

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.22.002  
文章编号: 1005-8982 (2024) 22-0007-06

关节疾病专题·论著

## 碱性磷酸酶在踝关节骨折后创伤性骨性关节炎患者血清中的变化及对踝关节功能恢复的影响\*

牛晓辉, 邹光翼, 闵华

(丽水市人民医院 创伤骨科, 浙江 丽水 323000)

**摘要: 目的** 探讨碱性磷酸酶(ALP)在踝关节骨折后创伤性骨性关节炎(PTOA)患者血清中的水平变化及其对踝关节功能恢复的影响。**方法** 选取2020年1月—2023年12月在丽水市人民医院接受踝关节骨折手术治疗的78例患者, 根据术后1年的X射线检查判断是否发生PTOA, 并分为PTOA组(36例)和非PTOA组(42例)。比较两组患者一般资料、手术方式、术后并发症、术后1年的美国足踝学会踝后足评分(AOFAS)和血清ALP水平。采用Pearson相关分析和多元线性回归模型分析血清ALP水平与AOFAS的相关性和影响因素。**结果** PTOA组年龄、BMI、骨折类型、骨折位移、骨折关节面受累程度均高于非PTOA组( $P < 0.05$ )。两组患者性别构成、手术方式比较, 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。PTOA组术后感染、并发症总发生率均高于非PTOA组( $P < 0.05$ )。PTOA组术后1年AOFAS高于非PTOA组( $P < 0.05$ )。PTOA组术前与术后1年血清ALP的差值高于非PTOA组( $P < 0.05$ )。Pearson相关性分析结果显示, 血清ALP水平、年龄、BMI、骨折类型、骨折位移、骨折关节面受累程度和术后并发症与AOFAS均呈负相关( $r = -0.623, -0.412, -0.321, -0.278, -0.356, -0.389, -0.467$ , 均 $P < 0.05$ )。多元线性一般回归分析结果显示: 血清ALP水平、年龄和术后并发症是AOFAS的独立影响因素( $b = -0.512, -0.234, -0.278$ , 均 $P < 0.05$ )。**结论** 踝关节骨折后PTOA患者血清ALP水平升高, 且与AOFAS呈负相关, 提示ALP可能参与PTOA的发生、发展, 也可能作为PTOA的预测指标和治疗靶点。

**关键词:** 踝关节骨折; 创伤性骨性关节炎; 碱性磷酸酶; 踝关节; 功能恢复

**中图分类号:** R687.3

**文献标识码:** A

## Change in serum ALP levels in patients with traumatic osteoarthritis after ankle fracture and their effect on ankle functional recovery\*

Niu Xiao-hui, Zou Guang-yi, Min Hua

(Department of Orthopedic Trauma, Lishui People's Hospital, Lishui, Zhejiang 323000, China)

**Abstract: Objective** To investigate the changes in serum alkaline phosphatase (ALP) levels in patients with traumatic osteoarthritis (PTOA) after ankle fracture and their effect on ankle functional recovery. **Methods** The 78 patients who received surgical treatment for ankle fracture in our hospital from January 2020 to December 2023 were selected. They were divided into a PTOA group ( $n = 36$ ) and a non-PTOA group ( $n = 42$ ) based on whether they had PTOA or not according to X-ray images 1 year after surgery. The general characteristics, surgical methods, postoperative complications, the American Orthopedic Foot and Ankle Score (AOFAS) and serum ALP levels 1 year after surgery were compared between the two groups. Pearson correlation analysis and multiple linear regression analysis were used to investigate the correlations between serum ALP levels and AOFAS scores and their influencing factors. **Results** The age, body mass index (BMI), fracture severity, degree of fracture displacement, and degree of

