

骨折患者初期血清钙磷浓度变化与骨折部位的相关性分析

池继敏^a, 张 静^a, 邹 明^a, 程松苗^b, 李 敏^c, 刘小莉^a (四川省骨科医院 a. 检验科;
b. 膝关节运动损伤科; c. 风湿骨关节病科, 成都 610041)

摘要: 目的 探究骨折患者初期血钙、血磷、钙磷乘积水平变化并分析其与骨折部位的相关性。方法 选取2021年1月~2023年11月四川省骨科医院收治的骨折患者1049例作为研究对象,按骨折部位粗分为两组:上半身部位骨折($n=478$)和下半身部位骨折($n=571$);细分十组:椎体骨折($n=108$)、锁骨骨折($n=109$)、上肢骨折($n=106$)、手部骨折($n=104$)、股骨颈骨折($n=103$)、股骨粗隆间骨折($n=106$)、髌骨骨折($n=101$)、下肢骨折($n=103$)、足部骨折($n=105$)和其他骨折($n=104$)。另选取同期健康体检人群110例作为对照组。全部患者于急诊当日和入院后24~48h两次抽取静脉血测定血钙、血磷,并计算钙磷乘积,比较三者水平变化并分析其与骨折部位的相关性。结果 与对照组比较,骨折患者急诊当日和入院后24~48h,血钙(2.27 ± 0.12 mmol/L, 2.19 ± 0.12 mmol/L vs 2.35 ± 0.10 mmol/L)、血磷(1.00 ± 0.20 mmol/L, 1.08 ± 0.19 mmol/L vs 1.15 ± 0.15 mmol/L)、钙磷乘积(28.10 ± 6.00 mg/dl, 29.30 ± 5.85 mg/dl vs 33.41 ± 4.87 mg/dl)均降低,差异具有统计学意义($t=6.804, 12.501; 7.475, 3.722; 8.964, 7.115$, 均 $P < 0.01$)。上、下半身骨折相比,急诊当日血钙、血磷和钙磷乘积下半身骨折低于上半身骨折($t=4.129, 5.931, 6.660$, 均 $P < 0.01$);入院后24~48h则仅钙、钙磷乘积下半身骨折低于上半身骨折($t=6.432, 1.990$, 均 $P < 0.05$),差异具有统计学意义。沿时间轴比较,入院后24~48h与急诊当日相比,上、下半身骨折均表现出血钙降低而血磷升高($t=12.779, -5.730; 16.919, -14.358$),钙磷乘积则仅下半身骨折较急诊当日升高($t=-8.860$),差异具有统计学意义(均 $P < 0.01$)。不同部位骨折患者入院后24~48h与急诊当日相比,除椎体骨折外,其余九组血钙均降低($t=6.233 \sim 11.349$);除上肢骨折、手部骨折外,其余八组血磷升高($t=-7.770 \sim -3.327$);椎体骨折、股骨颈骨折、股骨粗隆间骨折、下肢骨折、足部骨折、其他骨折钙磷乘积升高($t=-5.819 \sim -2.927$),差异具有统计学意义(均 $P < 0.01$)。结论 骨折患者急诊当日血钙、血磷和钙磷乘积均降低,24~48h后多数患者血钙持续降低,血磷和钙磷乘积逐渐回升,其水平变化程度与骨折部位有关。

关键词: 骨折; 血钙; 血磷; 钙磷乘积

中图分类号: R683; R446.111 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-7414 (2024) 06-218-05

doi:10.3969/j.issn.1671-7414.2024.06.038

Analysis of the Correlation between Serum Calcium and Phosphorus Concentration Changes and Fracture Site in Early Fracture Patients

CHI Jimin^a, ZHANG Jing^a, ZOU Ming^a, CHENG Songmiao^b, LI Min^c, LIU Xiaoli^a

(a. Department of Clinical Laboratory; b. Department of Knee Joint Sports Injury; c. Department of Rheumatology and Osteoarthritis, Sichuan Province Orthopedic Hospital, Chengdu 610041, China)

