

• 论 著 •

## 血清 miR-423-5p、铁蛋白在老年骨质疏松症中表达及与髋部脆性骨折发生的关系\*

夏明, 李倩, 张丽萍, 涂艳<sup>△</sup>

华中科技大学同济医学院附属梨园医院老年病科, 湖北武汉 430077

**摘要:**目的 探讨血清微小核糖核酸(miR)-423-5p、铁蛋白在老年骨质疏松症(OP)中表达及与髋部脆性骨折发生的关系。方法 选取 2020 年 3 月至 2024 年 3 月该院收治的老年 OP 患者 79 例为观察组, 另同期选取在该院有完整体检记录报告的老年体检健康者 62 例作为对照组。根据是否发生髋部脆性骨折将观察组患者分为骨折组(42 例)与未骨折组(37 例)。比较观察组与对照组及骨折组与未骨折组患者血清 miR-423-5p、铁蛋白水平。比较骨折组与未骨折组患者各部位骨密度(BMD)差异, 采用 Pearson 法分析血清 miR-423-5p、铁蛋白与不同部位 BMD 的相关性, 采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 miR-423-5p、铁蛋白对老年髋部脆性骨折的预测价值。结果 观察组血清 miR-423-5p、铁蛋白高于对照组, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。骨折组血清 miR-423-5p、铁蛋白水平高于未骨折组, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。未骨折组大转子 BMD、总髋部 BMD 高于骨折组, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。经 Pearson 相关分析, 老年 OP 患者血清 miR-423-5p、铁蛋白水平与所检测的腰椎、股骨颈、大转子、转子间及总髋部各个部位 BMD 均呈负相关( $P < 0.05$ )。ROC 曲线分析结果显示, 血清 miR-423-5p、铁蛋白联合预测的灵敏度为 0.786, 特异度为 0.892, 曲线下面积(AUC)为 0.818(95%CI: 0.715~0.912), 高于二者单独预测的 AUC, 预测价值更高( $P < 0.05$ )。结论 血清 miR-423-5p、铁蛋白水平联合对老年 OP 患者髋部脆性骨折发生风险有预测价值。

**关键词:**微小核糖核酸-423-5p; 铁蛋白; 骨质疏松症; 髋部脆性骨折

**DOI:**10.3969/j.issn.1673-4130.2025.04.007 **中图法分类号:**R687.3

**文章编号:**1673-4130(2025)04-0419-06 **文献标志码:**A

### Expression of serum miR-423-5p and ferritin in elderly osteoporosis and their relationship with hip fragility fracture\*

XIA Ming, LI Qian, ZHANG Liping, TU Yan<sup>△</sup>

Department of Geriatrics, Liyuan Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430077, China

**Abstract: Objective** To investigate the expression of serum micro ribonucleic acid (miR)-423-5p and ferritin in elderly osteoporosis (OP) and their relationship with hip fragility fracture. **Methods** A total of 79 elderly OP patients admitted to the hospital from March 2020 to March 2024 were selected as the observation group, and 62 healthy elderly patients with complete physical examination records and reports were selected as the control group during the same period. Patients in the observation group were divided into fracture group (42 cases) and non-fracture group (37 cases) according to the occurrence of hip fragility fracture. Serum miR-423-5p and ferritin levels were compared between the observation group and the control group and between the fracture group and the non-fracture group. The difference of bone mineral density (BMD) at different sites between the fracture group and the non-fracture group was compared. The correlation between serum miR-423-5p and ferritin and BMD at different sites was analyzed by Pearson, and the predictive value of serum miR-423-5p and ferritin in elderly hip fragility fractures was analyzed by receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** Serum miR-423-5p and ferritin in observation group were higher than those in control group, the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). The levels of serum miR-423-5p and ferritin in fracture group were higher than those in non-fracture group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). Greater trochanteric BMD and total hip BMD in the non-fracture group were higher than those in the

\* 基金项目:湖北省中医药科研立项项目(ZY2023M021)。

作者简介:夏明,女,护师,主要从事老年病护理研究。 <sup>△</sup> 通信作者, E-mail:48220269@qq.com。

fracture group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). According to Pearson correlation analysis, serum miR-423-5p and ferritin levels in elderly OP patients were negatively correlated with BMD detected in lumbar spine, femoral neck, greater trochanter, intertrochanter and total hip ( $P < 0.05$ ). ROC curve analysis results showed that the sensitivity, specificity and the area under the curve (AUC) of serum miR-423-5p combined with ferritin were 0.786, 0.892 and 0.818 (95%CI: 0.715—0.912), which were higher than the AUC predicted by the two alone and had higher predictive value ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The combination of serum miR-423-5p and ferritin levels can predict the risk of hip fragility fracture in elderly OP patients.