收稿日期: 2024-06-05

\* 基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目(No:2021PY032)

involvement of the fractured articular surface in the PTOA group were significantly higher than those in the non-PTOA group ( $P < 0.05$ ). There was no difference in the sex composition and surgical methods between the two groups ( $P > 0.05$ ). The incidence of postoperative infections and the overall incidence of complications in the PTOA group were higher than those in the non-PTOA group ( $P < 0.05$ ). The AOFAS score 1 year after surgery in the PTOA group was lower than that in the non-PTOA group ( $P < 0.05$ ). The difference of serum ALP levels before and 1 year after surgery in the PTOA group was higher than that in the non-PTOA group ( $P < 0.05$ ). Pearson correlation analysis indicated that serum ALP levels, age, BMI, fracture severity, degree of fracture displacement, degree of involvement of the fractured articular surface and postoperative complications were all negatively correlated with the AOFAS scores ( $r = -0.623, -0.412, -0.321, -0.278, -0.356, -0.389, \text{ and } -0.467$ , all  $P < 0.05$ ). The multiple linear regression analysis revealed that serum ALP levels, age, and postoperative complications were independent factors affecting AOFAS scores ( $b = -0.512, -0.234 \text{ and } -0.278$ , all  $P < 0.05$ ). **Conclusions** The serum level of ALP is increased in PTOA patients after ankle fracture and is negatively correlated with AOFAS scores, suggesting that ALP may be involved in the occurrence and development of PTOA and serve as a predictor and therapeutic target for PTOA.

**Keywords:** ankle fracture; traumatic osteoarthritis; alkaline phosphatase; ankle joint; functional recovery

踝关节骨折是最常见的下肢骨折之一, 占所有骨折的 10% ~ 15%<sup>[1]</sup>。踝关节骨折的治疗目的是恢复关节的稳定性和解剖结构, 以保证关节的正常功能<sup>[2]</sup>。然而, 即使经过规范的手术治疗, 仍有部分患者在术后发生创伤性骨性关节炎 (post-traumatic osteoarthritis, PTOA), 导致关节僵硬、疼痛、活动受限等, 严重影响患者的生活质量和工作能力<sup>[3]</sup>。据报道, 踝关节骨折后 PTOA 发生率为 10% ~ 70%, 与患者年龄、体重、骨折类型、骨折位移、骨折关节面受累程度、手术方式、术后并发症等因素有关<sup>[4-6]</sup>。因此, 如何预防和治疗踝关节骨折后 PTOA, 提高患者踝关节功能, 是临床亟待解决的问题。

PTOA 的发病机制尚不完全清楚, 目前认为是一种复杂的多因素介导的炎症性疾病, 涉及关节软骨、骨质、滑膜、关节囊、韧带等组织的损伤和修复<sup>[7]</sup>。在 PTOA 的发生、发展过程中, 血清中的一些生化指标可能发生变化, 反映了关节组织的代谢状态和炎症反应, 也可能作为 PTOA 的预测指标和治疗靶点<sup>[8]</sup>。碱性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP) 是一种广泛存在于人体各种组织中的酶, 主要参与磷酸盐的代谢, 与骨的形成和重塑有关。ALP 在骨折愈合过程中的作用已有研究报道, 骨折延迟愈合患者血清 ALP 明显降低, 血液微循环状态较差<sup>[9]</sup>, 但在踝关节骨折后 PTOA 患者血清中的水平变化及其对踝关节功能恢复的影响尚缺乏相关研究。本研究就以上问题进行探讨, 拟为踝关节骨折后 PTOA 的预防和治疗提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究为回顾性病例对照研究, 选取 2020 年 1 月—2023 年 12 月在丽水市人民医院接受踝关节骨折手术治疗的 78 例患者, 根据术后 1 年的 X 射线检查判断是否发生 PTOA, 分为 PTOA 组和非 PTOA 组, 分别有 36、42 例。PTOA 组患者符合《骨关节炎诊疗指南 (2018 年版)》<sup>[10]</sup> 诊断标准。纳入标准: ① 年龄 18 ~ 65 岁, 男女不限; ② 踝关节骨折为闭合性骨折, 无神经血管损伤; ③ 术后 1 年内无再次手术或其他干预治疗; ④ 术后 1 年内按规范进行功能锻炼和复查。排除标准: ① 合并其他下肢骨折或关节损伤; ② 合并糖尿病、肾病、甲状腺病、肝病等全身性疾病; ③ 合并类风湿关节炎、痛风性关节炎、感染性关节炎等类型的关节炎; ④ 术后未按规范进行功能锻炼或复查; ⑤ 术后 1 年内再次接受踝关节手术或其他干预治疗。本研究符合伦理学原则, 经医院医学伦理委员会批准, 患者或家属均签署知情同意书。