Abstract: Objective To explore the changes in early serum calcium, serum phosphorus, and calcium-phosphorus product levels in patients with fractures and analyze their correlation with the fracture site. **Methods** 1049 patients with fractures admitted to Sichuan Province Orthopedic Hospital from January 2021 to November 2023 were selected as the research subjects. According to the fracture location, they were roughly divided into two groups: upper body fracture($n=478$) and lower body fracture($n=571$). Carefully divided into ten groups: vertebral fracture($n=108$), clavicle fracture($n=109$), upper limb fracture($n=106$), hand fracture($n=104$), femoral neck fracture($n=103$), femoral intertrochanteric fracture($n=106$), patella fracture($n=101$), lower limb fracture($n=103$), foot fracture($n=105$) and other fractures($n=104$). Another 110 cases of healthy physical examination people during the same period were selected as the control group. Venous blood was drawn from all patients twice on the day of emergency within 24 to 48 hours after admission, serum calcium and serum phosphorus were measured, and the calcium-phosphorus product was calculated. Compare the changes in the levels of the three and analyzed their correlation with the fracture site. **Results** Compared with the control group, the serum calcium(2.27 ± 0.12 mmol/L, 2.19 ± 0.12 mmol/L vs 2.35 ± 0.10 mmol/L), serum phosphorus(1.00 ± 0.20 mmol/L, 1.08 ± 0.19 mmol/L vs 1.15 ± 0.15 mmol/L), and

基金项目: 成都市卫生健康委员会科研项目(编号:2022447)。

作者简介: 池继敏(1979-),女,本科,副主任技师,研究方向:临床生化和骨代谢, E-mail:565092843@qq.com。

calcium-phosphorus product($28.10 \pm 6.00\text{mg/dl}$, $29.30 \pm 5.85\text{mg/dl}$ vs $33.41 \pm 4.87\text{mg/dl}$) of fracture patients were all reduced on the day of emergency and 24 to 48 hours after admission, and the differences were statistically significant ($t=6.804$, 12.501 ; 7.475 , 3.722 ; 8.964 , 7.115 , all $P < 0.01$). Comparing upper and lower body fractures, serum calcium, serum phosphorus, and calcium-phosphorus product on the emergency day was lower in lower body fracture than in upper body fracture ($t=4.129$, 5.931 , 6.660 , all $P < 0.01$), 24 to 48 hours after admission, only the serum calcium and calcium-phosphorus product were lower in lower body fracture than in upper body fracture ($t=6.432$, 1.990 , all $P < 0.05$), and the differences were statistically significant, respectively. Comparing along the time axis, 24 to 48 hours after admission compared with the emergency day, both upper and lower body fractures showed a decrease in serum calcium and an increase in serum phosphorus ($t=12.779$, -5.730 ; 16.919 , -14.358), calcium-phosphorus product only increased in lower body fracture ($t=-8.860$), and the differences were statistically significant (all $P < 0.01$), respectively. Compared with the day of emergency, 24 to 48 hours after admission for patients with fractures in different parts, except for vertebral fracture, serum calcium in the other nine groups decreased ($t=6.233 \sim 11.349$, all $P < 0.01$), except for upper limb fracture and hand fracture, the serum phosphorus in the other eight groups increased ($t=-7.770 \sim -3.327$, all $P < 0.01$), the calcium-phosphorus product of vertebral fracture, femoral neck fracture, femoral intertrochanteric fracture, lower limb fracture, foot fracture, and other fractures increased ($t=-5.819 \sim -2.927$, all $P < 0.01$), and the differences were statistically significant, respectively. **Conclusion** The serum calcium, serum phosphorus, and calcium-phosphorus product of patients with fractures all decreased on the day of emergency. 24 to 48 hours later, the serum calcium of most patients continued to decrease while the serum phosphorus and calcium-phosphorus product gradually increased. The degree of change in their levels was related to the fracture site.