**Key words:** micro ribonucleic acid-423-5p; ferritin; osteoporosis; hip fragility fracture

骨质疏松症(OP)发生于全年龄段,但其与年龄的增长有密切关系,多见于绝经女性与老年男性,是一种常见的老年全身性疾病。有研究报道,根据目前的趋势走向进行预测,2050年中国患OP人数将发展上升至2.9亿,OP发病率上升成为亟待解决的社会健康问题<sup>[1]</sup>。OP患者骨强度低,骨折发生风险高,统计显示超过60%老年骨折患者合并骨质疏松<sup>[2]</sup>。在这些老年骨质疏松性骨折患者中,一些特殊部位如脊柱、股骨近端、髌部更易发生骨折<sup>[3]</sup>。其中高致死、致残率的髌部骨折尤为值得关注,这类骨折常表现为髌部疼痛、患肢畸形,不仅严重损害患者身体健康,还增加了患者医疗支出,加重其经济负担<sup>[4-5]</sup>。因此,为了减少OP患者髌部脆性骨折的发生,许多老年医学及骨科学学者将分析并制订老年髌部脆性骨折针对性的防控措施列为研究重点。目前发现,骨细胞相关标志物可以在一定程度上反映骨代谢,寻找并利用一种准确、灵敏的相关指标来预测髌部脆性骨折对于治疗方案的选择、患者预后改善及老年健康管理有重要意义。有研究表明,血清微小核糖核酸(miR)-423-5p可能以影响磷脂酰肌醇3激酶/蛋白激酶B信号通路的方式导致骨质疏松,其水平有可能反映OP的发展与骨折的发生<sup>[6]</sup>。铁蓄积被认为是骨质疏松性骨折发生的重要原因之一,铁蛋白能调控铁代谢,体现机体铁蓄积量,与骨密度(BMD)呈负相关,铁蛋白水平越高,BMD越低,因而其对OP及骨质疏松性骨折有一定评估价值<sup>[7]</sup>。但是,目前临床上对骨细胞相关标志物的研究多集中于总碱性磷酸酶、I型原胶原氨基端前肽、吡啶啉、脱氧吡啶啉等传统骨转换标志物,对于患者血清中miR-423-5p、铁蛋白的相关研究并不充分,这两种指标与OP及髌部脆性骨折发生的关系仍不明晰。本研究纳入老年OP患者,并采用实时荧光定量PCR(qPCR)和酶联免疫吸附试验(ELISA)测量其血清miR-423-5p、铁蛋白水平,旨在分析血清miR-423-5p、铁蛋白在老年OP中的表达及与髌部脆性骨折发生的关系,为临床上的髌部骨折风险预测提供参考。现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取2020年3月至2024年3月本

院收治的老年OP患者79例为观察组,另同期选取在本院有完整体检记录报告的老年体检健康者62例作为对照组。观察组患者中,将发生髌部脆性骨折的患者列为骨折组(42例),未发生髌部脆性骨折的单纯老年OP患者列为未骨折组(37例)。通过医院诊疗系统及随访记录统计并整理所有研究对象的一般资料。两组一般资料包括年龄、性别、体重指数、吸烟史、饮酒史占比比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。见表1。

表1 两组一般资料比较[n(% )或 $\bar{x} \pm s$ ]

项目	观察组 (n=79)	对照组 (n=62)	$\chi^2/t$	P
性别			0.039	0.844
男性	23(29.11)	17(27.42)		
女性	56(70.89)	45(72.58)		
年龄(岁)	70.35±5.38	71.64±4.87	1.473	0.143
体重指数(kg/m <sup>2</sup> )	23.76±2.59	23.32±2.14	1.079	0.282
吸烟史			0.216	0.642
是	11(13.92)	7(11.29)		
否	68(86.08)	55(88.71)		
饮酒史			0.018	0.894
是	16(20.25)	12(19.35)		
否	63(79.75)	50(80.65)		

