏松的效能 通过将 VBQ 评分与髌部 T 值的受试者工作特征曲线分析得知, VBQ 评分在预测骨量减少 / 骨质疏松时, 其曲线下面积为 0.819 ($P < 0.05$), VBQ 评分诊断骨量减少和骨质疏松的准确度为 81.9%。此时, 通过计算可得出当约登指数取最大值 0.611 时, 采用 VBQ 评分用于诊断骨量减少 / 骨质疏松的 cut-off 值为 3.08, 敏感度为 86.1%, 特异性为 75.0%, 见图 4。

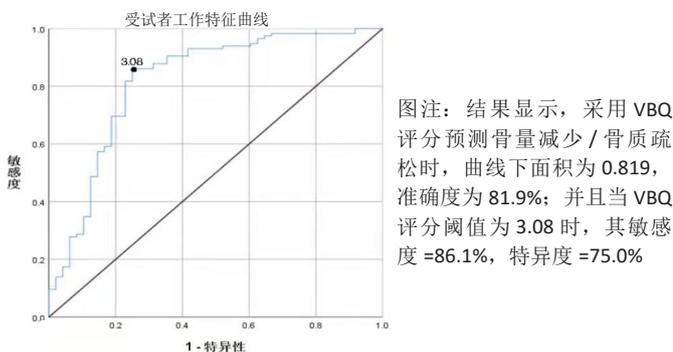


图 4 | 椎体骨质量 (VBQ) 评分对骨量减少 / 骨质疏松的预测

Figure 4 | Vertebral bone quality score prediction of osteopenia/osteoporosis

3 讨论 Discussion

骨质疏松症作为一种骨量下降、骨微结构破坏、骨强度降低进而导致骨骼脆性增加的疾病, 可发生任何人群当中, 但大多数以绝经后女性发病率最高, 其主要并发症之一骨质疏松性骨折, 这种并发症严重影响着患者的健康程度与生活质量^[11]。骨质疏松性骨折是骨强度降低的表现^[7], 其中骨强度的评价指标之一的骨密度, 反映单位面积内骨矿盐含量的多少, 其变化周期长, 通常需要一两年^[12], 并且有研究统计证实, 接受 DXA 检查的人数随着年龄的增长而减少, 从 66-70 岁女性的 27.2% 下降到 86-90 岁女性的不到 10%^[13], 同时在测量骨密度时, 会因为一些因素, 如肥胖、椎体疾病 (骨质增生、脊柱侧突、骨折) 或外在伪影 (主动脉钙化、手术内固定物) 影响骨密度结果, 降低测量结果的准确性, 造成一定比例的漏诊^[14]。同时, 有研究发现 65 岁以上绝经后女性发生脆性骨折后测定骨密度只有 10%-53%, 符合骨质疏松症的诊断标准^[15]。

近年来, 随着影像学技术的飞速发展, 在骨质疏松诊断及评估手段方面出现了诸多影像学评估方法, 如定量 CT、外周骨定量 CT、骨小梁评分等。定量 CT 是基于 CT 扫描仪的一种骨密度测量手段, 通过特定的定量 CT 分析软件, 在体模校准后的 CT 图像中测量所得的 CT 值^[16], 这种方法可较准确地测量松质骨及皮质骨的骨密度, 同时也能够早期反映骨密度变化情况^[17]。但由于定量 CT 需要特定的分析软件并且操作较为复杂, 目前暂未在临床中普遍应用。外周骨定量 CT 作为一种测量外周骨 (非优势侧桡骨、胫骨) 的骨密度检查手段^[18], 随着第 2 代高分辨外周骨定量 CT 的出现, 使得测定骨密度时具有更高的准确性以及重复性, 但这种方法无

法评估中轴骨及髌部的骨密度, 不过可作为一种接受过脊柱及髌部内固定手术患者骨密度评估的替代方案^[19-20]。骨小梁评分是通过在 DXA 图像中所呈现的灰阶变化而间接评估骨小梁微结构的一种评分工具^[21], 纵使这种评分可从现有的 DXA 图像中通过软件获得, 获取较为容易, 但是会受到诸多因素干扰, 如肥胖、传感器老化及缺陷等, 并且无法对骨微结构进行测量, 难以对骨小梁结构变化进行说明^[22-23]。