Keywords: fracture; serum calcium; serum phosphorus; calcium-phosphorus product

骨的主要成分是无机物、有机基质和骨组织,无机物包括矿物质和骨盐,占骨干总量的65%,而矿物质主要有钙、磷、钠、镁、铁、氟等,其中钙(calcium, Ca)含量最多,其次为磷(phosphorus, P)。体内约99%的钙和85%的磷以羟磷灰石形式存在于骨骼和牙齿^[1],故骨质的稳定状态对机体钙磷水平有着重要影响。正常时钙磷水平保持着一定的数量关系,钙磷乘积(calcium-phosphorus product, $[\text{Ca}] \times [\text{P}]$)为 $30 \sim 40\text{mg/dl}$,如 $> 40\text{mg/dl}$,则钙磷以骨盐形式沉积于骨组织,若 $< 35\text{mg/dl}$,则妨碍骨的钙化,甚至可使骨盐溶解,影响成骨作用。当机体发生骨折时,由于骨质破坏及应激状态的发生,这种稳定关系被打破,血钙、血磷水平改变,钙磷乘积也随之变化,严重影响临床医生对患者钙磷基线水平的判断。目前骨折与血清钙磷水平的相关性研究多基于骨折恢复期的观察比较,对急性期的变化则少有报道。本研究通过观察比较不同骨折部位初期血钙、血磷及钙磷乘积的变化趋势,旨在探讨骨折初期对三者的影响程度及与骨折部位的相关性,以为临床提供新的诊疗依据。

1 材料与方法

1.1 研究对象 选取2021年1月~2023年11月四川省骨科医院急诊科收治的骨折病例1 049例作为研究对象,其中男性564例,女性485例,年龄 $20 \sim 100(56.75 \pm 17.85)$ 岁。病例分组:①按骨折部位粗略分为两组,上半身部位骨折组($n=478$)和下半身部位骨折组($n=571$);②按骨折部位细致分为十组:椎体骨折($n=108$,颈椎、胸椎、腰椎)、

锁骨骨折($n=109$ 例)、上肢骨折($n=106$,肱骨、尺骨、桡骨、肘部)、手部骨折($n=104$,腕部、手掌指骨)、股骨颈骨折($n=103$)、股骨粗隆间骨折($n=106$)、髌骨骨折($n=101$)、下肢骨折($n=103$,股骨、胫骨、腓骨)、足部骨折($n=105$,跟骨、踝部、脚掌趾骨)和其他骨折($n=104$,肩胛骨、肋骨、骨盆、髌臼、髌骨、耻骨)。同时选取同期健康体检人群110例作为对照组,其中男性58例,女52例,年龄 $21 \sim 86(54.48 \pm 17.24)$ 岁。纳入标准:①骨折组均为临床影像学确诊的骨折患者,对照组均为健康者;②实验室检测指标和临床信息完整。排除标准:①甲状腺或甲状旁腺功能异常者;②肾功能明显异常者;③多发性骨髓瘤患者;④肿瘤伴骨转移患者;⑤佝偻病和软骨病患者。骨折组与健康对照组两组在性别、年龄上差异无统计学意义($\chi^2=0.043$, $t=1.269$, 均 $P > 0.05$)。本研究经四川省骨科医院伦理委员会审查批准(批准文号:KY2023-019-01)。

1.2 仪器与试剂 日立(Hitachi)全自动生化分析仪,钙测定试剂盒[富士胶片和光纯耀(上海)化学有限公司],无机磷测定试剂盒(迈克生物股份有限公司)。

1.3 方法 所有患者均于急诊当日和入院后24~48h两次抽取静脉血,以 $3\,000\text{r/min}$ 离心10min,分离上层血清,分别测定血清钙浓度、磷浓度,并计算钙磷乘积。因钙、磷常用单位为 mmol/L ,钙磷乘积常用单位为 mg/dl ,钙 $1\text{mmol/L}=4\text{mg/dl}$,磷 $1\text{mmol/L}=3.1\text{mg/dl}$,故钙磷乘积=