**1.2 纳入与排除标准** 纳入标准:(1)OP患者符合2018版《中国老年骨质疏松症诊疗指南》中的相关标准<sup>[8]</sup>,双能X线吸收检测法检测T值 $\leq -2.5s$ ;(2)髌部脆性骨折患者符合2015版《中国骨质疏松性骨折诊疗指南》中的相关标准<sup>[9]</sup>,影像学检查显示髌部骨折征象;(3)患者临床资料完整,依从性好;(4)男女不限,年龄 $\geq 60$ 岁,其中女性患者已绝经;(5)所有入选患者认知、表达能力正常。排除标准:(1)患甲状旁腺功能异常、库欣综合征、糖尿病等病症;(2)接受降钙素、活性维生素D等骨代谢相关药物治疗超3个月;(3)服用激素类药物;(4)合并慢性肝病、慢性肾病、肿瘤等疾病;(5)采用抗惊厥药物治疗超6个月;(6)存在髌部置换手术史或骨折史;(7)1年内抗骨质

疏松治疗史；(8)合并血液、严重心血管疾病。研究经医院医学伦理委员会批准，研究对象知情了解本研究并签署同意书。

### 1.3 检测方法

**1.3.1 BMD 检测** 未骨折组在体检当日清晨完成，骨折组 BMD 在骨折术后 7~10 d 的清晨检测。检测当日，无菌条件下采集研究对象空腹外周静脉血 3 mL，应用美国 Hologic 公司生产的 HOLOGIC 双能 X 线骨密度仪测定患者腰椎、大转子区、转子间、全髌部及股骨颈 5 个部位的 BMD，采用变异系数控制 BMD，体模测定的变异系数为 0.43%，按要求校准精确度与准确度，仪器自动生成 T 值。

**1.3.2 血清学指标检测** 对照组在体检当日清晨完成，观察组老年 OP 患者血清学指标在入院次日清晨检测。检测当日，在无菌条件下采集患者空腹静脉血 9 mL，静置 0.5 h，采用德国 Thermo 公司 6000i 离心机以 2 500 r/min 对采集样本离心 10 min，待离心完成后取上层血清平均分为 3 份，放置于 -80 °C 冰箱中保存备用。采集的所有血清样本需在采集后 48 h 内送检。miR-423-5p 检测：采用 qPCR 法，应用 Roche 公司生产的荧光定量聚合酶链反应仪 (LightCycler® 480) 测定，同时以  $2^{-\Delta\Delta Ct}$  方式对其水平进行表达，计算相对表达水平，miR-423-5p 的引物为 5'-CCGC-CAATTGCGATTC-3' 及 5'-CCCTCAACTCGGCTTC-3'。铁蛋白检测采用 ELISA。应用 Bio-Tech 公司酶标仪，在 450 nm 波长下测定样品孔及标准孔的吸光度值。根据计算得出的标准方程换算相应样品浓度。试剂盒购于上海茁彩生物科技有限公司，严格按照试剂盒说明进行操作。

**1.4 观察指标** (1) 观察组与对照组患者血清 miR-423-5p、铁蛋白水平；(2) 骨折组与未骨折组患者血清 miR-423-5p、铁蛋白水平；(3) 骨折组与未骨折组患者各部位 (腰椎、大转子区、转子间、全髌部、股骨颈) BMD；(4) 分析血清 miR-423-5p、铁蛋白水平与不同部位 BMD 的相关性；(5) 分析血清 miR-423-5p、铁蛋白单独及联合预测对发生髌部脆性骨折的预测价值。

**1.5 统计学处理** 采用 SPSS22.0 统计软件进行数

据处理。计数资料以例数和百分率表示，行  $\chi^2$  检验；计量资料符合正态分布且具方差齐性，以  $\bar{x} \pm s$  表示，两两比较行独立样本 *t* 检验；使用 Pearson 相关分析计算相关系数，分析血清 miR-423-5p、铁蛋白水平与不同部位 BMD 的相关性；采用受试者工作特征 (ROC) 曲线分析血清 miR-423-5p、铁蛋白对发生髌部脆性骨折的预测价值。 $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 观察组与对照组患者血清 miR-423-5p、铁蛋白水平比较** 观察组血清 miR-423-5p、铁蛋白高于对照组，差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