### 1.2 方法

所有患者由同一位资深骨科医生进行手术治疗, 手术方式根据骨折的类型和程度选择, 包括内固定、外固定、螺钉固定、髓内钉固定等<sup>[11]</sup>。手术后给予常规的抗感染、消炎、止痛等药物治疗, 术后 2 周拆线, 术后 4 ~ 6 周拆除固定器械, 术后负重时间为  $(48.37 \pm 5.85)$  d, 术后 8 周开始进行踝关节功能锻炼, 包括屈伸、旋转、平衡等动作, 3 次/d, 15 min/次, 持续至术后 1 年<sup>[12]</sup>。

### 1.3 观察指标

**1.3.1 一般资料** 记录患者的年龄、性别、体质量指数 (body mass index, BMI)、骨折类型、骨折位移、骨折关节面受累程度、手术方式等。

**1.3.2 术后并发症** 记录患者术后出现的感染、血肿、皮肤坏死、骨不连、骨折不愈合、骨折畸形、神经损伤等并发症, 以及其发生的时间和处理方式。

**1.3.3 美国足踝学会踝后足评分 (American Orthopedic Foot and Ankle Society Ankle-Hindfoot Score, AOFAS)** 患者采用美国足踝外科医师协会的 AOFAS 表评估踝关节功能, 包括疼痛、活动度、步态、日常活动等方面, 满分为 100 分, 分数越高, 表示踝关节功能越好<sup>[13]</sup>。

**1.3.4 血清 ALP 水平** 采用酶联免疫吸附试验检测患者术前和术后 1 年的血清 ALP 水平, 正常范围

为 40 ~ 150 u/L<sup>[14]</sup>。

### 1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 26.0 统计软件。计量资料以均数 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 比较用  $t$  检验; 计数资料以构成比或率 (%) 表示, 比较用  $\chi^2$  检验; 相关性分析用 Pearson 法; 影响因素的分析采用多元线性一般回归分析。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者一般资料比较

两组患者年龄、BMI、骨折类型、骨折位移、骨折关节面受累程度比较, 经  $\chi^2/t$  检验, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), PTOA 组均高于非 PTOA 组。两组患者性别构成、手术方式比较, 经  $\chi^2$  检验, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较

| 组别           | n  | 男/女/<br>例 | 年龄/(岁,<br>$\bar{x} \pm s$ ) | BMI/(kg/m <sup>2</sup> ,<br>$\bar{x} \pm s$ ) | 骨折类型 例(%)       |                 |                 |
|--------------|----|-----------|-----------------------------|---|-----------------|-----------------|-----------------|
|              |    |           |                             |   | Danis-Weber A 型 | Danis-Weber B 型 | Danis-Weber C 型 |
| PTOA 组       | 36 | 18/18     | 52.83 ± 8.67                | 26.45 ± 3.12                                  | 6(16.67)        | 18(50.00)       | 12(33.33)       |
| 非 PTOA 组     | 42 | 22/20     | 45.21 ± 7.54                | 23.67 ± 2.34                                  | 18(42.86)       | 18(42.86)       | 6(14.29)        |
| $\chi^2/t$ 值 |    | 0.021     | 4.123                       | 4.278   |                 | 10.342          |                 |
| P 值          |    | 0.885     | 0.000                       | 0.000   |                 | 0.000           |                 |