研究表明, 骨质疏松的发生常伴随着骨髓脂肪细胞的增多和多种骨髓脂肪组织含量的动态变化, 因此, 骨髓内脂肪细胞的变化可间接反映骨质量情况^[24-26], 而采用 MRI 技术可以早期、全面、无创地评估骨髓脂肪含量及变化^[27]。脂肪在 T1 加权像表现为高信号, 采用 MRI T1 加权像, 可用来评估骨质疏松病理损害严重程度^[28]。有研究证明, 骨质疏松患者的椎体脂肪浸润程度与 MRI 中的 T1 加权像信号强度呈高度相关, 且椎体内部脂肪浸润越严重, 骨质疏松程度及骨质量受损程度越严重^[29]。BANDIRALI 等^[6]在 MRI 的 T1 加权像中, 测得感兴趣区域信噪比, 认为 M-score 可以反映骨髓内脂肪浸润情况, 并得出 M-score 与骨密度 T 值呈显著负相关关系, 预测骨质疏松准确性为 84%。但这种方法存在一些较明显的缺陷: M-score 过分依赖于 MRI 检查设备, 且未对设备进行标准化, 不同设备间 M-score 评分是有差异的^[30]。为了消除这种影响, EHRESMAN 等^[10]对基于 MRI 的 T1 加权像研究进行了改进, 从而提出了 VBQ 评分。在对因腰椎退行性病变而需进行脊柱内固定手术的白种人群患者的研究中, 这种评分同时测量多个椎体感兴趣区域的平均信号强度, 同时测定了个体脑脊液平均信号强度, 以消除不同个体间的差异, 最终证明了 VBQ 评分与骨质量、骨密度下降有显著关系, 可有效全面评估脊柱手术患者术前骨质量情况。但这种研究在亚洲黄种人中并未开展, 也未在绝经后女性中开展, 故此次研究针对国内绝经后女性, 试图证明此研究方法在绝经后女性中的价值。

一项针对国内骨质疏松症患病率的研究表明, 女性有较高的骨质疏松患病率和椎体骨折发生率, 需强调骨质疏松症及椎体骨折的预防^[31]。此次研究针对绝经后女性, 根据髌部骨密度最低 T 值将纳入的 163 名研究对象分为骨量正常组 (48 例) 及骨量减少 / 骨质疏松组 (115 例)。最终得出结果证明骨量减少 / 骨质疏松组 VBQ 评分明显高于骨量正常组, VBQ 评分与髌部骨密度均具有负相关性, 且 VBQ 评分与股骨颈 T 值相关性最高 ($r = -0.625$)。通过受试者工作特征曲线分析得知 VBQ 评分的曲线下面积为 0.819 ($P < 0.05$), 说明了其诊断骨质疏松的准确度为 81.9%。为了进一步测量 VBQ 评分预测骨量减少 / 骨质疏松的阈值, 此文还进行了约登指数的计算, 当最大约登指数为 0.611 时, cut-off 值为 3.08, 敏感度为 0.861, 特异性为 0.75, 此时具有最佳的敏感度和特异度, 说明当 VBQ 评分超过 3.08 阈值时, 可认为患者骨量异常。同时作者认为股骨颈 T 值、髌部 T 值及最低 T 值三者相关性差别不大, 说明 VBQ 评分在评估绝经后女性骨质量时, 具有良好的