**2.2 骨折组、未骨折组血清 miR-423-5p、铁蛋白水平比较** 骨折组血清 miR-423-5p、铁蛋白水平高于未骨折组，差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

**2.3 骨折组与未骨折组患者不同部位 BMD 比较** 两组腰椎 BMD、股骨颈 BMD、转子间 BMD 比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )；未骨折组大转子 BMD、总髌部 BMD 高于骨折组，差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 2 观察组与对照组血清 miR-423-5p、铁蛋白水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	miR-423-5p	铁蛋白 (ng/mL)
观察组	79	1.17 ± 0.21	206.53 ± 32.89
对照组	62	0.92 ± 0.15	152.67 ± 30.52
<i>t</i>		7.919	9.960
<i>P</i>		<0.001	<0.001

表 3 骨折组、未骨折组血清 miR-423-5p、铁蛋白水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	miR-423-5p	铁蛋白 (ng/mL)
骨折组	42	1.26 ± 0.23	220.43 ± 37.77
未骨折组	37	1.06 ± 0.19	190.75 ± 27.35
<i>t</i>		4.179	3.952
<i>P</i>		<0.001	<0.001

表 4 两组不同部位 BMD 比较 ( $\bar{x} \pm s, g/cm^3$ )

组别	<i>n</i>	腰椎	股骨颈	大转子	转子间	总髌部
骨折组	42	0.70 ± 0.15	0.52 ± 0.09	0.42 ± 0.15	0.59 ± 0.17	0.58 ± 0.08
未骨折组	37	0.74 ± 0.13	0.55 ± 0.12	0.49 ± 0.14	0.64 ± 0.14	0.62 ± 0.09
<i>t</i>		1.258	1.266	2.135	1.415	2.092
<i>P</i>		0.212	0.209	0.036	0.161	0.040

**2.4 血清 miR-423-5p、铁蛋白与各部位 BMD 的相**

关性分析 经 Pearson 相关分析，老年 OP 患者血清

miR-423-5p、铁蛋白水平与所检测的腰椎、股骨颈、大转子、转子间及总髌部各个部位 BMD 均呈负相关 ( $P < 0.05$ )。见表 5。

表 5 血清 miR-423-5p、铁蛋白与各部位 BMD 的相关分析

项目	腰椎 BMD	股骨颈 BMD	大转子 BMD	转子间 BMD	总髌部 BMD
miR-423-5p					
<i>r</i>	-0.319	-0.403	-0.328	-0.410	-0.484
<i>P</i>	0.004	<0.001	0.003	<0.001	<0.001
铁蛋白					
<i>r</i>	-0.397	-0.367	-0.426	-0.362	-0.426
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001

**2.5 血清 miR-423-5p、铁蛋白对髌部脆性骨折的预测价值** ROC 曲线分析结果显示,血清 miR-423-5p、铁蛋白联合预测的灵敏度为 0.786,特异度为 0.892,

曲线下面积 (AUC) 为 0.818 (95% CI: 0.715 ~ 0.912),高于二者单独预测的 AUC,预测价值更高 ( $P < 0.05$ );在单独预测中,血清 miR-423-5p 预测灵敏度为 0.762,高于铁蛋白的 0.690,铁蛋白预测特异度为 0.730,优于 miR-423-5p 的 0.649。见图 1、表 6。

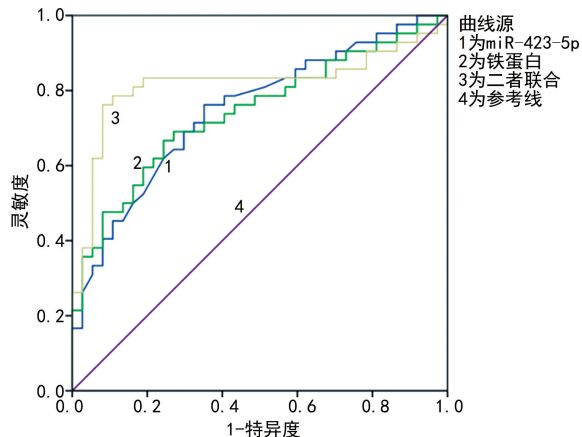


图 1 血清 miR-423-5p、铁蛋白对髌部脆性骨折的预测价值的 ROC 曲线

表 6 血清 miR-423-5p、铁蛋白对髌部脆性骨折的预测价值

指标	截断值	AUC	SE	<i>P</i>	95%CI	灵敏度	特异度
miR-423-5p	1.12	0.748	0.055	<0.001	0.641~0.855	0.762	0.649
铁蛋白	205.62 ng/mL	0.742	0.056	<0.001	0.633~0.851	0.690	0.730
二者联合	—	0.818	0.053	<0.001	0.715~0.912	0.786	0.892

