

- rat model[J]. Food Chem, 2023, 409:135195.
- [13] JIANG Q, XU Q, KENÉZ Á, et al. Klebsiella pneumoniae infection is associated with alterations in the gut microbiome and lung metabolome[J]. Microbiol Res, 2022, 263: 127139.
- [14] ZHONG J, CHEN J, CAO M, et al. Elevated plasma intestinal fatty acid binding protein and aberrant lipid metabolism predict post-stroke depression[J]. Heliyon, 2022, 8(11): e11848.
- [15] ZHENG Z, WANG S, WU C, et al. Gut microbiota dysbiosis after traumatic brain injury contributes to persistent microglial activation associated with upregulated Lyz2 and shifted tryptophan metabolic phenotype[J]. Nutrients, 2022, 14(17): 3467.
- [16] ZHANG Y, YANG Y, LI H, et al. Investigating the po-
• 短篇论著 •
- tential mechanisms and therapeutic targets of inflammatory cytokines in post-stroke depression[J]. Mol Neurobiol, 2024, 61(1): 132-147.
- [17] WANG J, LIU X, LI Q. Interventional strategies for ischemic stroke based on the modulation of the gut microbiota[J]. Front Neurosci, 2023, 17: 1158057.
- [18] CLOTTES P, BENECH N, DUMOT C, et al. Gut microbiota and stroke: new avenues to improve prevention and outcome[J]. Eur J Neurol, 2023, 30(11): 3595-3604.
- [19] ZHOU Y, ZHAO L, TANG Y, et al. Association between serum inflammatory cytokines levels and post-stroke depression among stroke patients: a meta-analysis and systematic review[J]. J Psychosom Res, 2025, 190: 112050.
- (收稿日期: 2025-09-16 修回日期: 2026-01-09)

绝经后 2 型糖尿病患者外周血 MHR、IL-6 和 25(OH)D₃ 表达与并发骨质疏松症关系*

赵清华¹, 孙全², 钱立芳³, 谢桂凤¹, 朱雅琴¹, 黄俊^{1△}

皖南医科大学附属池州医院/安徽省池州市人民医院: 1. 健康管理体检中心;

2. 检验科; 3. 护理部; 4. 麻醉科, 安徽池州 247000

摘要:目的 探讨绝经后 2 型糖尿病(T2DM)患者外周血单核细胞/高密度脂蛋白胆固醇比值(MHR)、白细胞介素-6(IL-6)、25 羟维生素 D₃ [25(OH)D₃] 的表达及其对并发骨质疏松症的预测价值。方法 选取 2023 年 3 月至 2024 年 9 月于该院体检的绝经后 T2DM 患者 125 例, 根据是否并发骨质疏松症分为并发组($n=57$)和非并发组($n=68$)。收集患者的临床资料, 比较两组外周血 MHR、IL-6、25(OH)D₃ 及骨密度(BMD)指标[骨超声波传导速度(SOS)、宽带超声衰减(BUA)、骨硬度指数(STI)]水平, 采用 Pearson 相关分析法分析 MHR、IL-6、25(OH)D₃ 与 BMD 的相关性, 骨质疏松症发生的影响因素采用多因素 Logistic 回归分析, 各指标预测发生骨质疏松症的价值则用受试者工作特征(ROC)曲线分析。结果 并发组年龄、绝经时间、T2DM 病程均高于非并发组($P<0.05$), 体重指数(BMI)、SOS、BUA、STI 水平均低于非并发组($P<0.05$); 并发组患者 MHR、IL-6 水平高于非并发组($P<0.05$), 25(OH)D₃ 水平低于非并发组($P<0.05$); 相关性分析结果显示, 外周血 MHR、IL-6 与 SOS、BUA、STI 呈负相关($P<0.05$), 25(OH)D₃ 与 SOS、BUA、STI 呈正相关($P<0.05$); 多因素 Logistic 回归分析结果显示: 年龄、绝经时间、T2DM 病程、MHR、IL-6 为绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的危险因素($P<0.05$), BMI、25(OH)D₃ 为保护因素($P<0.05$); ROC 曲线分析结果显示, MHR、IL-6 及 25(OH)D₃ 预测绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的曲线下面积(AUC)分别为 0.735、0.689、0.722, 三者联合预测的整体效能高于各指标单独应用, 其 AUC 为 0.869(95%CI: 0.807~0.931)。结论 外周血 MHR、IL-6 及 25(OH)D₃ 均可作为预测绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的指标, 且三者联合检测具有较高的预测价值。

