

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.23.014

老年骨质疏松患者血清 miR-125b 和 miR-183 水平及意义^{*}赵剑峰¹, 杨双贵¹, 王 妍¹, 韩 泉¹, 王 晶², 李会玲³

河北省衡水市第六人民医院:1. 骨二科;2. 透析科;3. 重症医学科, 河北衡水 053200

摘要:目的 探讨血清 miR-125b 和 miR-183 在老年骨质疏松(OP)患者中的水平及临床意义。方法 选取 2022 年 4 月至 2024 年 1 月该院收治的 136 例老年 OP 患者作为 OP 组,另选取同期在该院体检的 155 例健康老年人为对照组。采用聚合酶链反应仪检测所有研究对象血清 miR-125b 和 miR-183 水平,采用骨密度(BMD)仪检测股骨颈及腰椎 L_{1~4} BMD,采用电化学发光法检测血清骨碱性磷酸酶(BALP)、骨钙素(BGP)、I 型前胶原氨基端前肽(P I NP)、β-胶原特殊序列(β-CTX)水平。采用 Pearson 相关分析老年 OP 患者血清 miR-125b 和 miR-183 水平与 BMD、骨代谢指标的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析老年 OP 发生的影响因素。**结果** OP 组每日运动时间<30 min 的比例高于对照组($P<0.05$)。OP 组血清 miR-125b 和 miR-183 水平高于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。OP 组股骨颈 BMD、腰椎 L_{1~4} BMD 及 BGP、P I NP 水平低于对照组,BALP 和 β-CTX 水平高于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。Pearson 相关分析结果显示,老年 OP 患者血清 miR-125b 和 miR-183 水平与股骨颈 BMD、腰椎 L_{1~4} BMD 及 BGP、P I NP 水平呈负相关($P<0.05$),与 BALP、β-CTX 水平呈正相关($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 BGP、P I NP 水平升高为老年 OP 发生的保护因素($P<0.05$),每日运动时间<30 min 及 miR-125b、miR-183、BALP、β-CTX 水平升高为老年 OP 发生的危险因素($P<0.05$)。**结论** 血清 miR-125b 和 miR-183 与老年 OP 患者 BMD、骨代谢指标存在相关性,且与老年 OP 的发生有关。

关键词:骨质疏松; miR-125b; miR-183; 影响因素; 骨密度**中图分类号:**R446.1;R580**文献标志码:**A**文章编号:**1672-9455(2025)23-3243-05**Levels and significance of serum miR-125b and miR-183 in elderly patients with osteoporosis^{*}**ZHAO Jianfeng¹, YANG Shuanggui¹, WANG Yan¹, HAN Quan¹, WANG Jing², LI Huiling³

1. The Second Department of Orthopedics; 2. Department of Dialysis; 3. Department of Critical Care Medicine, the Sixth People's Hospital of Hengshui City, Hengshui, Hebei 053200, China

Abstract: Objective To investigate the serum levels and clinical significance of miR-125b and miR-183 in elderly patients with osteoporosis (OP). **Methods** A total of 136 elderly patients with OP admitted to this hospital from April 2022 to January 2024 were selected as the OP group, and 155 healthy elderly people who underwent physical examination in this hospital during the same period were selected as the control group. The serum miR-125b and miR-183 levels were detected by polymerase chain reaction. Bone mineral density (BMD) of femoral neck and lumbar spine L_{1~4} was detected by bone mineral density meter. The serum bone alkaline phosphatase (BALP), osteocalcin (BGP), N-terminal propeptide of type I procollagen (P I NP) and β-collagen special sequence (β-CTX) levels were detected by electrochemiluminescence. Pearson correlation was used to analyze the correlation of serum miR-125b and miR-183 levels with BMD and bone metabolism indexes in elderly OP patients. Multivariate Logistic regression was used to analyze the influencing factors of OP in the elderly. **Results** The proportion of daily exercise time <30 min in OP group was higher than that in control group ($P<0.05$). The serum miR-125b and miR-183 levels in the OP group were significantly higher than those in the control group, and the differences were all statistically significant ($P<0.05$). The BMD of femoral neck and lumbar spine L_{1~4}, as well as BGP and P I NP levels in OP group were significantly lower than those in control group, and the BALP and β-CTX levels were significantly higher than those in control group, and the differences were all statistically significant ($P<0.05$). Pearson correlation analysis showed that serum miR-125b and miR-183 levels in elderly OP patients were negatively correlated with femoral neck