注:—表示无数据。

### 3 讨论

OP 是一种与年龄有关的全身性骨骼疾病,随着老龄化社会的到来,OP 发病率也逐年上升,成为影响老年健康的重要因素。骨量丢失、BMD 下降是年龄增长难以避免的骨健康问题,也是老年骨折发生的主要原因。OP 患者的骨强度弱,仅在轻微创伤甚至无创伤下也容易发生脆性骨折<sup>[10]</sup>。髌部脆性骨折与 OP 密切相关,其高发生率值得关注。髌部脆性骨折的发生风险与年龄呈正相关,与相对年龄更小的人群相比,老年人群的发病风险甚至可增加 30 倍。从治疗上看,髌部脆性骨折复位困难、内固定治疗稳定性差、骨重建异常、骨形成迟缓,因而具备高致残性、高病死率,被认为是导致老年人伤残甚至影响其寿命的十大原因之一<sup>[11]</sup>。超过 20% 的患者在髌部骨折 1 年内由于其引起的各种不同并发症死亡,且这种骨折一旦发生,同一或其他部位未来骨折发生概率会出现显著增加。如果在发生前进行有效防范,能极大程度避免后续疾病的发展与反复、降低患者医疗支出负担。因此,提前评估 OP 患者髌部脆性骨折发生风险,对于制订有效预防方案、降低老年人伤残率、改善老年人群骨健康状况、减少治疗费用、增强患者治疗依从性有重要意义。

BMD 与骨折风险呈负相关,在临床上通过骨密

度仪测定 BMD 可以用于 OP 的诊断。本研究纳入老年 OP 患者分析,采用双能 X 线骨密度仪进行测定,其中未骨折患者大转子、总髌部 BMD 均高于髌部脆性骨折患者,提示老年 OP 患者 BMD 越高,越不容易发生髌部脆性骨折,证实了 BMD 与髌部脆性骨折密切相关。但有研究显示 BMD 只有在骨量丢失到一定程度才会发生可见改变,不能及时、灵敏地反映骨代谢,且不能以统一标准反映所有人群的骨折风险,故预测 OP 患者骨折的能力有限<sup>[12]</sup>。因此,为提高诊断灵敏度,研究重点转向一系列与 BMD 或骨代谢变化有显著相关性的生物标志物。传统骨转换标志物 (BTMs) 可以分为骨形成标志物和骨吸收标准物,二者分别来自成骨细胞的分泌蛋白以及破骨细胞的基质降解产物,与骨细胞有密切联系<sup>[13]</sup>。然而,有研究表明 BTMs 虽然对 OP 诊疗有重要价值,但其与 BMD 相关性并不显著,且不能完整反映骨代谢,因此在预测脆性骨折方面的作用并不理想<sup>[14-15]</sup>。骨硬化蛋白 (SOST) 是在骨细胞受到机械刺激下分泌的一种能够负反馈抑制骨功能的蛋白,参与经典 Wnt 信号通路,被认为是 OP 患者发生骨折的危险因素。其可以与脂蛋白受体相关蛋白结合,作为重要骨代谢调节因子抑制成骨细胞功能<sup>[16]</sup>。据报道,SOST 对于预测 OP 有意义,但从绝经女性的前瞻性研究看来,这一因