关键词: 绝经后 2 型糖尿病; 骨质疏松症; 单核细胞/高密度脂蛋白胆固醇比值; 白细胞介素-6; 25 羟维生素 D₃

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2026.10.017

文章编号: 1673-4130(2026)10-1244-05

中图法分类号: R580; R587.1

文献标志码: A

骨质疏松症是一种因骨量减少、骨微结构破坏, 致使骨骼脆性增高并易于骨折的全身性骨骼疾病^[1]。此病症可出现在不同年龄段人群, 但好发于中老年女性群体, 尤其是绝经后 5~10 年的女性。由于雌激素

分泌急剧减少, 骨钙快速丢失, 造成骨密度(BMD)下降, 从而引发该病^[2]。2 型糖尿病(T2DM)作为我国高发代谢异常疾病, 相关研究显示, 同时患有 T2DM 的中老年女性更易出现骨质疏松问题^[3]。该疾病不

* 基金项目: 安徽省高校自然科学基金项目(2024AH051881)。

△ 通信作者, E-mail: koma19880218@126.com。

仅显著提升骨折概率,影响患者日常生活,还会带来沉重的社会经济压力。因此,针对这类人群开展早期筛查十分必要。单核细胞与高密度脂蛋白胆固醇比值(MHR)作为新兴炎症标志物,能够有效评估机体免疫调节功能,有研究指出,MHR 与骨质疏松症的发生发展密切相关^[4]。白细胞介素-6(IL-6)为重要的炎症因子,可由成骨细胞释放,主要通过激活破骨细胞促进骨吸收,同时抑制成骨细胞活性,造成骨量减少,在骨质疏松的发病机制中起关键作用^[5]。25 羟维生素 D₃[25(OH)D₃]是维生素 D 的代谢产物,其水平异常会影响 BMD、破坏骨质微结构,进而促进骨质疏松的发生发展^[6]。本研究旨在探讨绝经后 T2DM 患者外周血 MHR、IL-6、25(OH)D₃ 的表达水平,并分析三者单独及联合检测对并发骨质疏松症的预测价值,以期临床预防骨质疏松提供有效参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2023 年 3 月至 2024 年 9 月于本院体检的绝经后 T2DM 患者 125 例,根据是否并发骨质疏松症分为并发组($n=57$)和非并发组($n=68$)。纳入标准:(1)符合 T2DM 的诊断标准^[7];(2)绝经后女性;(3)骨质疏松组患者符合骨质疏松的诊断标准^[1];(4)体检报告资料完整。排除标准:(1)合并恶性肿瘤;(2)入组前服用过对骨代谢有影响的药物;(3)患有其他内分泌疾病;(4)合并严重心、肝、肾等重要脏器功能不全。本研究经本院伦理委员会审批(审批号:2023006)。

1.2 方法 收集患者的临床资料,包括体重指数(BMI)、年龄、T2DM 病程、绝经时间、生化指标[空腹血糖(FBG)、糖化血红蛋白(HbA1c)、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、HDL-C、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)]水平等。