(血钙 $\times 4$) \times (血磷 $\times 3.1$)。比较所有骨折患者急诊当日和入院后 24 ~ 48h 血钙、血磷、钙磷乘积与健康体检人群的差异, 比较上半身部位骨折患者与下半身部位骨折患者血钙、血磷、钙磷乘积的差异, 同时比较相同骨折部位下急诊当日和入院后 24 ~ 48h 两次血清钙、磷、钙磷乘积的变化, 分析骨折初期对患者血钙、血磷、钙磷乘积的影响, 同时分析骨折部位与三者水平变化的相关性。

1.4 统计学分析 采用 SPSS17.0 统计软件进行统计分析。计量资料经 K-S 正态性检验符合正态分布,

表 1 骨折患者与健康对照组血钙磷水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

项目	对照组 ($n=110$)	骨折组 ($n=1\ 049$)	
		急诊当日	入院后 24 ~ 48h
Ca (mmol/L)	2.35 \pm 0.10	2.27 \pm 0.12 ^a	2.19 \pm 0.13 ^b
P (mmol/L)	1.15 \pm 0.15	1.00 \pm 0.20 ^a	1.08 \pm 0.19 ^b
[Ca] \times [P] (mg/dl)	33.41 \pm 4.87	28.10 \pm 6.00 ^a	29.30 \pm 5.85 ^b

注: ^a 与对照组相比, $t=6.804, 7.475, 8.964$, 均 $P < 0.01$; ^b 与对照组相比, $t=12.501, 3.722, 7.115$, 均 $P < 0.01$ 。

2.2 上、下半身骨折患者血钙磷水平比较 见表 2。急诊当日上、下半身骨折患者相比, Ca, P, 钙磷乘积下半身骨折低于上半身骨折, 差异具有统计学意义 (均 $P < 0.01$); 入院后 24 ~ 48h 上、下半身骨折患者相比, 仅 Ca, 钙磷乘积下半身骨折低于上半身骨折, 差异具有统计学意义 (均 $P < 0.05$), P 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。沿时间轴比较, 上、下半身骨折患者均表现出入院后 24 ~ 48h 较

表 2 上、下半身骨折患者血钙磷水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

项目	急诊当日		t	P	入院后 24 ~ 48h		t	P
	上半身骨折 ($n=478$)	下半身骨折 ($n=571$)			上半身骨折 ($n=478$)	下半身骨折 ($n=571$)		
Ca (mmol/L)	2.28 \pm 0.12	2.25 \pm 0.13	4.129	< 0.001	2.22 \pm 0.11	2.17 \pm 0.13	6.432	< 0.001
P (mmol/L)	1.04 \pm 0.18	0.97 \pm 0.21	5.931	< 0.001	1.08 \pm 0.18	1.07 \pm 0.20	0.334	0.739
[Ca] \times [P] (mg/dl)	29.43 \pm 5.53	27.00 \pm 6.15	6.660	< 0.001	29.69 \pm 5.43	28.97 \pm 6.16	1.990	0.047

2.3 不同部位骨折患者入院后 24 ~ 48h 与急诊当日血钙磷水平比较 见表 3。不同部位骨折患者入院后 24 ~ 48h 与急诊当日 Ca, P, 钙磷乘积比较, 总体趋势 Ca 降低, P 升高, 钙磷乘积升高, 差异具有统计学意义 (均 $P < 0.01$)。具体到骨折部位, Ca 水平除椎体骨折外, 其余部位骨折患者入院后 24 ~ 48h 均较急诊当日降低; P 水平除上肢骨折、手部骨折外, 其余部位骨折患者入院后 24 ~ 48h 较急诊当日升高; 钙磷乘积水平椎体骨折、股骨颈骨折、股骨粗隆间骨折、下肢骨折、足部骨折、其他骨折患者入院后 24 ~ 48h 均较急诊当日升高, 差异具有统计学意义 (均 $P < 0.01$)。