^{*} 基金项目:河北省医学科学研究课题计划项目(20240653)。

作者简介:赵剑峰,男,副主任医师,主要从事骨外科方向的研究。

引用格式:赵剑峰,杨双贵,王妍,等.老年骨质疏松患者血清 miR-125b 和 miR-183 水平及意义[J].检验医学与临床,2025,22(23):3243-

BMD,lumbar spine L₁₋₄ BMD,and BGP and P I NP levels ($P<0.05$),and positively correlated with BALP and β -CTX levels ($P<0.05$). The results of multivariate Logistic regression analysis showed that the increase of serum BGP and P I NP levels were protective factors for OP in the elderly ($P<0.05$),daily exercise time <30 min and increased levels of miR-125b,miR-183,BALP and β -CTX were risk factors for OP in the elderly ($P<0.05$). **Conclusion** Serum miR-125b and miR-183 are correlated with BMD and bone metabolism in elderly patients with OP,and are related to the occurrence of OP.

Key words:osteoporosis; miR-125b; miR-183; influencing factor; bone mineral density

骨质疏松(OP)是由多种原因引起的代谢性骨病,在 60 岁以上人群中的发病率较高,随着老龄化的加剧,OP 的新发病例数也呈增长趋势^[1]。OP 根据病因可分为原发性和继发性,原发性 OP 又可分为绝经后 OP、老年性 OP 和特发性 OP^[2]。继发性 OP 有明确病因,例如结缔组织病、内分泌疾病、药物因素等,原发性 OP 多无明确病因,吸烟、日照时间、活动时间、饮食习惯等都会对 OP 的发生造成影响^[3-4]。OP 的发生是复杂的,研究认为,OP 的发生与某些基因的异常也紧密相关,微小 RNA(miRNA)为非编码 RNA,在维持机体正常生长发育过程中扮演重要角色,研究表明,miRNA 通过调控机体代谢、炎症反应等过程影响 OP 的发生和进展过程^[5-6]。既往研究表明,miR-125b 和 miR-183 均能够通过靶向 Smad 同源物 4 促进 OP 的发生^[7-8]。因此,本研究通过检测老年 OP 患者血清 miR-125b 和 miR-183 水平,分析 miR-125b 和 miR-183 水平与骨密度(BMD)、骨代谢指标

的相关性,旨在为老年 OP 的防治提供一定帮助。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 4 月至 2024 年 1 月本院收治的 136 例老年 OP 患者作为 OP 组,另选取同期在本院体检的 155 例健康老年人为对照组。纳入标准:(1)OP 组符合《中国人骨质疏松症诊断标准专家共识(第三稿·2014 版)》^[9]中 OP 的诊断标准;(2)年龄 ≥ 60 岁;(3)临床资料完整;(4)能够正常交流,配合研究。排除标准:(1)近 6 个月内使用钙剂、维生素 D 等影响骨代谢的药物;(2)合并糖尿病等代谢性疾病;(3)合并肿瘤;(4)合并恶性血液性疾病;(5)合并自身免疫性疾病;(6)肝肾功能不全;(7)近 6 个月内有骨折史;(8)继发性 OP;(9)肢体残疾。2 组一般资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),有可比性。见表 1。本研究经本院医学伦理委员会批准(2022-03019),所有参与者签署知情同意书。

表 1 对照组和 OP 组一般资料比较[$\bar{x}\pm s$ 或 $n(\%)$]