一致性。这种评分同时充分考虑了个体间差异,故纳入了脑脊液平均信号强度,进行了标准化比较,从而消除个体差异,且不受检查器械的干扰,可以在不同型号的检查仪器间进行测量^[11]。有研究认为,基于MRI的VBQ评分既是高危患者脆性骨折的独立预测因子,也是比DXA测量的骨密度更好的骨折风险预测因子^[32]。同时,EHRESMAN等^[33]认为较高的VBQ评分与腰椎内固定术后螺钉松动及再次手术高度相关,应在脊柱手术前常规评估VBQ评分。此次研究通过测量绝经后女性的VBQ评分,证明了VBQ评分同样适用于绝经后女性。骨质疏松性椎体压缩性骨折常导致脊柱不稳,采用VBQ评分能够结合基线骨质量情况,可实现预测其新发椎体压缩性骨折的能力^[34]。基于MRI的检查方式,具有无放射性危害,且与X射线片或CT相比,具有较高的软组织对比度,可显示骨髓早期变化^[35]。SCHILLING等^[36]认为VBQ评分不受研究者间差异的影响,具有良好的可靠性和可信度,且研究者无需进行专业培训及学习,操作简单,可在很多医院常规开展应用此评分,具有很好的普及度。

由此可见,采用MRI的VBQ评分可作为评估骨质疏松的一种检查方法,并且具有良好的临床价值。同时,大多数老年人并未常规接受骨密度检查,并且由于绝经后女性会因为腰痛、腰椎退行性疾病、骨质疏松导致的腰部病变而接受腰椎MRI检查^[37-43],这也使得VBQ评分成为了一种机会性的骨质疏松筛查方法以及在缺乏骨密度检查时的一种骨质疏松评估方法。

但此次研究同样存在几个不足之处:①仅是初步探讨了绝经后女性椎体骨质量评分对骨质疏松测量的可行性,并没有相应的病理学结果以及力学实验作为依据综合评估骨质量及骨强度情况;②此文为回顾性分析,人群仅为绝经后女性,存在一定的选择性偏倚;③并没有将骨折作为结局指标进行对比研究,可能对骨质疏松性骨折的预测有一定局限,必须结合DXA检查及患者的临床相关指标综合考虑。后期可将这种评分方法与骨密度进行综合评估骨质疏松情况,可为骨质疏松患者在临床中提供更加全面有效的评估体系。

综上所述,基于腰椎MRI的VBQ评分能较好地评估绝经后女性的骨质疏松情况,在一定程度上可以作为绝经后女性初步评估骨质疏松的检查方法。并且由于其应用广泛,也可作为缺乏骨密度时的一种筛查方法和机会性骨质疏松筛查手段,以及在进行腰椎手术前一种骨密度检查的代替方法。

致谢:感谢参与此次研究的所有人员所做出的贡献。

作者贡献:刘浩是试验设计者和试验研究的执行人,完成数据搜集、分析、论文初稿的写作;屈波是试验构思者和负责人,指导试验设计、数据分析、论文写作与修改;杨红胜与曾智谋参与试验设计;王力平、杨坤海、胡永荣参与数据搜集与整合。

利益冲突:文章的全部作者声明,在此课题研究和文章撰写过程中,不存在利益冲突。

开放获取声明:这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任

何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

版权转让:文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范:该文章撰写遵守了《观察性临床研究报告指南》(STROBE指南),文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次文字和图表查重,文章经小同行外审专家双盲审稿,同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