子事实上并不是脆性骨折的预测指标<sup>[17-18]</sup>。对于在老年 OP 患者中有异常表达且能够反映髌部脆性骨折发生风险的标志物尚待进一步研究。

大多数研究认为,铁平衡与骨代谢有一定联系,铁代谢失调造成的铁过载对成骨细胞有毒性,与此同时还对破骨细胞的产生有积极作用,从而影响 OP 的形成和发展,降低铁过载可能是改善 OP 的一种新方法<sup>[19-20]</sup>。有研究显示,miR 与铁蓄积和骨代谢有关,因而能通过观测其水平的变化判断骨代谢功能的强弱,而这一联系体现出 miR 可能影响 OP 产生<sup>[21]</sup>。铁蛋白是含 20% 铁的蛋白质,在机体脾脏、肝脏及骨髓广泛存在,具有铁储存作用,能直接体现机体内铁蓄积量,进而反映 OP 是否发生。本研究显示,老年 OP 患者血清 miR-423-5p、铁蛋白水平均高于体检健康者,证实了铁过载标志物在老年 OP 患者中的异常高表达,说明血清 miR-423-5p、铁蛋白有作为 OP 患者新型生物标志物的潜力。从与骨健康的关系方面看,血清 miR-423-5p 据报道与骨质和骨量参数相关,故与以骨质量低下为特征的 OP 关系密切<sup>[22]</sup>。从年龄的角度看,这类 miR 可能可以贯穿整个生命过程,不仅调节细胞增殖、凋亡,还参与细胞外基质中的蛋白质组成<sup>[23]</sup>。而细胞分裂次数随着患者年龄的增长而减少,细胞衰老与凋亡状况也较年轻者发生改变,因此这些指标水平的失调可能导致 OP 此类与年龄相关的疾病。铁蛋白能反应机体是否缺铁,其特殊水合氧化铁内核决定了对铁的储存功能,而笼形结构的蛋白质外壳使其具有亲水性和稳定性。正常铁储备的机体血清中铁蛋白含量并不高,而铁蛋白水平的上升可引起铁过载,可使骨量下降,促进骨不愈合<sup>[24]</sup>。这一机制解释了血清铁蛋白在 OP 患者中的异常表达。

本研究还显示,合并髌部脆性骨折的患者血清 miR-423-5p 水平高于未骨折组,且相关性分析发现其与患者各个部位 BMD 呈负相关。这一结果指示 miR-423-5p 水平可能是老年 OP 患者出现髌部脆性骨折的早期指标。猜测 BMD 越低,患者越容易发生髌部脆性骨折,而随着骨量下降的程度越深,血清 miR-423-5p 水平失调越为严重,所以其水平可以体现 OP 患者骨折风险。除此之外,合并髌部脆性骨折的老年 OP 患者铁蛋白水平也高于未骨折患者,且相关性分析表示血清铁蛋白水平越高,BMD 就越低。这一结果说明血清铁蛋白水平越高就越有可能发生髌部脆性骨折,提示了铁蛋白参与老年 OP 患者髌部脆性骨折进程,且对骨折的发生存在预测作用。目前,已有大量数据证明发生骨质疏松性骨折的绝经期女性铁蛋白水平异常偏高,说明血清中铁蛋白与 OP 患者骨折发生风险呈正相关<sup>[25-27]</sup>。王爱飞等<sup>[28]</sup>对其机制做出解释,铁蛋白水平过高说明机体内储存铁量大于正常人体标准,而铁过载会导致细胞的氧化损伤及

骨基质的快速降解,进而破坏骨平衡,导致 OP 患者骨强度严重不足,最终发生骨折。

进一步分析血清 miR-423-5p、铁蛋白对髌部脆性骨折的预测价值,本研究中 ROC 曲线分析结果显示,血清 miR-423-5p 的预测灵敏度更高但特异度不强,而铁蛋白的预测特异度好、灵敏度低。因此,需要将二者进行联合预测,以获得更优的预测效果。联合血清 miR-423-5p、铁蛋白预测髌部脆性骨折,结果显示灵敏度、特异度均优于二者单独预测,且 AUC 也更大,表明这种联合预测方式能够互补优缺,有较高的预测价值。miR-423-5p、铁蛋白都能在一定程度上反映铁蓄积,而铁蓄积会促进 OP 发生和骨折发展,推测这两个指标的联合预测时产生协同效能,故具有更优秀的预测效果<sup>[29]</sup>。本研究结果表明 miR-423-5p、铁蛋白指标有望参与老年 OP 患者髌部脆性骨折发生风险的预测,帮助患者提早进行干预治疗,降低骨折发生率,改善老年人骨健康。