采用超声骨密度测量仪(韩国昊泰公司,型号 SPUS),测定患者跟骨 BMD 相关指标,包括骨超声波传导速度(SOS)、宽带超声衰减(BUA)、骨硬度指数(STI)。所有患者的 BMD 测定均由同一位主检医师进行检测以减少误差。采集患者 5 mL 空腹静脉血,离心(离心力为 $1\ 217\times g$,时长设置为 10 min)取血清。使用全自动血细胞分析仪(深圳市锦瑞生物科技股份有限公司,型号 KT-6400)检测单核细胞计数,使用全自动生化分析仪(贝克曼库尔特,型号:AU5800)检测 HDL-C 等生化指标水平,并计算 MHR 值;采用酶联免疫吸附试验检测 IL-6、25(OH)D₃ 的表达水平,研究所用 IL-6 试剂盒购自上海联迈生物工程有限公司,25(OH)D₃ 试剂盒购自北京正旦国际科技有限责任公司。

1.3 统计学处理 采用 SPSS20.0 统计学软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间用独立样本采用 t 检验。MHR、IL-6、25(OH)D₃ 与 BMD 的相关性用 Pearson 相关分析法分析,骨质疏松症发生的影响因素用多因素 Logistic 回归分析,各指标对发生骨质疏松症的预测价值则用受试者工作特征(ROC)

曲线分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组绝经后 T2DM 患者临床资料比较 并发组年龄、绝经时间、T2DM 病程均高于非并发组($P<0.05$),BMI、SOS、BUA、STI 低于非并发组($P<0.05$)。见表 1。

表 1 两组绝经后 T2DM 患者临床资料比较($\bar{x}\pm s$)

| 项目 | 并发组 ($n=57$) | 非并发组 ($n=68$) | t | P |
|-------------------------|-------------------|--------------------|--------|--------|
| 年龄(岁) | 65.32±6.41 | 60.17±5.29 | 4.922 | <0.001 |
| BMI(kg/m ²) | 23.16±2.34 | 24.75±3.12 | 3.171 | 0.002 |
| 绝经时间(年) | 13.52±1.78 | 9.33±1.23 | 15.497 | <0.001 |
| T2DM 病程(年) | 12.23±3.21 | 8.96±2.65 | 6.240 | <0.001 |
| HbA1c(%) | 8.35±2.17 | 8.27±2.44 | 0.192 | 0.848 |
| FBG(mmol/L) | 8.22±0.92 | 7.94±0.88 | 1.735 | 0.085 |
| TC(mmol/L) | 5.35±1.22 | 5.12±1.14 | 1.088 | 0.279 |
| TG(mmol/L) | 1.87±0.65 | 1.75±0.61 | 1.063 | 0.290 |
| HDL-C(mmol/L) | 1.31±0.21 | 1.24±0.25 | 1.676 | 0.096 |
| LDL-C(mmol/L) | 2.64±0.81 | 2.48±0.73 | 1.161 | 0.248 |
| SOS(m/s) | 1 509.75±87.49 | 1 565.16±90.32 | 3.465 | 0.001 |
| BUA(dB/MHz) | 62.96±10.38 | 71.85±12.11 | 4.360 | <0.001 |
| STI | 80.23±8.51 | 91.08±8.84 | 6.952 | <0.001 |

2.2 两组绝经后 T2DM 患者 MHR、IL-6 及 25(OH)D₃ 水平比较 并发组 MHR、IL-6 水平高于非并发组($P<0.05$),25(OH)D₃ 水平低于非并发组($P<0.05$)。见表 2。

表 2 两组绝经后 T2DM 患者 MHR、IL-6 及 25(OH)D₃ 水平比较($\bar{x}\pm s$)

| 组别 | n | MHR | IL-6(pg/mL) | 25(OH)D ₃ (mmol/L) |
|------|-----|-----------|-------------|----------------------------------|
| 并发组 | 57 | 0.36±0.11 | 6.01±1.73 | 27.47±6.64 |
| 非并发组 | 68 | 0.28±0.07 | 4.89±1.55 | 33.19±7.53 |
| t | | 4.926 | 3.816 | 4.462 |
| P | | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

2.3 外周血 MHR、IL-6、25(OH)D₃ 与 BMD 指标的相关性 相关性分析结果显示,外周血 MHR、IL-6 与 SOS、BUA、STI 呈负相关($P<0.05$),25(OH)D₃ 与 SOS、BUA、STI 呈正相关($P<0.05$)。见表 3。