指标	<i>n</i>	年龄(岁)	体质量指数(kg/m ²)	女性	饮酒史(有)	吸烟史(有)	高血压史(有)	高脂血症史(有)
对照组	155	69.25 $\pm$ 7.13	22.26 $\pm$ 2.02	99(63.87)	38(24.52)	47(30.32)	63(40.65)	54(34.84)
OP 组	136	70.21 $\pm$ 7.36	22.03 $\pm$ 2.15	97(71.32)	39(28.68)	38(27.94)	56(41.18)	50(36.76)
<i>t</i> / χ^2		-1.129	0.940	1.830	0.644	0.199	0.008	0.117
<i>P</i>		0.260	0.348	0.176	0.422	0.656	0.927	0.732

1.2 方法

1.2.1 血清 miR-125b 和 miR-183 水平检测 OP 组患者于入组时、对照组于体检当天采集空腹静脉血 3 mL,以 4 000 r/min 离心 10 min 后分离血清。采用 TRIzol 试剂提取血清总 RNA,质量合格的总 RNA 采用反转录试剂盒反转录为互补 DNA(cDNA)后置入于赛默飞聚合酶链反应(PCR)仪中进行扩增反应,总体系为 20 μ L,引物序列由生物设计公司合成。miR-125b 正向引物序列为 5'-ACACTCCAGCTGGGTC-CCTGAGACCCTAACTT-3',反向引物序列为 5'-TGTCGTGGAGTCGGCAATTC-3';miR-183 正向引物序列为 5'-GTCAGCTA GCTGACTGCTAG-3',反向引物序列为 5'-ATCGACACTGCATAGTAG-3';U6 正向引物序列为 5'-GTCGGGTCCAGAG-CAGGG-3',反向引物序列为 5'-CACGTTCGCTCT-GGACCCGA-3'。采用 2^{- $\Delta\Delta$ Ct} 法计算血清 miR-125b

和 miR-183 水平,以 U6 为内参。

1.2.2 BMD、骨代谢指标检测 由专业医师采用 BMD 仪检测所有研究对象股骨颈 BMD 及腰椎 L₁₋₄BMD。采用电化学发光法检测血清骨碱性磷酸酶(BALP)、骨钙素(BGP)、I 型前胶原氨基端前肽(P I NP)、 β -胶原特殊序列(β -CTX)水平。

1.2.3 记录每日运动时间 记录所有研究对象每日运动情况并统计每日运动时间 <30 min 的人数。

1.3 统计学处理 采用 SPSS25.0 统计软件处理数据。计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 *t* 检验。采用 Pearson 相关分析老年 OP 患者血清 miR-125b 和 miR-183 水平与 BMD、骨代谢指标的相关性;采用多因素 Logistic 回归分析老年 OP 发生的影响因素。检验水准 $\alpha=0.05$,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 对照组和 OP 组每日运动情况比较 OP 组每日运动时间<30 min 的比例[51.47%(70/136)]高于对照组[21.94%(34/155)],差异有统计学意义($\chi^2=27.515, P<0.05$)。

2.2 对照组和 OP 组血清 miR-125b 和 miR-183 水平比较 OP 组血清 miR-125b 和 miR-183 水平高于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

2.3 对照组和 OP 组 BMD、骨代谢指标比较 OP 组股骨颈 BMD、腰椎 L_{1~4} BMD 及血清 BGP、P I NP 水平低于对照组,血清 BALP 和 β -CTX 水平高于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

2.4 老年 OP 患者血清 miR-125b 和 miR-183 水平

与 BMD、骨代谢指标的相关性 Pearson 相关分析结果显示,老年 OP 患者血清 miR-125b 和 miR-183 水平与股骨颈 BMD、腰椎 L_{1~4} BMD 及 BGP、P I NP 水平呈负相关($P<0.05$),与 BALP、 β -CTX 水平呈正相关($P<0.05$)。见表 4。

表 2 对照组和 OP 组血清 miR-125b 和 miR-183 水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	miR-125b	miR-183
对照组	155	1.13±0.26	1.06±0.22
OP 组	136	1.54±0.37	1.43±0.29
<i>t</i>		-11.037	-12.345
<i>P</i>		<0.001	<0.001

