

骨化三醇联合经皮椎体后凸成形术治疗脊柱脆性骨折的临床疗效

缪青¹, 陈静¹, 陶峰琴², 诸葛恒艳¹

(中国人民解放军联勤保障部队第 904 医院, 1. 骨科二区; 2. 骨科一区, 江苏 无锡 214000)

【摘要】目的: 探究骨化三醇联合经皮椎体后凸成形术 (PKP) 治疗脊柱脆性骨折的临床疗效。**方法:** 将 95 例脊柱脆性骨折患者, 根据干预方式不同分为对照组 ($n=48$) 和研究组 ($n=47$)。对照组行 PKP 治疗; 研究组实施骨化三醇联合 PKP 治疗, 两组均治疗 3 个月。比较两组患者骨性愈合时间、住院时间、术后 24 h 及 3 个月的血清骨钙素 (BGP)、降钙素 (hCT) 及碱性磷酸酶 (ALP)、血小板衍生生长因子 (PDGF)、可溶性细胞间粘附分子 1 (sICAM-1)、可溶性血管细胞粘附分子 1 (sVCAM-1) 水平、骨折愈合优良率及并发症发生率。**结果:** 研究组患者骨性愈合时间、住院时间均短于对照组 ($P<0.05$); 术后 3 个月, 两组患者血清 BGP、hCT、ALP 水平均较术后 24 h 增高 ($P<0.05$), 且研究组高于对照组 ($P<0.05$); 两组患者血清 PDGF、sICAM-1、sVCAM-1 水平均较术后 24 h 改善, 且研究组较对照组患者改善更佳 ($P<0.05$); 研究组治疗优良率为 89.36%, 高于对照组的 60.42% ($P<0.05$); 研究组并发症发生率为 6.39%, 低于对照组的 22.92% ($P<0.05$)。**结论:** 脊柱脆性骨折患者应用骨化三醇联合 PKP 治疗整体效果佳, 不仅能促进骨愈合, 还能促进骨重建, 增强骨稳定性, 降低并发症发生率, 优势明显。

【关键词】 骨化三醇; 经皮椎体后凸成形术; 脊柱脆性骨折; 骨愈合; 骨重建; 并发症

【中图分类号】 R681.5 **【文献标志码】** A

Clinical efficacy of calcitriol in the treatment of brittle fractures after percutaneous vertebral plasty was analyzed

MIAO Qing¹, CHEN Jing¹, TAO Feng-qin², ZHUGE Heng-yan¹

(1. Department of Orthopaedics II; 2. Department of Orthopedics I, No. 904 Hospital of the Joint Logistic Support Force of the Chinese People's Liberation Army, Wuxi 214000, Jiangsu, China)

【Abstract】Objective: To investigate the clinical efficacy of combining calcitriol with percutaneous kyphoplasty (PKP) for the treatment of spinal fragility fractures. **Methods:** The 95 patients with brittle fractures were divided into two groups by different intervention methods: the control group ($n=48$) and the treatment group ($n=47$). The control group received PKP as a treatment, while the treatment group underwent joint calcitriol PKP. Both groups were treated for a duration of 3 months. The bone healing time, hospital stay, serum levels of osteocalcin (BGP), calcitonin (hCT), alkaline phosphatase (ALP), platelet-derived growth factor (PDGF), soluble intercellular adhesion molecule-1 (sICAM-1), soluble vascular cell adhesion molecule-1 (sVCAM-1) and bone were compared between the two groups at 24 hours and 3 months post-operation. Additionally, the excellent rate of fracture healing and the incidence of complications were evaluated. **Results:** The treatment group exhibited significantly shorter bone healing time and hospitalization time compared to the control group ($P<0.05$). The serum levels of BGP, hCT, and ALP in both groups were elevated at 3 months post-operation compared to 24 hours post-operation. Furthermore, the treatment group exhibited higher levels than the control group ($P<0.05$). The serum levels of PDGF, sICAM-1, and sVCAM-1 in both groups showed significant improvement at 3 months post-operation compared to the levels observed at 24 hours post-operation. Furthermore, the treatment group exhibited a superior level of improvement compared to the control group ($P<0.05$). After 3 months of treatment, the treatment group demonstrated a significantly higher rate of excellence and proficiency at 89.36%, surpassing the control group's rate of 60.42% ($P<0.05$). After 3 months of treatment, the team the incidence of complications was 6.39%, which was lower than the control group 22.92% ($P<0.05$). **Conclusion:** The use of calcitriol in patients with brittle fractures undergoing joint PKP has shown overall positive effects. It not only promotes bone healing but also facilitates bone reconstruction, enhances stability, and reduces the incidence of complications. The advantages are evident.