表 3 外周血 MHR、IL-6、25(OH)D₃ 与 BMD 指标的相关性

| 指标 | SOS | | BUA | | STI | |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | r | P | r | P | r | P |
| MRH | -0.494 | <0.001 | -0.471 | <0.001 | -0.432 | <0.001 |
| IL-6 | -0.418 | <0.001 | -0.396 | <0.001 | -0.454 | <0.001 |
| 25(OH)D ₃ | 0.450 | <0.001 | 0.463 | <0.001 | 0.516 | <0.001 |

2.4 绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的多因素 Logistic 回归分析 以是否并发骨质疏松症为因变量(是=1,否=0),以年龄(赋值为实际值)、BMI(赋值为实际值)、绝经时间(赋值为实际值)、T2DM 病程(赋值为实际值)、MHR(赋值为实际值)、IL-6(赋值为实际值)、25(OH)D₃(赋值为实际值)为自变量进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示:年龄、绝经时间、T2DM 病程、MRH、IL-6 为绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的危险因素,BMI、25(OH)D₃ 为绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的保护因素($P < 0.05$)。

见表 4。

2.5 MHR、IL-6 及 25(OH)D₃ 水平对绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的预测价值 ROC 曲线结果可以观察到,IL-6、MHR 及 25(OH)D₃ 对绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症均具有预测价值,三者单独预测的曲线下面积(AUC)分别为 0.735、0.689、0.722,联合预测的整体效能高于各指标单独应用($P < 0.05$),其 AUC 为 0.869,灵敏度为 84.22%,特异度为 76.53%。见表 5。

表 4 绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的多因素 Logistic 回归分析

| 项目 | β | SE | Wald χ^2 | P | OR | 95%CI |
|----------------------|---------|-------|---------------|--------|-------|--------------|
| 年龄 | 0.202 | 0.099 | 4.118 | 0.042 | 1.224 | 1.007~1.487 |
| BMI | -0.614 | 0.246 | 6.255 | 0.012 | 0.541 | 0.334~0.876 |
| 绝经时间 | 1.546 | 0.440 | 12.338 | <0.001 | 4.692 | 1.980~11.117 |
| T2DM 病程 | 0.475 | 0.229 | 4.282 | 0.039 | 1.608 | 1.025~2.521 |
| MRH | 0.985 | 0.284 | 12.029 | 0.001 | 2.678 | 1.535~4.672 |
| IL-6 | 0.823 | 0.400 | 4.247 | 0.039 | 2.278 | 1.041~4.985 |
| 25(OH)D ₃ | -0.235 | 0.092 | 6.522 | 0.011 | 0.791 | 0.660~0.947 |
| 常数 | -17.900 | 6.937 | 6.658 | 0.010 | — | — |

注:—表示无数据。

表 5 MHR、IL-6 及 25(OH)D₃ 水平对绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的预测价值

| 项目 | 截断值 | AUC | 95%CI | SE | P | 灵敏度(%) | 特异度(%) |
|----------------------|--------------|-------|-------------|-------|--------|--------|--------|
| MHR | 0.34 | 0.735 | 0.644~0.826 | 0.046 | <0.001 | 56.14 | 83.75 |
| IL-6 | 5.72 pg/mL | 0.689 | 0.595~0.783 | 0.048 | <0.001 | 61.39 | 73.45 |
| 25(OH)D ₃ | 29.59 mmol/L | 0.722 | 0.633~0.811 | 0.045 | <0.001 | 66.67 | 70.61 |
| 联合预测 | — | 0.869 | 0.807~0.931 | 0.031 | <0.001 | 84.22 | 76.53 |

注:—表示无数据。

3 讨 论

绝经后女性由于卵巢功能急剧衰退,雌激素水平持续下降,易引起骨代谢紊乱、骨免疫失衡。T2DM 患者因其长期处于高血糖、慢性炎症状态,易使骨形成与骨吸收比例失衡,导致骨量减少。研究表明,绝经后女性骨质疏松症的发病率达 40%~50%^[8],而合并 T2DM 会大大增加患者并发骨质疏松症的风险。