  

| 组别           | 骨折位移/(mm,<br>$\bar{x} \pm s$ ) | 骨折关节面受累程度/<br>(%, $\bar{x} \pm s$ ) | 手术方式 例(%) |          |         |         |
|--------------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------|----------|---------|---------|
|              |                                |                                     | 内固定       | 外固定      | 螺钉固定    | 髓内钉固定   |
| PTOA 组       | 8.67 ± 2.45                    | 56.83 ± 12.34                       | 24(66.67) | 6(16.67) | 3(8.33) | 3(8.33) |
| 非 PTOA 组     | 5.12 ± 1.34                    | 34.21 ± 9.56                        | 30(71.43) | 6(14.29) | 3(7.14) | 3(7.14) |
| $\chi^2/t$ 值 | 7.234                          | 8.912                               |           |          | 3.421   |         |
| P 值          | 0.000                          | 0.000                               |           |          | 0.332   |         |

### 2.2 两组患者术后并发症比较

两组患者术后感染、并发症总发生率比较, 经

$\chi^2$  检验, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), PTOA 组均高于非 PTOA 组。见表 2。

表 2 两组患者术后并发症比较 例(%)

| 组别         | n  | 感染       | 血肿       | 皮肤坏死    | 骨不连     | 骨折不愈合   | 骨折畸形    | 神经损伤    | 总计        |
|------------|----|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| PTOA 组     | 36 | 9(25.00) | 6(16.67) | 3(8.33) | 3(8.33) | 2(5.56) | 2(5.56) | 1(2.78) | 15(41.67) |
| 非 PTOA 组   | 42 | 3(7.14)  | 2(4.76)  | 0(0.00) | 0(0.00) | 0(0.00) | 0(0.00) | 1(2.38) | 7(16.67)  |
| $\chi^2$ 值 |    | 4.687    | 2.985    | 3.593   | 3.593   | 2.364   | 2.364   | 1.274   | 5.983     |
| P 值        |    | 0.030    | 0.086    | 0.058   | 0.058   | 0.124   | 0.124   | 0.259   | 0.014     |

### 2.3 两组患者 AOFAS 比较

PTOA 组、非 PTOA 组患者术后 1 年 AOFAS 分别为 (85.24 ± 9.56)、(68.28 ± 9.59) 分, 经  $t$  检验, 差异有

统计学意义 ( $t = 6.234, P = 0.000$ ), PTOA 组高于非 PTOA 组。

## 2.4 两组患者手术前后血清 ALP 水平的变化

PTOA 组、非 PTOA 组术前与术后 1 年血清 ALP 的差值分别为  $(28.45 \pm 6.34)$ 、 $(18.34 \pm 4.56)$  u/L, 经  $t$  检验, 差异有统计学意义 ( $t=7.234$ ,  $P=0.000$ ), PTOA 组高于非 PTOA 组。

## 2.5 血清 ALP 水平与 AOFAS 的相关性

将骨折类型 (Danis-Weber A 型 = 1, Danis-Weber B 型 = 2, Danis-Weber C 型 = 3) 以及术后并发症 (无 = 0, 有 = 1) 进行变量转换, 其他指标按原有数据与 AOFAS 进行 Pearson 相关性分析。结果显示血清 ALP 水平、年龄、BMI、骨折类型、骨折位移、骨折关节面受累程度和术后并发症与 AOFAS 均呈负相关 ( $r=-0.623$ 、 $-0.412$ 、 $-0.321$ 、 $-0.278$ 、 $-0.356$ 、 $-0.389$

和  $-0.467$ ,  $P=0.000$ 、 $0.000$ 、 $0.012$ 、 $0.024$ 、 $0.006$ 、 $0.003$  和  $0.000$ )。

## 2.6 血清 ALP 水平与 AOFAS 的相关性和影响因素分析

术后并发症 (无 = 0, 有 = 1) 进行变量转换, 以 AOFAS 为因变量, 血清 ALP 水平 (实测值)、年龄 (实际值)、BMI (实测值)、骨折类型 (Danis-Weber A 型 = 1, Danis-Weber B 型 = 2, Danis-Weber C 型 = 3)、骨折位移 (实测值)、骨折关节面受累程度 (实测值)、术后并发症 (无 = 0, 有 = 1) 为自变量, 进行多元线性一般回归分析 (引入水准 = 0.05), 结果显示: 血清 ALP 水平、年龄和术后并发症是 AOFAS 的独立影响因素 ( $b=-0.512$ 、 $-0.234$ 、 $-0.278$ , 均  $P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 AOFAS 的多元线性一般回归分析