3 讨论

骨骼是钙和磷的主要储存场所, 血清钙磷水平

以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 样本间均数比较采用独立样本 t 检验和配对样本 t 检验; 计数资料以 $n(\%)$ 表示, 两组间比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 骨折患者与健康对照组血钙磷水平比较 见表 1。骨折患者急诊当日和入院后 24 ~ 48h Ca, P, 钙磷乘积均低于健康对照组, 差异具有统计学意义 (均 $P < 0.01$)。

急诊当日 Ca 降低而 P 升高, 差异具有统计学意义 ($t=12.779, -5.730, 16.919, -14.358$, 均 $P < 0.01$); 钙磷乘积则仅下半身骨折较急诊当日升高 ($t=-8.860, P < 0.01$), 上半身骨折与急诊当日比较差异无统计学意义 ($t=-1.291, P=0.197$), 这也反映出下半身骨折钙磷乘积的恢复效率优于上半身骨折。

在骨折发生和愈合过程的不同时期呈现出一些变化, 二者水平的波动代表着钙磷运输、储存、骨代谢和恢复的能力, 同时钙磷代谢受肠道吸收、肾脏重吸收、骨转换以及多种激素的调节作用。血钙、血磷和钙磷乘积水平对机体成骨至关重要, 故已在骨科临床有了较多应用, 如预测骨折发病危险性^[2-3]、交通事故中颅骨骨折的发生发展因素^[4]以及肾病患者控制血磷与骨折风险的相关性^[5]等。有研究指出骨折的严重程度和数量还可能会影响全身骨质流失的程度, 且与骨折的部位有关^[6]。不少骨折后经手术治疗的研究显示, 骨折术后恢复期血清钙磷水平上升。CHEN 等^[7]对老年骨质疏松性髋部骨折患者术后观察发现, 术后二周血清钙水平即缓慢升高; 对踝关节骨折的手术治疗显示, 术后 2 ~ 3

个月血清钙水平较术前有明显升高^[8]；股骨和胫骨骨折术后的观察显示，术后 2 ~ 3 个月内血清钙、血清磷水平稳步上升^[9-10]。

表 3 不同部位骨折患者入院后 24 ~ 48h 与急诊当日血钙磷水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