研究证实,炎症反应与骨质流失密切相关^[9]。单核细胞在慢性炎症和免疫反应中起着重要作用,HDL-C 具有抗氧化、抗炎方面的作用,MHR 可综合反映机体的炎症状态。本研究结果显示,并发组外周血 MHR 水平显著高于非并发组,且多因素 Logistic 回归分析结果显示,高水平 MHR 是绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的危险因素,提示 MHR 升高与骨质疏松的发生有关,降低其水平可能有助于降低患者罹患骨质疏松症的风险。MULHOLLAND 等^[10]研究指出,单核细胞可分泌单核细胞趋化蛋白,进而趋化炎症细胞,刺激破骨细胞的生成,加速骨量丢失;HDL-C 能有效抑制炎症细胞,有助于减轻炎症反应,MHR 能作为预测老年 T2DM 合并骨质疏松症的独

立预测因素,本研究结论与之一致。SOS、BUA、STI 为反映 BMD 的有效指标,三者水平越高表示骨骼质量越好。本研究相关性分析结果显示,MHR 与 SOS、BUA、STI 呈负相关,表明 MHR 水平升高会促进骨流失,导致 BMD 降低。当 MHR 升高时,单核细胞的促炎效应占据主导地位,而 HDL-C 的保护作用减弱,导致骨吸收增强、骨形成受抑制,最终引发 BMD 降低。

IL-6 是一种多功能细胞因子,绝经后 T2DM 患者雌激素缺乏可导致免疫功能变化和炎症反应,触发 IL-6 基因表达,且合并 T2DM 进一步加剧体内炎症反应,促进 IL-6 的分泌,从而影响骨重建平衡^[11]。本研究发现,并发组患者外周血 IL-6 水平显著高于非并发组,多因素 Logistic 回归分析显示,高水平 IL-6 是绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的危险因素,提示 IL-6 可能通过促进骨吸收参与骨质疏松症的发生。IL-6 参与骨代谢调节,雌激素可抑制其水平过度表达,而绝经后女性由于雌激素不足,导致 IL-6 水平异常升高,IL-6 可通过激活核因子- κ B 配体增加破骨细胞数量,增强骨吸收,并抑制成骨细胞分化,进而导致

BMD 降低。NARIMIYA 等^[12] 研究证实, IL-6 水平升高可激活破骨细胞, 导致骨破坏, 加重骨质疏松。且患者的高血糖状态可诱导胰岛细胞释放 IL-6, 形成了“高血糖-炎症-骨代谢异常”的恶性循环, 显著增加绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的概率。本研究中, IL-6 与 SOS、BUA、STI 呈负相关, 进一步证明 IL-6 与骨质疏松的发生存在关联性, 与 FISCHER 等^[13] 的研究结论相互印证。

25(OH)D₃ 是评估维生素 D 储备水平的关键指标, 可通过与维生素 D 受体结合, 促进肠道钙、磷吸收, 以维持血钙水平稳定, 为骨矿化提供原料^[14-15]。本研究显示, 并发组外周血 25(OH)D₃ 水平显著低于非并发组, 且 25(OH)D₃ 是绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的保护因素, 提示 25(OH)D₃ 水平降低可能是 BMD 降低的原因, 保持维生素 D 处于适宜水平能有效预防骨质疏松。缺乏维生素 D 会导致破骨细胞发生溶钙作用, 大量骨碱性磷酸酶、蛋白水解酶释放于血液中, 促使钙盐、骨基质溶解, 最终破坏骨质微结构, 且缺乏 25(OH)D₃ 会导致骨细胞活性下降, 影响骨诱导物质的分泌, 并减少骨性干细胞募集数量, 进而导致骨质疏松和骨折风险大大增加^[16]。相关性分析显示, 25(OH)D₃ 与 SOS、BUA、STI 呈正相关, 与李艳等^[17] 研究结果一致。ROC 曲线分析结果显示, MHR、IL-6 及 25(OH)D₃ 预测绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的 AUC 分别为 0.735、0.689、0.722, 三者联合预测的整体效能高于各指标单独应用, 其 AUC 为 0.869, 灵敏度为 84.22%, 特异度为 76.53%, 表明 MHR、IL-6 及 25(OH)D₃ 联合检测对绝经后 T2DM 患者有较高的预测价值。MHR 反映全身性炎症状态, IL-6 聚焦骨吸收的局部炎症调控, 25(OH)D₃ 则体现钙磷代谢及骨矿化水平, 三者从不同病理生理角度参与骨代谢异常过程。联合检测可综合评估“炎症-代谢-骨形成”的协同作用, 弥补单一指标的局限性, 为临床早期识别高风险人群提供更可靠的依据。