4 参考文献 References

- [1] 夏维波,章振林,林华,等.原发性骨质疏松症诊疗指南(2017)[J].中国骨质疏松杂志,2019,25(3):281-309.
- [2] 智信,陈晓,苏佳灿.绝经后骨质疏松症发病机制研究进展[J].中国骨质疏松杂志,2018,24(11):1510-1513+1534.
- [3] COSMAN F, DE BEUR SJ, LEBOFF MS, et al. Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. *Osteoporosis Int.* 2014;25:2359-2381.
- [4] BERGINK AP, RIVADENEIRA F, BIERMA-ZEINSTRAS SM, et al. Are bone mineral density and fractures related to the incidence and progression of radiographic osteoarthritis of the knee, hip, and hand in elderly men and women? The Rotterdam study. *Arthritis Rheumatol.* 2019;71(3):361-369.
- [5] WATTS NB. Bone quality: getting closer to a definition. *J Bone Miner Res.* 2002;17:1148-1150.
- [6] BANDIRALI M, DI LEO G, PAPINI GD, et al. A new diagnostic score to detect osteoporosis in patients undergoing lumbar spine MRI. *Eur Radiol.* 2015;25(10):2951-2959.
- [7] SETIAWATI R, DI CHIO F, RAHARDJO P, et al. Quantitative Assessment of Abdominal Aortic Calcifications Using Lateral Lumbar Radiograph, Dual-Energy X-ray Absorptiometry, and Quantitative Computed Tomography of the Spine. *J Clin Densitom.* 2016;19:242-249.
- [8] PADLINA I, GONZALEZ-RODRIGUEZ E, HANS D, et al. The lumbar spine age-related degenerative disease influences the BMD not the TBS: the Osteolaus cohort. *Osteoporosis Int.* 2017;28:909-915.
- [9] PAIVA LC, FILARDI S, PINTO-NETO AM, et al. Impact of degenerative radiographic abnormalities and vertebral fractures on spinal bone density of women with osteoporosis. *Sao Paulo Med J.* 2002;120(1):9-12.
- [10] EHRESMAN J, PENNINGTON Z, SCHILLING A, et al. Novel MRI-based score for assessment of bone density in operative spine patients. *Spine J.* 2020;20(4):556-562.
- [11] BINKLEY N, KRUEGER D, DE PAPP AE. Multiple vertebral fractures following osteoporosis treatment discontinuation: a case-report after long-term Odanacatib. *Osteoporosis Int.* 2018;29(4):999-1002.
- [12] 刘玉林,杨国进,付文举,等.左归丸联合阿法骨化醇、替勃龙对绝经后骨质疏松症患者骨密度及内分泌激素的影响[J].现代中西医结合杂志,2019,28(5):490-493.
- [13] NEUNER JM, BINKLEY N, SPARAPANI RA, et al. Bone density testing in older women and its association with patient age. *J Am Geriatr Soc.* 2006;54(3):485-489.
- [14] 程晓光,袁慧书,程敬亮,等.骨质疏松的影像学与骨密度诊断专家共识[J].中国骨与关节杂志,2020,9(9):666-673.
- [15] MCNAMARA LM. Perspective on post-menopausal osteoporosis: establishing an interdisciplinary understanding of the sequence of events from the molecular level to whole bone fracture. *J R Soc Interface.* 2010;7(44):353-372.