骨折部位	n	Ca (mmol/L)		P (mmol/L)		[Ca] × [P] (mg/dl)	
		急诊当日	入院后 24 ~ 48h	急诊当日	入院后 24 ~ 48h	急诊当日	入院后 24 ~ 48h
椎体骨折	108	2.23 ± 0.13	2.21 ± 0.13	1.04 ± 0.22	1.09 ± 0.20 ^b	28.73 ± 6.53	30.03 ± 6.25 ^c
锁骨骨折	109	2.30 ± 0.11	2.23 ± 0.11 ^a	1.03 ± 0.17	1.08 ± 0.17 ^b	29.55 ± 5.14	29.94 ± 5.16
上肢骨折	106	2.28 ± 0.10	2.21 ± 0.11 ^a	1.06 ± 0.17	1.06 ± 0.19	29.93 ± 5.11	29.04 ± 5.31
手部骨折	104	2.30 ± 0.11	2.23 ± 0.12 ^a	1.06 ± 0.17	1.08 ± 0.17	30.14 ± 5.11	29.78 ± 5.09
股骨颈骨折	103	2.25 ± 0.13	2.17 ± 0.16 ^a	0.93 ± 0.21	1.04 ± 0.20 ^b	25.97 ± 5.98	27.96 ± 5.95 ^c
股骨粗隆间骨折	106	2.21 ± 0.12	2.12 ± 0.12 ^a	0.98 ± 0.20	1.07 ± 0.23 ^b	26.79 ± 5.85	28.25 ± 6.58 ^c
髌骨骨折	101	2.26 ± 0.14	2.16 ± 0.14 ^a	0.96 ± 0.17	1.04 ± 0.17 ^b	26.96 ± 5.21	27.76 ± 5.25
下肢骨折	103	2.26 ± 0.11	2.19 ± 0.11 ^a	0.95 ± 0.21	1.10 ± 0.21 ^b	26.71 ± 6.38	29.92 ± 6.44 ^c
足部骨折	105	2.29 ± 0.11	2.22 ± 0.11 ^a	0.99 ± 0.24	1.12 ± 0.19 ^b	28.18 ± 6.81	30.99 ± 5.94 ^c
其他骨折	104	2.29 ± 0.13	2.18 ± 0.12 ^a	0.98 ± 0.20	1.08 ± 0.19 ^b	27.91 ± 6.14	29.19 ± 5.71 ^c
合计	1 049	2.27 ± 0.12	2.19 ± 0.13 ^a	1.00 ± 0.20	1.08 ± 0.19 ^b	28.10 ± 6.00	29.30 ± 5.85 ^c

注：^a 与急诊当日相比， $t=6.831, 7.156, 7.235, 6.233, 7.944, 7.648, 7.090, 6.863, 11.349, 21.101$ ，均 $P < 0.01$ ；^b 与急诊当日相比， $t=-3.740, -3.327, -7.220, -5.949, -4.378, -7.770, -5.990, -6.984, -14.588$ ，均 $P < 0.01$ ；^c 与急诊当日相比， $t=-2.927, -4.260, -3.097, -5.819, -4.791, -3.122, -7.707$ ，均 $P < 0.01$ 。

这些研究均表明，骨折病人术后一段时间，血清钙磷水平较术前有明显升高，但对骨折早期，尤其是刚发生骨折的急性期内钙磷水平的变化却未触及。我们的研究显示，在骨折发生的急诊当日及之后的 24 ~ 48h，患者血钙、血磷及钙磷乘积均明显低于正常人群。与急诊当日相比，之后的 24 ~ 48h 内血钙持续降低而血磷逐渐回升，钙磷乘积也从急诊当日的明显降低逐渐得到纠正，但仍低于正常人群，这些变化不同于以往对恢复期钙磷水平的研究。YING 等^[11]通过比较骨质疏松性椎体压缩性骨折患者和因股骨头坏死或骨关节炎行髋关节、膝关节置换术的患者，证实椎体压缩性骨折血钙、血磷和钙磷乘积均低于非椎体压缩性骨折，我们对椎体骨折组的研究结论也证实了这一观点。

有观点说骨折发生后，骨折断端会向血清中释放大量钙离子，导致血清钙水平明显增高^[12]。王爱明等^[13]在对多个部位骨折患者的研究显示，治疗后第 1 周，血钙明显升高，血磷下降；第 2，3，4 周，血钙水平逐渐下降，血磷水平逐渐升高。而我们的研究显示，骨折患者急诊入院后 24 ~ 48h 较之骨折当天血钙持续下降而血磷升高，这似乎有悖于骨折断端向血清释放大量钙离子，我们分析这可能与机体应激状态有关。有学者通过构建大鼠股骨骨折模型，得出大鼠股骨骨折 3 天内血清钙、磷含量逐渐下降，24h 尿钙、尿磷升高，表明骨折导致肾脏中钙和磷的流失^[14]。同时该报道指出，所有应