| 自变量       | $b$    | $b'$   | $S_b$ | $t$ 值  | $P$ 值 |
|-----------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 血清 ALP 水平 | -4.306 | -0.512 | 0.728 | -6.712 | 0.000 |
| 年龄        | -1.982 | -0.234 | 0.452 | -3.271 | 0.032 |
| BMI       | -1.623 | -0.156 | 0.358 | -0.784 | 0.124 |
| 骨折类型      | -1.431 | -0.112 | 0.147 | -0.553 | 0.212 |
| 骨折位移      | -1.788 | -0.189 | 0.521 | -0.963 | 0.078 |
| 骨折关节面受累程度 | -2.063 | -0.212 | 0.479 | -1.027 | 0.054 |
| 术后并发症     | -2.158 | -0.278 | 0.331 | -0.419 | 0.016 |

## 3 讨论

踝关节骨折后发展为 PTOA 是一种常见的临床问题, 对患者的生活质量造成了严重影响<sup>[15]</sup>。PTOA 的发病机制复杂, 涉及到炎症反应、细胞因子释放、骨质重塑等环节。由于 PTOA 可以导致持续的疼痛和关节功能障碍, 因此, 对其发病机制的深入理解对于开发新的治疗方法具有重要的临床和社会意义。目前, PTOA 的治疗主要依赖于药物、物理治疗和手术干预, 但这些方法往往不能完全解决问题, 患者的疼痛和功能障碍仍然存在<sup>[16]</sup>。本研究通过分析踝关节骨折后 PTOA 患者血清中的 ALP 水平, 探讨了 ALP 与 PTOA 发展的相关性, 以及 ALP 水平对踝关节功能恢复的影响。本研究结果显示, PTOA 患者血清中的 ALP 水平显著升高, 并且与 AOFAS 呈负相关, 这表明 ALP 可能是 PTOA 发展的一个重要生物标志物。

本研究探讨了 ALP 在踝关节骨折后 PTOA 患者

血清中的水平变化及其对踝关节功能恢复的影响, 发现 PTOA 患者血清 ALP 水平升高, 且与 AOFAS 呈负相关, 提示 ALP 可能参与 PTOA 的发生、发展, 也可能作为 PTOA 的预测指标和治疗靶点。

ALP 是一种广泛存在于人体各种组织中的酶, 主要参与磷酸盐的代谢, 与骨的形成和重塑有关<sup>[17]</sup>。有研究报道认为 ALP 是骨折愈合的敏感指标, 其水平升高反映了骨形成细胞的活化和骨基质的沉积, 其水平下降反映骨吸收细胞的活化和骨基质的降解<sup>[18]</sup>。本研究结果发现, 踝关节骨折后 PTOA 患者血清 ALP 水平高于非 PTOA 患者, 且在术后 1 年有所升高, 说明 PTOA 患者的骨代谢发生了紊乱, 骨形成和骨吸收的平衡被打破, 导致骨质的改变和损伤。因为 PTOA 患者 ALP 明显升高说明体内成骨细胞处于活跃状态, 骨形成功能增强。随着骨形成的相对增强和骨吸收的相对减弱, 成骨细胞数增多, 表现为 ALP 活性升高, 因此血清 ALP 的活性可反映骨折

愈合的能力。这可能与 PTOA 的发病机制有关,即创伤性骨折导致关节软骨的损伤,释放出炎症因子和细胞因子,刺激骨髓间充质干细胞向骨形成细胞分化,增加骨基质的沉积,同时也刺激骨吸收细胞的活化,增加骨基质的降解,造成骨质的增生和破坏,最终导致关节面的不平整和关节间隙的狭窄<sup>[9]</sup>。因此,血清 ALP 水平升高可能反映 PTOA 的发生、发展的程度,也可能作为 PTOA 的预测指标和治疗靶点。