表 3 对照组和 OP 组 BMD、骨代谢指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	股骨颈 BMD (g/cm ²)	腰椎 L _{1~4} BMD (g/cm ²)	BALP (U/L)	BGP (μg/L)	P I NP (ng/mL)	β -CTX (ng/mL)
对照组	155	0.91±0.14	0.89±0.13	19.85±3.27	8.17±1.12	54.63±8.05	0.48±0.08
OP 组	136	0.73±0.11	0.65±0.09	24.54±3.62	7.26±1.04	36.19±5.58	0.65±0.11
<i>t</i>		12.075	18.062	-11.611	7.149	22.403	-15.199
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 4 老年 OP 患者血清 miR-125b 和 miR-183 水平与 BMD、骨代谢指标的相关性

指标	miR-125b		miR-183	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
股骨颈 BMD	-0.395	<0.001	-0.386	<0.001
腰椎 L _{1~4} BMD	-0.362	<0.001	-0.409	<0.001
BALP	0.425	<0.001	0.571	<0.001
BGP	-0.453	<0.001	-0.505	<0.001
P I NP	-0.401	<0.001	-0.437	<0.001
β -CTX	0.524	<0.001	0.398	<0.001

2.5 多因素 Logistic 回归分析老年 OP 发生的影响因素 以老年 OP 的发生与否为因变量(发生=1,未发生=0),将每日运动时间是否<30 min(是=1,否=0)、miR-125b(原值输入)、miR-183(原值输入)、BALP(原值输入)、BGP(原值输入)、P I NP(原值输入)、 β -CTX(原值输入)作为自变量进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,血清 BGP、P I NP 水平升高为老年 OP 发生的保护因素($P<0.05$),每日运动时间<30 min 及血清 miR-125b、miR-183、BALP、 β -CTX 水平升高为老年 OP 发生的危险因素($P<0.05$)。见表 5。

表 5 多因素 Logistic 回归分析老年 OP 发生的影响因素

变量	β	SE	Wald χ^2	<i>P</i>	OR	OR 的 95%CI
每日运动时间<30 min	1.167	0.290	16.208	<0.001	3.217	1.821~5.674
miR-125b	0.142	0.052	7.496	0.006	1.153	1.041~1.277
miR-183	0.147	0.049	9.068	0.003	1.159	1.053~1.276
BALP	0.146	0.053	7.571	0.006	1.157	1.043~1.284
BGP	-0.149	0.063	5.556	0.018	0.862	0.762~0.975
P I NP	-0.047	0.010	22.176	<0.001	0.954	0.935~0.973
β -CTX	0.170	0.041	17.140	<0.001	1.185	1.093~1.284
常数项	8.531	1.358	27.329	<0.001	—	—

注:—表示无数据。

3 讨 论

OP 的病理表现为骨量减少、骨微结构受损且脆性增加,临床表现包括骨痛、乏力、脊柱畸形,此外,OP 患者面临着更高的骨折风险,而骨折后往往容易

造成残疾。这种情况不仅降低了患者的生活质量,也让患者家庭承受了巨大的照料压力^[10-12]。OP 起病隐匿,通常难以及时诊断,故 OP 的预防和治疗极为重要,探讨血清 miR-125b 和 miR-183 在老年 OP 患者

中的水平对于其防治具有一定积极意义。

miRNA 是长度约为 22 nt 的单链 RNA,迄今已发现 3 000 多种 miRNA,人体内许多基因都受 miRNA 的调控^[13]。有研究报道,miRNA 参与人类肿瘤、心血管疾病、免疫系统疾病等多种疾病的发生、发展过程^[14]。miRNA 在 OP 中的作用也有不少报道,例如, HU 等^[15]研究表明,miR-1224-5p 被敲低后的老年 OP 小鼠病情加剧,且影响骨折愈合进程,此过程与 miR-1224-5p 能够调控成骨-破骨细胞分化有关。可见,miRNA 与 OP 紧密相关。

miR-125b 属于 miR-125 家族成员之一,参与调控细胞分化、凋亡等重要生物学过程^[16]。陈超等^[17]报道,miR-125b 通过外泌体抑制骨髓间充质干细胞体外成骨的分化过程。FAN 等^[18]研究发现,miR-125b 通过介导 T 淋巴细胞失衡影响幼年特发性关节炎的发病过程。本研究结果显示,OP 组血清 miR-125b 水平高于对照组,且多因素 Logistic 回归分析结果也提示,血清 miR-125b 水平越高,老年人发生 OP 的风险越高,提示 miR-125b 可能与 OP 的发生密切相关。WANG 等^[7]进行的动物研究也表明,miR-125b 高表达促进绝经后大鼠 OP 的发生、发展,本研究结果与其较为一致,表明 miR-125b 有望成为 OP 的潜在治疗靶点。