- [16] LINK TM, LANG TF. Axial QCT: Clinical applications and new developments. *J Clin Densitom.* 2014;17(4):438-448.
- [17] BAUM T, MÜLLER D, DOBRITZ M, et al. Converted lumbar BMD values derived from sagittal reformations of contrast-enhanced MDCT predict incidental osteoporotic vertebral fractures. *Calcif Tissue Int.* 2012;90:481-487.
- [18] 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.
- [19] DASH AS, AGARWAL S, MCMAHON DJ, et al. Abnormal microarchitecture and stiffness in postmenopausal women with isolated osteoporosis at the 1/3 radius. *Bone.* 2020;132:115211.
- [20] ENGELKE K, STAMPA B, TIMM W, et al. Short-term in vivo precision of BMD and parameters of trabecular architecture at the distal forearm and tibia. *Osteoporos Int.* 2012;23:2151-2158.
- [21] 弓健, 程晓光, 徐浩. 非骨密度 DXA 测量对骨折风险的预测骨小梁评分 (TBS): ISCD 2015 官方共识 (第四部分) [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2018,24(11):1401-1404.
- [22] 韩晓清, 金晖, 王春雷, 等. TBS 在监测及诊断骨质疏松方面的应用价值 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2015,21(6):749-751+756.
- [23] BOUSSON V, BERGOT C, SUTTER B, et al. Trabecular bone score (TBS): available knowledge, clinical relevance, and future prospects. *Osteoporos Int.* 2012;23:1489-1501.
- [24] 黄淑芬, 林华, 朱秀芬, 等. 骨质量与骨质疏松性骨折 [J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2012,5(4):285-291.
- [25] SHEN W, SCHERZER R, GANTZ M, et al. Relationship between MRI-measured bone marrow adipose tissue and hip and spine bone mineral density in African-American and Caucasian participants: the CARDIA study. *J Clin Endocrinol Metab.* 2012;97(4):1337-1346.
- [26] 施丹, 史晓, 王晶晶, 等. 绝经后女性骨髓脂肪含量与骨密度的相关性 [J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2016,9(1):32-36.
- [27] 唐睿, 汤光宇, 诸静其. 骨质疏松症骨髓脂肪的影像学研究进展 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2021,27(2):284-288.
- [28] CHANG G, BOONE S, MARTEL D, et al. MRI assessment of bone structure and microarchitecture. *J Magn Reson Imaging.* 2017;46(2):323-337.
- [29] SHAH LM, HANRAHAN CJ. MRI of spinal bone marrow: part I, techniques and normal age-related appearances. *AJR Am J Roentgenol.* 2011;197(6):1298-1308.
- [30] SHAYGANFAR A, KHODAYI M, EBRAHIMIAN S, et al. Quantitative diagnosis of osteoporosis using lumbar spine signal intensity in magnetic resonance imaging. *Br J Radiol.* 2019;(1097):20180774.
- [31] WANG L, YU W, YIN X, et al. Prevalence of Osteoporosis and Fracture in China: The China Osteoporosis Prevalence Study. *JAMA Netw Open.* 2021;4(8):e2121106.
- [32] EHRESMAN J, SCHILLING A, YANG X, et al. Vertebral bone quality score predicts fragility fractures independently of bone mineral density. *Spine J.* 2021; 21(1):20-27.
- [33] EHRESMAN J, AHMED AK, LUBELSKI D, et al. Vertebral Bone Quality Score and Postoperative Lumbar Lordosis Associated with Need for Reoperation After Lumbar Fusion. *World Neurosurg.* 2020;140:e247-e252.
- [34] EHRESMAN J, SCHILLING A, PENNINGTON Z, et al. A novel MRI-based score assessing trabecular bone quality to predict vertebral compression fractures in patients with spinal metastasis. *Neurosurg. Spine.* 2019;20:1-8.
- [35] PENNINGTON Z, EHRESMAN J, LUBELSKI D, et al. Assessing underlying bone quality in spine surgery patients: a narrative review of dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) and alternatives. *Spine J.* 2021;21(2):321-331.
- [36] SCHILLING AT, EHRESMAN J, PENNINGTON Z, et al. Interater and Intrater Reliability of the Vertebral Bone Quality Score. *World Neurosurg.* 2021;154:e277-e282.
- [37] REICHENBACH JR, SCHWESER F, SERRES B, et al. Quantitative Susceptibility Mapping: Concepts and Applications. *Clin Neuroradiol.* 2015;25:225-230.
- [38] WU HZ, ZHANG XF, HAN SM, et al. Correlation of bone mineral density with MRI T2* values in quantitative analysis of lumbar osteoporosis. *Arch Osteoporos.* 2020;15(1):18.
- [39] HE L, LIU Z, LIU C, et al. Radiomics Based on Lumbar Spine Magnetic Resonance Imaging to Detect Osteoporosis. *Acad Radiol.* 2021;28(6):e165-e171.
- [40] ZHU HL, DING JP, QI YJ. Quantitative evaluation of lumbar spine osteoporosis by apparent diffusion coefficient and signal intensity ratio of magnetic resonance diffusion-weighted magnetic resonance imaging. *Zhongguo Gu Shang.* 2021;34(8):743-749.
- [41] KADRI A, BINKLEY N, HERNANDO D, et al. Opportunistic Use of Lumbar Magnetic Resonance Imaging for Osteoporosis Screening. *Osteoporos Int.* 2021. doi: 10.1007/s00198-021-06129-5.
- [42] MU S, WANG J, GONG S. Application of Medical Imaging Based on Deep Learning in the Treatment of Lumbar Degenerative Diseases and Osteoporosis with Bone Cement Screws. *Comput Math Methods Med.* 2021;2021:2638495.
- [43] OMAR PACHA T, GHASEMI A, OMAR M, et al. Possible Correlation Between Kyphosis of Lumbar Osteoporosis Fractures and the Spinal Signal Intensity Ratio (SSIR). *Int J Spine Surg.* 2021;15(3):478-484.

(责任编辑: GD, ZN, ZH)