本研究结果发现,血清 ALP 水平与 AOFAS 呈负相关,即血清 ALP 水平越高,AOFAS 越低,说明血清 ALP 水平的升高对踝关节功能的恢复有不利的影响。这可能与血清 ALP 水平的升高所反映的骨代谢紊乱和骨质改变有关,导致关节的僵硬、疼痛、活动受限等,影响患者的步态、日常活动等<sup>[20]</sup>。多元线性一般回归分析显示,血清 ALP 水平是 AOFAS 的独立影响因素,即血清 ALP 水平每增加 1 u/L,AOFAS 就会降低 0.512 分,说明血清 ALP 水平的升高对踝关节功能的恢复有直接的影响,而不是通过其他因素的中介作用。因为 ALP 是软骨细胞成熟分化的重要标志性蛋白,PTOA 患者 ALP 明显升高说明软骨细胞具有成熟分化的趋势,从而导致关节炎,造成关节活动障碍<sup>[21]</sup>。

本研究结果发现,PTOA 组患者的年龄、BMI、骨折类型、骨折位移、骨折关节面受累程度、术后并发症均高于非 PTOA 组,且与 AOFAS 呈负相关,这与以往的研究结果一致,说明这些因素都是 PTOA 的危险因素,也是踝关节功能恢复的不利因素<sup>[22-23]</sup>。因此,在踝关节骨折的治疗过程中,应尽量减少这些因素的影响,如控制体重、选择合适的手术方式、减少骨折位移和关节面受累程度、预防和减少术后并发症等,以提高踝关节功能的恢复水平。此外,研究发现 PTOA 组患者术后并发症总发生率均高于非 PTOA 组,提示围手术期创口愈合状态会影响患者踝关节功能的恢复,针对存在低蛋白血症、糖尿病、贫血等局部抗感染能力较差患者,建议每天换药防止外源性细菌感染并做好引流管护理,抗菌素应用必须规则足量,以便在骨组织中获得有效的浓度,此外应针对性地给予相关预防和处理措施,减少并发症的发生率。

本研究的局限性在于,样本量较小,随访时间

较短,未能观察到血清 ALP 水平和 AOFAS 的长期变化和趋势,也未能探讨血清 ALP 水平的调节和干预对踝关节功能恢复的效果。今后需要扩大样本量,延长随访时间,进行更深入的研究和分析。

综上所述,踝关节骨折后 PTOA 患者血清 ALP 水平升高,且与 AOFAS 呈负相关,提示 ALP 可能参与 PTOA 的发生、发展,也可能作为 PTOA 的预测指标和治疗靶点。血清 ALP 水平的控制和调节可能对踝关节功能的恢复有益,值得进一步研究和探索。

#### 参 考 文 献 :

- [1] 马智佳,韩松,王青华,等. 正骨手法保守治疗旋后外旋型III度和IV度踝关节骨折的临床研究[J]. 中国骨伤, 2023, 36(8): 737-743.
- [2] POGLIACOMI F, de FILIPPO M, CASALINI D, et al. Acute syndesmotic injuries in ankle fractures: from diagnosis to treatment and current concepts[J]. World J Orthop, 2021, 12(5): 270-291.
- [3] 黄臻,邓璐,邹丽,等. 关节镜清理联合富血小板血浆治疗创伤性踝关节炎[J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31(23): 2124-2129.
- [4] KHELLA C M, HORVATH J M, ASGARIAN R, et al. Anti-inflammatory therapeutic approaches to prevent or delay post-traumatic osteoarthritis (PTOA) of the knee joint with a focus on sustained delivery approaches[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(15): 8005.
- [5] 姜万嵩,韩庚奋,刘成,等. 踝关节骨折后创伤性骨性关节炎患者外周血 IL-1 $\beta$  和 MMP-13 水平及其与关节功能的相关性研究[J]. 现代检验医学杂志, 2022, 37(5): 171-175.
- [6] 张清林,荣存敏,范洪进,等. 外侧三切口入路治疗旋前外旋IV°踝关节骨折的临床疗效分析[J]. 创伤外科杂志, 2021, 23(5): 342-344.
- [7] 冯勇,雍浩川,张晓星,等. Herbert螺钉治疗股骨远端外侧踝后部骨软骨骨折1例[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(8): 766-768.
- [8] WANG L J, ZENG N, YAN Z P, et al. Post-traumatic osteoarthritis following ACL injury[J]. Arthritis Res Ther, 2020, 22(1): 57.
- [9] 梅伟,曾勇,文超,等. TightRope带袢钢板治疗踝关节骨折合并下胫腓联合损伤的临床研究[J]. 实用医院临床杂志, 2023, 20(2): 96-99.
- [10] 中华医学会骨科学分会关节外科学组. 骨关节炎诊疗指南(2018年版)[J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(12): 705-715.
- [11] SUN D D, LV D, ZHOU K, et al. External fixator combined with three different fixation methods of fibula for treatment of extra-articular open fractures of distal tibia and fibula: a retrospective study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1): 1.
- [12] 蒋亮东,邓俭良. 切开复位内固定治疗后Pilon骨折疗效分析[J]. 中国现代手术学杂志, 2019, 23(2): 120-121.
- [13] 程强,骆虎,孙文爽,等. 富血小板血浆联合改良 Broström-