miR-183 参与调控神经系统、内分泌系统、感官系统等机体多个系统的功能,人 miR-183 编码基因定位于染色体 7q32.2 区域^[19]。既往研究中,miR-183 在肿瘤中的报道较多,例如赵如银等^[20]研究发现,miR-183 在结直肠癌患者外周血中水平较高,且其水平与患者分期有关。目前,miR-183 在 OP 中的研究仍较少。QIN 等^[8]进行的动物研究表明,miR-183 过表达时抑制成骨细胞分化,促进 OP 的发生。崔国峰等^[21]研究报道,过表达 miR-183-5p 能够对软骨细胞凋亡及炎症反应产生一定促进作用。本研究发现,与对照组相比较,OP 组血清 miR-183 水平较高,多因素 Logistic 回归分析结果也表明血清 miR-183 为老年 OP 发生的影响因素,根据此结果推测老年 OP 的发生可能也与 miR-183 表达异常有关,抑制老年 OP 患者 miR-183 表达,或许能够抑制 OP 病情进展,缓解症状,有待后续进一步研究。

BMD 反映骨骼强度,OP 的发生必然伴随着 BMD 的下降。BGP 由成骨细胞合成分泌,BGP 水平有助于评价骨矿化速度、成骨细胞活性。P I N P 水平变化能够反映新骨形成情况,P I N P 水平随成骨细胞的减少或者活性降低而升高。BALP 来源于骨骼,有利于骨的形成,BALP 水平也能够反映成骨细胞活性和功能; β -CTX 为骨吸收标志物,水平越高即表明骨吸收或流失更严重^[22]。本研究分析发现,与对照组比较,OP 组血清 BGP、P I N P 水平降低,血清 BALP 和 β -CTX 水平升高,提示老年 OP 患者骨代谢异常,骨吸收增加,成骨细胞活性降低。本研究多因素 Logis-

tic 回归分析结果显示,血清 BALP、BGP、P I N P、 β -CTX 均为老年 OP 发生的影响因素,老年人群应定期检查骨代谢相关指标,及时进行诊断。本研究 Pearson 相关分析结果显示,老年 OP 患者血清 miR-125b 和 miR-183 水平与股骨颈 BMD、腰椎 L_{1~4} BMD 及 BGP、P I N P 水平呈负相关,而与 BALP、 β -CTX 水平呈正相关,提示 miR-125b 和 miR-183 能够在一定程度上影响老年 OP 患者骨代谢。骨形成和骨吸收的平衡是维持健康骨量的关键,成骨细胞参与骨基质合成、分泌和矿化,破骨细胞行使骨吸收的功能,结合前人研究推测,miR-125b 和 miR-183 可能通过共同调控其靶向基因表达,影响成骨/破骨细胞分化、活性,影响骨代谢,进而引发 OP^[23-24]。

此外,本研究中,OP 组每日活动时间 <30 min 的比例明显高于对照组,多因素 Logistic 回归分析中也提示每日活动时间 <30 min 的老年人患 OP 的风险大于每日活动时间 ≥ 30 min 的老年人,与尹劲等^[25]的研究基本一致,建议老年人加强日常活动,预防 OP 的发生。尹劲等^[25]的研究中还认为,性别、基础疾病等也是老年 OP 发生的影响因素,本研究主要目的是探讨 miR-125b 和 miR-183 对老年 OP 的影响,因此,选取的对照组性别、年龄等一般资料与 OP 组匹配。

综上所述,miR-125b 和 miR-183 与老年 OP 的发生有关,老年 OP 患者血清 miR-125b 和 miR-183 水平与 BMD、骨代谢指标存在相关性。OP 的发生机制复杂,miR-125b 和 miR-183 在 OP 中的具体作用机制需要更深入的探讨。