综上所述,血清 miR-423-5p、铁蛋白在老年 OP 患者中有较高表达,其中髌部脆性骨折患者上述两个指标水平均更高,且大转子、总髌部 BMD 更低;血清 miR-423-5p、铁蛋白水平与各部位 BMD 呈负相关,二者联合对老年 OP 患者髌部脆性骨折发生风险有预测价值。但是,本研究由于样本量较小,结果可能存在个体差异,还需扩大观察样本数量,进行进一步的临床研究以增强结果的准确性和可信度。

## 参考文献

- [1] 中国健康促进基金会骨质疏松防治中国白皮书编委会. 骨质疏松症中国白皮书[J]. 中华健康管理学杂志, 2009, 3(3):148-154.
- [2] 刘功稳,朱柯雨,陆政峰,等. 骨质疏松症和骨质疏松性骨折防治的现状与挑战[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2024, 17(5):409-418.
- [3] 崔洪伟,王岩,周丽芸,等. 老年骨质疏松性骨折的康复研究进展[J]. 中国骨质疏松杂志, 2024, 30(7):1081-1085.
- [4] LI C, HUANG Q, YANG R, et al. Targeted next generation sequencing of nine osteoporosis-related genes in the Wnt signaling pathway among Chinese postmenopausal women[J]. Endocrine, 2020, 68(3):669-678.
- [5] 郑煜晖,吴世强,庄华峰. 老年骨质疏松患者骨代谢指标、骨密度与骨质疏松性骨折的相关性[J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(23):5920-5922.
- [6] 朱和平,周建刚,蒋建农,等. 铁蓄积性骨量下降小鼠微小 RNA 筛选及靶基因预测[J]. 中华实验外科杂志, 2018, 35(7):1308-1311.
- [7] 李前凯,李振华,李江梅. 血清铁蛋白与绝经妇女股骨颈骨折的相关性分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2019, 34(2):190-191.
- [8] 马远征,王以朋,刘强,等. 中国老年骨质疏松症诊疗指南(2018)[J]. 中国骨质疏松杂志, 2018, 24(12):1541-1567.
- [9] 邱贵兴,裴福兴,胡慎明,等. 中国骨质疏松性骨折诊疗指