- Gould法修复距腓前韧带的早期临床疗效[J]. 骨科, 2023, 14(2): 172-176.
- [14] 胡锐, 万兰婷, 安颖, 等. 虫草素通过调节 COX-2/PGE2 信号通路促进骨质疏松大鼠的骨折愈合[J]. 中国骨质疏松杂志, 2023, 29(9): 1340-1345.
- [15] LEE S, SONG K, LEE S Y. Epidemiological study of post-traumatic ankle osteoarthritis after ankle sprain in 195, 393 individuals over middle age using the national health insurance database: a retrospective design[J]. J Sci Med Sport, 2022, 25(2): 129-133.
- [16] MENDEZ M E, MURUGESH D K, SEBASTIAN A, et al. Antibiotic treatment prior to injury improves post-traumatic osteoarthritis outcomes in mice[J]. Int J Mol Sci, 2020, 21(17): 6424.
- [17] 伍金秋, 钟清. 血清碱性磷酸酶在慢性肾脏病矿物质和骨代谢紊乱发生发展中作用的研究进展[J]. 山东医药, 2018, 58(21): 102-105.
- [18] 曹金, 王安素, 黄妮姣, 等. 在骨组织再生过程中聚磷酸盐的作用与机制[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(21): 3375-3381.
- [19] 朱建艇, 陈超. 骨关节痛方超声透药联合针刺治疗创伤性膝关节炎临床研究[J]. 新中医, 2022, 54(10): 124-128.
- [20] 戴静华, 赵儒义, 常晓岑, 等. 胰岛素抵抗大鼠 FGF-23、骨代谢指标、骨超微结构变化及相关性研究[J]. 浙江医学, 2020, 42(4): 325-329.
- [21] 田野, 徐莹, 付勤. 高密度微团培养法对人骨关节炎软骨细胞分化影响的实验研究[J]. 中国组织化学与细胞化学杂志, 2014, 23(4): 346-350.
- [22] MAIA C R, ANNICHINO R F, de AZEVEDO E SOUZA MUNHOZ M, et al. Post-traumatic osteoarthritis: the worst associated injuries and differences in patients' profile when compared with primary osteoarthritis[J]. BMC Musculoskeletal Disord, 2023, 24(1): 568.
- [23] 杨昆, 解小彬, 郭维忠, 等. 创伤性膝关节骨性关节炎患者血清 MMP-13、瘦素和 IL-6 水平及其预后影响因素分析[J]. 临床误诊误治, 2021, 34(7): 70-75.

(李科 编辑)

**本文引用格式:** 牛晓辉, 邹光翼, 闵华. 碱性磷酸酶在踝关节骨折后创伤性骨性关节炎患者血清中的变化及对踝关节功能恢复的影响[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(22): 7-12.

**Cite this article as:** NIU X H, ZOU G Y, MIN H. Change in serum ALP levels in patients with traumatic osteoarthritis after ankle fracture and their effect on ankle functional recovery[J]. China Journal of Modern Medicine, 2024, 34(22): 7-12.