参考文献

- [1] 曹天媛,倪志明,刘新宇,等.中医药调控 BMSCs 成骨分化防治骨质疏松症的研究进展[J].中国骨质疏松杂志,2023,29(11):1669-1674.
- [2] SINGH S,DUTTA S,KHASBAGE S,et al. A systematic review and Meta-analysis of efficacy and safety of romosozumab in postmenopausal osteoporosis[J]. Osteoporos Int,2022,33(1):1-12.
- [3] CHENG J,ZHAI J,ZHONG W,et al. Lactobacillus rhamnosus GG promotes intestinal vitamin D absorption by upregulating vitamin D transporters in senile osteoporosis[J]. Calcif Tissue Int,2022,111(2):162-170.
- [4] HERATH M,LANGDAHL B,EBELING P R,et al. Challenges in the diagnosis and management of glucocorticoid-induced osteoporosis in younger and older adults[J]. Clin Endocrinol (Oxf),2022,96(4):460-474.
- [5] WU L L,ZHOU J X,JIA Y M,et al. Screening and bioinformatics analysis of senile osteoporosis genes based on GEO database[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci,2023,27(11):4857-4864.
- [6] 匡嘉兵,郭松,雷建平,等. miR-494 靶向 TLR-4 通路在骨质疏松发病中的作用及机制[J]. 实验动物科学,2023,40(6):19-25.
- [7] WANG Z,CHEN Q,YANG Z,et al. MiR-125b aggre-

- gates osteoporosis in postmenopausal rats via targeting Smad4[J]. *Minerva Surg*, 2022, 77(5): 511-512.
- [8] QIN X B, WEN K, WU X X, et al. MiR-183 regulates the differentiation of osteoblasts in the development of osteoporosis by targeting Smad4[J]. *Acta Histochem*, 2021, 123(7): 151786.
- [9] 张智海, 刘忠厚, 李娜, 等. 中国人骨质疏松症诊断标准专家共识(第三稿·2014 版)[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2014 (9): 1007-1010.
- [10] XIAO P L, CUI A Y, HSU C J, et al. Global, regional prevalence, and risk factors of osteoporosis according to the World Health Organization diagnostic criteria: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Osteoporos Int*, 2022, 33(10): 2137-2153.
- [11] DIFFENDERFER B W, WANG Y, PEARMAN L, et al. Real-world management of patients with osteoporosis at very high risk of fracture[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2023, 31(6): e327-e335.
- [12] AYERS C, KANSAGARA D, LAZUR B, et al. Effectiveness and safety of treatments to prevent fractures in people with low bone mass or primary osteoporosis: a living systematic review and network Meta-analysis for the American college of physicians[J]. *Ann Intern Med*, 2023, 176(2): 182-195.
- [13] IANTOMASI T, ROMAGNOLI C, PALMINI G, et al. Oxidative stress and inflammation in osteoporosis: molecular mechanisms involved and the relationship with microRNAs[J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(4): 3772.
- [14] 缪毛毛, 王绪平, 吴人杰, 等. 外泌体 miRNA 介导的细胞间通讯在骨与软骨组织疾病中的作用研究进展[J]. *中国现代应用药学*, 2022, 39(6): 827-832.
- [15] HU L C, XIE X D, XUE H, et al. MiR-1224-5p modulates osteogenesis by coordinating osteoblast/osteoclast differentiation via the Rap1 signaling target ADCY2[J]. *Exp Mol Med*, 2022, 54(7): 961-972.
- [16] ZHANG J, YANG W, XIAO Y, et al. MiR-125b inhibits cell proliferation and induces apoptosis in human colon cancer SW480 cells via targeting STAT3[J]. *Recent Pat Anticancer Drug Discov*, 2022, 17(2): 187-194.
- [17] 陈超, 李昊天, 王槐骏, 等. BMSCs 分泌的 miR-125b 通过外泌体途径对体外成骨分化的影响[J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2023, 16(4): 345-353.
- [18] FAN Z D, CAO Q, HUANG N, et al. MicroRNA-125b regulates Th17/Treg cell differentiation and is associated with juvenile idiopathic arthritis[J]. *World J Pediatr*, 2020, 16(1): 99-110.
- [19] LU B, YU Y, XING X L, et al. miR-183/TMSB4Y, a new potential signaling axis, involving in the progression of laryngeal cancer via modulating cell adhesion[J]. *J Recept Signal Transduct Res*, 2022, 42(2): 133-140.
- [20] 贡如银, 贡如琴, 季进锋, 等. miR-183, miR-720 诊断结直肠癌的价值及与 TNM 分期、p53 和 Ki67 表达的关系[J]. *中国肿瘤外科杂志*, 2024, 16(1): 37-41.
- [21] 崔国峰, 刘丹, 武军龙, 等. LncRNA NUTM2A-AS1 调控 miR-183-5p/TGF α 影响骨关节炎软骨细胞增殖、凋亡的研究[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2022, 28(6): 794-801.
- [22] CHEN Y, SUN X, SUI X, et al. Application of bone alkaline phosphatase and 25-oxhydroyl-vitamin D in diagnosis and prediction of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18(1): 739-748.
- [23] WANG G, ZHANG L C, YAN C, et al. Overexpression of miR125b promotes osteoporosis through miR-125b-TRAF6 pathway in postmenopausal ovariectomized rats[J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2021, 14: 671-682.
- [24] WEIGL M, KOCIJAN R, FERGUSON J, et al. Longitudinal changes of circulating miRNAs during bisphosphonate and teriparatide treatment in an animal model of postmenopausal osteoporosis[J]. *J Bone Miner Res*, 2021, 36(6): 1131-1144.
- [25] 尹劲, 周兆文, 普有登, 等. 老年人群骨质疏松发生情况及血清 25-羟维生素 D 对其影响[J]. *国际老年医学杂志*, 2023, 44(1): 67-70.