此外, 本研究多因素 Logistic 回归分析还发现, 年龄、绝经时间、T2DM 病程为绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的危险因素, BMI 为保护因素。随着年龄的增长, 成骨细胞活性降低、破骨细胞功能亢进, 骨吸收大于骨形成, 导致骨量逐渐流失; 绝经后女性卵巢功能衰退, 雌激素水平骤降, 且绝经时间越长, 体内合成的雌激素就越少, 而雌激素可抑制破骨细胞分化并促进成骨细胞活性, 其缺乏会增强骨吸收, 加速骨代谢失衡。长期高血糖状态可能通过多种机制损伤骨组织, T2DM 病程越长, BMD 降低的风险越高, 研究证实, 糖尿病病程越长, 骨质疏松症的发病风险越高^[18]。GUIMARÃES 等^[19] 研究表明, 肥胖与 BMD 密切相关, 是骨折的保护因素。较高 BMI 的个体骨折发生率较低, 与体重负荷对骨骼的机械刺激可能促进骨形成有关^[20]。因此, 临床上应重点观察存在以上

情况的患者, 加强 BMD 监测和骨质疏松筛查, 对高龄、绝经时间长及糖尿病病程长的患者实施早期干预措施(如钙剂和维生素 D 补充、抗骨质疏松药物治疗), 同时关注低 BMI 患者的骨骼健康管理, 通过综合干预降低并发骨质疏松症的风险。

综上所述, 年龄、绝经时间、T2DM 病程、MRH、IL-6 为绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的危险因素, BMI、25(OH)D₃ 为保护因素, MHR、IL-6 及 25(OH)D₃ 均可作为绝经后 T2DM 患者并发骨质疏松症的预测指标, 且三者联合检测具有较高的预测价值。由于本研究纳入的样本量有限, 且未深入探讨 MHR、IL-6、25(OH)D₃ 三者骨质疏松中相互作用的具体机制, 未来还需扩大样本量进行更深入的研究加以验证。