- 南(骨质疏松性骨折诊断及治疗原则)[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2015, 8(5): 371-372.
- [10] 梁承伟, 许乐洋, 黄东辉, 等. 血清铁调素、铁蛋白表达与老年骨质疏松性骨折的相关性分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36(6): 586-589.
- [11] MCDONOUGH C M, HARRIS-HAYES M, KRISTENSEN M T, et al. Physical therapy management of older adults with hip fracture[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2021, 51(2): 1-81.
- [12] 衡燕, 郭艳英. 国内外脆性骨折风险预测方法研究进展[J]. 现代医药卫生, 2023, 39(8): 1394-1400.
- [13] RUBIN M R, DE BOER I H, BACKLUND J C, et al. Biochemical markers of bone turnover in older adults with type 1 diabetes[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2022, 107(6): e2405-e2416.
- [14] RUPP T, BUTSCHEIDT S, VETTORAZZI E, et al. High FGF23 levels are associated with impaired trabecular bone microarchitecture in patients with osteoporosis[J]. Osteoporos Int, 2019, 30(8): 1655-1662.
- [15] CRANDALL C J, VASAN S, LACROIX A, et al. Bone turnover markers are not associated with hip fracture risk: a case-control study in the women's health initiative[J]. J Bone Miner Res, 2018, 33(7): 1199-1208.
- [16] VASILIADIS E S, EVANGELOPOULOS D S, KASPIRIS A, et al. The role of sclerostin in bone diseases[J]. J Clin Med, 2022, 11(3): 806.
- [17] KALEM M N, KALEM Z, AKGUN N, et al. The relationship between postmenopausal women's sclerostin levels and their bone density, age, body mass index, hormonal status, and smoking and consumption of coffee and dairy products[J]. Arch Gynecol Obstet, 2017, 295(3): 785-793.
- [18] GARNERO P, SORNAY-RENDU E, MUNOZ F, et al. Association of serum sclerostin with bone mineral density, bone turnover, steroid and parathyroid hormones, and fracture risk in post menopausal women; the OFELY study[J]. Osteoporos Int, 2013, 24(2): 489-494.
- [19] 黄海生, 郑璐, 杨波, 等. 老年骨质疏松性髌部骨折患者骨密度与铁代谢关联性的性别分层研究[J]. 广东医学, 2023, 44(6): 779-783.
- [20] 张伟, 徐又佳, 崔胜宇, 等. 联合检测血清铁蛋白和胱抑素 C 对绝经后骨质疏松症的意义[J]. 中国骨质疏松杂志, 2020, 26(9): 1274-1278.
- [21] YANG Y, YUJIAO W, FANG W, et al. The roles of miRNA, lncRNA and circRNA in the development of osteoporosis[J]. Biol Res, 2020, 53(1): 40.
- [22] BEDENE A, MENCEJ BEDRAČ S, JEŠE L, et al. miR-148a the epigenetic regulator of bone homeostasis is increased in plasma of osteoporotic postmenopausal women[J]. Wien Klin Wochenschr, 2016, 128(7): 519-526.
- [23] QUILLEN E E, FOSTER J, SHELDRAKE A, et al. Circulating miRNAs associated with bone mineral density in healthy adult baboons[J]. J Orthop Res, 2022, 40(8): 1827-1833.
- [24] 廖强, 王娟. 骨质疏松患者血清 25(OH)D、骨膜素、铁蛋白水平及其与骨折发生的相关性分析[J]. 现代检验医学杂志, 2021, 36(5): 138-142.
- [25] SATO H, TAKAI C, KAZAMA J J, et al. Serum hepcidin level, iron metabolism and osteoporosis in patients with rheumatoid arthritis[J]. Sci Rep, 2020, 10(1): 9882-9893.
- [26] CAI H, ZHANG H, HE W, et al. Iron accumulation and its impact on osteoporotic fractures in postmenopausal women[J]. J Zhejiang Univ Sci B, 2023, 24(4): 301-311.
- [27] 彭斯伟, 宋敏, 范凯, 等. 铁代谢与骨质疏松症的相关因素研究现状[J]. 中国骨质疏松杂志, 2021, 27(12): 1868-1872.
- [28] 王爱飞, 吴加东, 徐又佳. 铁蓄积通过 mTOR 信号通路影响小鼠骨形成与血管生成偶联的实验研究[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2022, 38(1): 68-79.
- [29] KIM B J, AHN S H, BAE S J, et al. Iron overload accelerates bone loss in healthy postmenopausal women and middle-aged men: a 3-year retrospective longitudinal study[J]. J Bone Miner Res, 2012, 27(11): 2279-2290.

(收稿日期: 2024-06-29 修回日期: 2024-10-11)

(上接第 418 页)

- [21] LI J, YU C, SHEN F, et al. Class IIa histone deacetylase inhibition ameliorates acute kidney injury by suppressing renal tubular cell apoptosis and enhancing autophagy and proliferation[J]. Front Pharmacol, 2022, 7(13): 946192.
- [22] ZHANG W, GUAN Y, BAYLISS G, et al. Class IIa HDAC inhibitor TMP195 alleviates lipopolysaccharide-induced acute kidney injury[J]. Am J Physiol Renal Physiol, 2020, 319(6): 1015-1026.
- [23] LIU M, CHEN X. Human umbilical cord-derived mesenchymal stem cells-exosomes-delivered miR-375 targets HDAC4 to promote autophagy and suppress T cell apoptosis in sepsis-associated acute kidney injury[J]. Appl Biochem Biotechnol, 2024, 196(11): 7954-7973.
- [24] PARK E J, KIM Y M, KIM H J, et al. Degradation of histone deacetylase 4 via the TLR4/JAK/STAT1 signaling pathway promotes the acetylation of high mobility group box 1 (HMGB1) in lipopolysaccharide-activated macrophages[J]. FEBS Open Bio, 2018, 8(7): 1119-1126.
- [25] 濮雪华, 高宁, 吴德章, 等. 血清 PenKid 是脓毒症相关急性肾损伤发生与死亡的危险因素[J]. 中华急诊医学杂志, 2023, 32(8): 1077-1082.
- [26] 戎珊, 叶久航, 朱曼晨, 等. 脓毒症患者早期发生急性肾损伤的预测模型构建与内部验证[J]. 中华急诊医学杂志, 2023, 32(9): 1178-1183.

(收稿日期: 2024-07-13 修回日期: 2024-10-28)