(收稿日期: 2025-12-20 修回日期: 2025-07-23)

(上接第 3242 页)

- [24] 丘建斌, 黄烁丹, 邹婕, 等. 广东梅州客家地区新生儿 G6PD 缺乏症筛查及基因突变分析[J]. *中国优生与遗传杂志*, 2024, 32(10): 2170-2174.
- [25] 黄慈丹, 刘秀莲, 杨春, 等. 海南省妇女儿童医学中心 5 246 名女性新生儿葡萄糖-6-磷酸脱氢酶基因型与酶活性分析[J]. *中国实用儿科杂志*, 2022, 37(9): 695-700.
- [26] 张鑫, 刘朔, 李苗苗, 等. 菏泽地区新生儿 G6PD 缺乏症基因突变的检测[J]. *青岛大学学报(医学版)*, 2023, 59(2): 174-178.
- [27] GÓMEZ-MANZO S, MARCIAL-QUINO J, VANOYE-CARLO A, et al. glucose-6-phosphate dehydrogenase: update and analysis of new mutations around the world[J]. *Int J Mol Sci*, 2016, 17 (12): 2069-2074.
- [28] DJIGO O K M, OULD KHALEF Y, OULD AHMEDOU SALEM M S, et al. Assessment of carestart G6PD rapid diagnostic test and carestart G6PD biosensor in Mauritania[J]. *Infect Dis Poverty*, 2021, 10(1): 105.
- [29] GARCIA A A, KOPERNIKU A, FERREIRA J C B, et al. Treatment strategies for glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency: past and future perspectives[J]. *Trends Pharmacol Sci*, 2021, 42(10): 829-844.
- [30] HARCKE S J, RIZZOLO D, HARCKE H T. G6PD deficiency: an update[J]. *JAAPA*, 2019, 32(11): 21-26.
- [31] HUANG T, DUAN M. G6PD gene detection in neonatal hyperbilirubinemia and analysis of related risk factors[J]. *Technol Health Care*, 2024, 32(2): 565-572.
- [32] 古艳, 方颖慧, 刘媛, 等. G6PD 基因非热点突变基因诊断[J]. *实验与检验医学*, 2024, 42(3): 221-224.

(收稿日期: 2025-02-25 修回日期: 2025-07-26)