参考文献

- [1] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊疗指南(2022)[J]. 中国全科医学, 2023, 26(14): 1671-1691.
- [2] ARCEO-MENDOZA R M, CAMACHO P M. Postmenopausal osteoporosis: latest guidelines [J]. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 2021, 50(2): 167-178.
- [3] FORNER P, SHEU A. Bone health in patients with type 2 diabetes[J]. *J Endocr Soc*, 2024, 8(7): bvae112.
- [4] LIN N, LI D, LIN S, et al. The monocyte-to-high-density lipoprotein cholesterol ratio as a novel predictor of the prevalence of senile osteoporosis[J]. *Clin Interv Aging*, 2024, 19: 1773-1788.
- [5] WANG T, HE C. TNF- α and IL-6: the link between immune and bone system[J]. *Curr Drug Targets*, 2020, 21(3): 213-227.
- [6] AL-DAGHRI N M, YAKOUT S, GHALEB A, et al. Iron and 25-hydroxyvitamin D in postmenopausal women with osteoporosis[J]. *Am J Transl Res*, 2022, 14(3): 1387-1405.
- [7] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)(上)[J]. 中国实用内科杂志, 2021, 41(8): 668-695.
- [8] MA W, CHEN K, XIAO W, et al. Evaluation of relationship between SPON1 gene and genetic susceptibility of postmenopausal osteoporosis [J]. *Artif Cells Nanomed Biotechnol*, 2020, 48(1): 818-823.
- [9] ZHANG L, WANG Q, SU H, et al. Exosomes from adipose derived mesenchymal stem cells alleviate diabetic osteoporosis in rats through suppressing NLRP3 inflammatory activation in osteoclasts[J]. *J Biosci Bioeng*, 2021, 131(6): 671-678.
- [10] MULHOLLAND B S, FORWOOD M R, MORRISON N A. Monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1/CCL2) drives activation of bone remodelling and skeletal metastasis[J]. *Curr Osteoporos Rep*, 2019, 17(6): 538-547.
- [11] 王颖颖, 邹丽莎, 金海泉. 绝经后骨质疏松患者骨免疫系统相关因子与肠道菌群的相关性[J]. 临床误诊误治, 2022, 35(1): 70-74.
- [12] NARIMIYA T, KANZAKI H, YAMAGUCHI Y, et al.

Nrf2 activation in osteoblasts suppresses osteoclastogenesis via inhibiting IL-6 expression[J]. Bone Rep, 2019, 11:100228.

[13] FISCHER V, HAFNER-LUNTZER M. Interaction between bone and immune cells: implications for postmenopausal osteoporosis[J]. Semin Cell Dev Biol, 2022, 123: 14-21.

[14] KRATZ M, ZELNICK L R, TRENCHESKA O, et al. Relationship between chronic kidney disease, glucose homeostasis, and plasma osteocalcin carboxylation and fragmentation[J]. J Ren Nutr, 2021, 31(3): 248-256.

[15] 王金铸. 老年骨质疏松症患者血清 IGF-1、TGF- β 1 及 25(OH)D3 水平相关性及其诊断价值研究[J]. 国际检验医学杂志, 2021, 42(6): 707-710.

[16] BOUILLON R, ANTONIO L, OLARTE O R. Calcifediol (25OH vitamin D(3)) deficiency: a risk factor from early

to old age[J]. Nutrients, 2022, 14(6): 1168.

[17] 李艳, 刘亮, 张芸, 等. 血清 25(OH)D3、IGF-1 联合骨密度对绝经后妇女骨质疏松发生的预测价值[J]. 中华内分泌外科杂志(中英文), 2025, 19(1): 90-95.

[18] 周佳敏, 骆超, 安丽珺, 等. 血清 CHI3L1、SDC1 水平与老年 2 型糖尿病患者骨代谢的关系及对骨质疏松的预测效能[J]. 国际检验医学杂志, 2025, 46(1): 70-74.

[19] GUIMARÃES G C, COELHO J B C, SILVA J G O, et al. Obesity, diabetes and risk of bone fragility: how BMAT behavior is affected by metabolic disturbances and its influence on bone health[J]. Osteoporos Int, 2024, 35(4): 575-588.

[20] ARJUNAN D, PRASAD T N, DAS L, et al. Osteoporosis and obesity[J]. Indian J Orthop, 2023, 57(1): 218-224.

(收稿日期: 2025-09-16 修回日期: 2025-12-25)