激反应包括骨折应激，都有一个典型特征：下丘脑 - 垂体 - 肾上腺轴（hypothalamic-pituitary-adrenal，HPA）的激活，伴随着血浆糖皮质激素（glucocorticoids，GC）浓度的增加，GC 促进钙磷排泄，导致骨折后钙磷流失。这也解释了骨折当日血清钙磷水平降低现象。另外，我们研究发现骨折患者入院后 24 ~ 48h 血磷水平逐渐回升，而在大鼠模型中骨折 3 天内磷仍处于下降状态，这应源于人体强大的自我调节功能，在血钙持续降低的条件下，负反馈升高血磷，以维持体内钙磷乘积的相对平衡。上、下半身分组比较，下半身骨折患者钙磷乘积在入院后 24 ~ 48h 较急诊当日升高，而与上半身骨折患者差异无统计学意义，提示机体下半身骨折钙磷乘积的恢复效率优于上半身骨折，这可能与下半身骨折创面相对较大有关，其相关机制还有待进一步探究。有关上、下半身骨折钙磷乘积的恢复趋势，在上半身骨折中的椎体骨折和下半身骨折中的髌骨骨折中并未得到体现。不同骨折部位的细分比较显示，骨折对机体钙磷的影响还与骨折部位有关。入院后 24 ~ 48h，多数患者呈现出钙持续降低，磷和钙磷乘积逐步回升，但椎体骨折血钙变化不同于其他骨折，上肢和手部骨折血磷变化不同于其他骨折，锁骨、上肢、手部和髌骨骨折钙磷乘积变化有别于其他骨折，这也给临床诊疗带来新的方向，在后续的治疗和评估中需关注患者的具体骨折部位。

综上，骨折后血清钙磷水平变化是一个动态复

杂的过程。综合其他学者的研究,推测骨折发生后血清钙磷水平变化趋势为:骨折当日,由于应激反应,尿钙、尿磷排泄增加,血钙、血磷、钙磷乘积均明显低于正常水平。之后的24~48h,血钙持续降低而血磷升高,钙磷乘积开始缓慢回升。后由于骨折断端释放出大量钙离子而致血钙明显升高而血磷降低,再往后较长的骨折愈合期内,血钙、血磷逐渐达到正常水平,钙磷乘积也逐渐恢复正常。本研究只观察了骨折当日和之后的24~48h钙磷水平变化,故再之后钙磷水平的变化过程还有待进一步证实。需要说明的是,25-羟基维生素D[25-hydroxy vitamin D, 25-(OH)D]是钙和磷酸盐新陈代谢的主要调节者之一,并能抑制甲状旁腺激素产生,直接作用于甲状旁腺和间接升高血钙水平。25-(OH)D能够促进钙磷吸收,促使骨矿物化,维持钙稳态,低水平的25-(OH)D可引起钙磷吸收减少而阻碍骨骼骨化,造成骨量下降而至骨折发生风险较高^[15]。本研究在最初的病例选取上未考虑这一因素,后期需对这类骨折患者予以更多关注。

参考文献:

- [1] CIOSEK Z, KOT K, KOSIK-BOGACKA D, et al. The effects of Calcium, Magnesium, Phosphorus, Fluoride, and Lead on bone tissue[J]. *Biomolecules*, 2021, 11(4): 506.
- [2] 徐兴全, 闫文强, 孙梓荧, 等. 血清钙磷乘积作为预测老年人股骨颈骨折发病危险性血清学指标的意义[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2019, 34(10): 1019-1021.
XU Xingquan, YAN Wenqiang, SUN Ziyang, et al. Serum Calcium-Phosphorus product used as a predictor of femoral neck fracture in the elderly and its significance[J]. *Chinese Journal of Bone and Joint Injury*, 2019, 34(10): 1019-1021.
- [3] HIGUCHI Y, TOMOSUGI T, FUTAMURA K, et al. Risk factors for subchondral insufficiency fracture of the femoral head in renal transplant patients[J]. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 2022, 40(6): 968-973.
- [4] TAMULI R P, SAIKIA B, SARMAH S, et al. Role of Calcium and Phosphorous concentration as an intrinsic factor in the development of skull fracture following road traffic accidents[J]. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 2020, 9(6): 2854-2859.
- [5] GONZÁLEZ-PARRA E, BOVER J, HERRERO J, et al. Control of phosphorus and prevention of fractures in the kidney patient[J]. *Nefrologia (English Edition)*, 2021, 41(1): 7-14.
- [6] OSIPOV B, EMAMI A J, CHRISTIANSEN B A. Systemic bone loss after fracture[J]. *Clinical Reviews in Bone and Mineral Metabolism*, 2018, 16(4): 116-130.
- [7] CHEN Zhineng, XIE Lili, XU Jie, et al. Changes in alkaline phosphatase, calcium, C-reactive protein, D-dimer, phosphorus and Hemoglobin in elderly osteoporotic hip fracture patients[J]. *Annals of Palliative Medicine*, 2021, 10(2): 1079-1088.
- [8] 杜吉亮. 经皮微创空心螺钉内固定联合消肿活血汤治疗踝关节骨折对功能恢复及血清Ca²⁺, ALP的影响[J]. *湖北中医药大学学报*, 2020, 22(6): 88-91.
DU Jiliang. Effects of percutaneous minimally invasive cannulated screw internal fixation combined with Xiaozhong Huoxue decoction in treatment of ankle fracture on function recovery, serum Ca and ALP [J]. *Journal of Hubei University of Chinese Medicine*, 2020, 22(6): 88-91.
- [9] SOBHANI ERAGHI A, SABERI S, MOLAZEM-SANANDAJI B, et al. Investigating changes in calcium, phosphorus, alkaline phosphatase, and 25-hydroxy vitamin D after surgical repair of fractures of femur or tibia[J]. *Acta Biomedica*, 2020, 92(1): e2021019.
- [10] 思玉楼, 张晓瑞, 刘娥. 钢板内固定加压联合分期针刺对胫骨骨折患者血液流变学及血清磷钙水平的影响[J]. *现代中西医结合杂志*, 2018, 27(25): 2835-2838.
SI Yulou, ZHANG Xiaorui, LIU E. Effects of steel plate internal fixation and compression combined with staged acupuncture on hemorrheology and serum phosphorus and calcium levels in patients with tibial fractures[J]. *Modern Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine*, 2018, 27(25): 2835-2838.
- [11] YING Pu, GU Mingjia, JIANG Xiaowei, et al. Serum calcium-phosphorus product for predicting the risk of osteoporotic vertebral compression fractures in elderly patients: a retrospective observational study[J]. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 2022, 17(1): 57.
- [12] SHINGU Y, SHIYA N, OOKA T, et al. Augmentation index is elevated in aortic aneurysm and dissection[J]. *Annals of Thoracic Surgery*, 2009, 87(5): 1373-1377.
- [13] 王爱明, 肖智青, 朱锦忠, 等. 驳骨膏对骨折愈合过程中钙磷指标的影响[J]. *内蒙古中医药*, 2019, 38(6): 81-82.
WANG Aiming, XIAO Zhiqing, ZHU Jinzhong, et al. Effect of Bogu ointment on calcium and phosphorus index during fracture healing[J]. *Inner Mongolia Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2019, 38(6): 81-82.
- [14] LIAO Feng, ZHU Zongdong, XIAO Chengwei, et al. Hydrogen sulfide inhibits calcium and phosphorus loss after fracture by negatively regulating glucocorticoid/glucocorticoid receptor α [J]. *Life Sciences*, 2021, 274: 119363.
- [15] 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.
LIAO Qiang, WANG Juan. Serum levels of 25(OH)D, periostin and ferritin in patients with osteoporosis and their correlation with fracture[J]. *Journal of Modern Laboratory Medicine*, 2021, 36(5): 138-142.

收稿日期: 2023-12-19

修回日期: 2024-04-16