• 短篇论著 •

血清 CRP、HIF-1 α 水平与反复呼吸道感染儿童细胞免疫水平相关性分析*

李 静¹, 李重锦¹, 魏文凭¹, 张 波², 徐金梅^{1 Δ}

1. 扬州大学附属医院儿科, 江苏扬州 225000; 2. 泰山护理职业学院基础医学教学部, 山东泰山 271000

摘要:目的 探究血清 C 反应蛋白(CRP)、缺氧诱导因子-1 α (HIF-1 α)水平与反复呼吸道感染患儿细胞免疫水平相关性。方法 选取扬州大学附属医院(下称该院)2023 年 3 月至 2025 年 3 月共 100 例反复呼吸道感染患儿为研究组, 根据病情严重程度分为轻度组($n=24$)、中度组($n=43$)和重度组($n=33$)。另选取同期 100 例于该院健康体检儿童为对照组。乳胶增强免疫比浊法检测血清 CRP 水平, 酶联免疫吸附试验检测血清 HIF-1 α 水平, 流式细胞仪检测细胞免疫指标总 T 淋巴细胞(CD3⁺)、T 抑制/细胞毒性细胞亚群(CD3⁺CD8⁺)、总 B 淋巴细胞(CD3⁻CD19⁺)、部分 B 细胞亚群(CD19⁺CD23⁺)、T 辅助/诱导细胞亚群(CD3⁺CD4⁺)、T 辅助细胞/T 抑制细胞比值(CD4⁺/CD8⁺)、自然杀伤细胞[CD3⁻CD(16+56)⁺]水平。Pearson 分析血清 CRP、HIF-1 α 水平与细胞免疫指标水平相关性; 逐步向前多因素 Logistic 分析反复呼吸道感染患儿中重度病情进展影响因素。结果 与对照组比较, 研究组血清 CRP、HIF-1 α 水平上升($P<0.05$), 细胞免疫指标 CD3⁻CD19⁺、CD19⁺CD23⁺、CD3⁺CD4⁺ 和 CD4⁺/CD8⁺ 水平升高($P<0.05$), CD3⁺、CD3⁺CD8⁺ 和 CD3⁻CD(16+56)⁺ 水平下降($P<0.05$); 随着病情从轻度进展为中度和重度, 患儿血清 CRP、HIF-1 α 水平和细胞免疫指标 CD3⁻CD19⁺、CD19⁺CD23⁺、CD3⁺CD4⁺ 和 CD4⁺/CD8⁺ 水平升高($P<0.05$), CD3⁺、CD3⁺CD8⁺ 和 CD3⁻CD(16+56)⁺ 水平下降($P<0.05$); Pearson 分析研究组患儿血清 CRP、HIF-1 α 水平与细胞免疫指标 CD3⁻CD19⁺、CD19⁺CD23⁺、CD3⁺CD4⁺ 和 CD4⁺/CD8⁺ 水平呈正相关($P<0.05$), 与 CD3⁺、CD3⁺CD8⁺ 和 CD3⁻CD(16+56)⁺ 水平呈负相关($P<0.05$); 逐步向前多因素 Logistic 分析表明, CRP、HIF-1 α 、CD3⁺、CD3⁺CD8⁺、CD3⁻CD19⁺、CD19⁺CD23⁺ 和 CD3⁺CD4⁺ 是患儿病情进展为中重度的影响因素($P<0.05$)。结论 反复呼吸道感染患儿血清 CRP、HIF-1 α 水平升高, 与细胞免疫水平相关, 二者是病情进展的影响因素。

关键词:反复呼吸道感染; 细胞免疫; C 反应蛋白; 缺氧诱导因子-1 α ; 相关性

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2026.10.018

中图法分类号:R725.6; R446.1

文章编号:1673-4130(2026)10-1248-05

文献标志码:A

反复呼吸道感染是儿童常见呼吸系统疾病, 患儿出现发热、乏力、食欲缺乏、精神欠佳等全身症状, 以及鼻塞、流涕、咽痛、咳嗽等典型呼吸道感染症状, 具有发病率高、易反复发作特点, 严重影响患儿生长发

育和生活质量^[1]。细胞免疫水平是免疫系统重要组成部分, 包含 T 淋巴细胞、B 淋巴细胞、自然杀伤细胞等免疫细胞, 具有参与抵御感染和维持免疫平衡的功能, 参与儿童的生长发育过程^[2]。反复呼吸道感染的

* 基金项目:江苏省科学技术厅科技项目(BK0231244)。

Δ 通信作者, E-mail: ykhydg@163.com。