【Key words】 Calcitriol; Protrusion following percutaneous vertebral plasty; Fragile fracture; Bone regeneration; Bone remodeling; Complications

基金项目: 江苏省无锡市科协软科学研究项目 (KX-23-C092)

作者简介: 缪青 (1991-), 女, 主治医师。E-mail: 13601510951@163.com

通讯作者: 诸葛恒艳。E-mail: 88461845@qq.com

脊柱脆性骨折主要因生物力学稳定性较差、骨密度下降等,受直接、间接外力作用所致,具有高致残率、致死率等特点,反映了骨质疏松症的严重程度^[1]。资料^[2]显示,由于脊柱是人体的中轴,周围遍布复杂的神经和血管,当发生骨折后,若处理不及时或处理不当,可导致后凸畸形,神经功能损伤,甚至导致瘫痪或死亡。目前临床主要以保守治疗和微创手术治疗为主,但保守治疗需绝对卧床休息,长期卧床可加速骨质流失,导致骨质疏松加重、骨折反复发生,从而引起恶性循环,增加死亡风险^[3-4]。经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)通过皮肤将特殊手术器械置入椎体内部,经X射线透视下,将骨水泥或者其他生物材料注入到椎体空腔内,不仅能有效缓解患者的疼痛症状,还能恢复椎体解剖学形态和力学性能,已成为骨质疏松症骨折患者的常用治疗方式^[5-6]。Zhuang等^[7]研究提出,PKP虽能改善骨折处的稳定性,但无法从根本上改善患者骨质情况,术后给予促骨生长、抑制骨吸收的药物,可达到标本兼治的效果。骨化三醇属于活性维生素D的一种,可促进钙吸收、调节骨质矿化,常用于各种骨质疏松症的治疗^[8]。但目前临床关于骨化三醇联合PKP治疗脊柱脆性骨折的创伤性、临床效果尚存在争议。基于此,本研究以95例脊柱脆性骨折患者为例,探究应用骨化三醇联合PKP治疗的临床效果。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2023年1月至2024年6月中国人民解放军联勤保障部队第904医院收治的95例脊柱脆性骨折患者为研究对象,根据不同干预方法分为对照组($n=48$)和研究组($n=47$)。纳入标准:(1)根据临床症状、影像学检查结果、骨密度评估结果等确诊为脊柱脆性骨折者;(2)均自愿接受PKP治疗者;(3)手术无禁忌症者;(4)直系亲属支持,自愿签署相关协议书者;(5)意识清晰,能正常沟通者;(6)临床相关资料齐全,自愿配合随访者。排除标准:(1)伴随中风、阿尔茨海默症等特殊疾病,无法正常沟通者;(2)确诊有淋病、人类免疫缺陷病毒等特殊疾病者;(3)患有系统性红斑狼疮、恶性肿瘤等严重免疫损伤疾病者;(4)不愿或无法接受随访者;(5)同时参与其他项目者。本研究经医院伦理委员批准。

1.2 方法

所有患者入院后均接受PKP治疗。常规铺巾后患者俯卧位,用0.5%利多卡因局麻至骨膜,局麻后在C型臂X线机透视定位病椎,根据椎体塌陷程

度及椎弓根大小针对性选择手术穿刺侧。经C臂X线机定位骨折椎体小关节突,在胸椎肋横关节体表投影外侧1 cm处,切约0.5 cm长的切口。在C型臂X线机引导下穿刺针于横突进针3~5 mm,使穿刺针与椎体矢状面成30~45°左右夹角,穿刺针稳固抵达椎体后壁时停止进针,取出针芯,插入导针;即用精细骨钻沿工作通道钻入椎体内到达距椎体前壁约1/4处,撤出骨钻、测量深度,结合具体情况置入球囊,到达位置后分次打压扩张球囊,C型臂X线机透视下骨折椎体高度恢复满意或球囊达最大体积时,停止扩张取出球囊,调配聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥在面团期时低压下推入椎体,正、侧位透视观察骨水泥填充满意或出现外漏时停止推注,并记录骨水泥注入量。待骨水泥即将凝固时,旋转工作通道后拔除,缝合切口后敷贴覆盖。所有患者手术均由同一位医生操作。

术后12 h内叮嘱患者卧床休息,待骨水泥进一步凝固,12 h后在腰带保护下进行负重行走,逐渐增加运动量。对照组患者每天口服碳酸钙D3,1粒/d。研究组在对照组基础上增加口服骨化三醇软胶囊,1粒/次,2次/d。维持治疗3个月。

1.3 观察指标

1.3.1 两组患者手术相关指标 记录两组患者手术时间、术中出血量、骨水泥填充量、骨性愈合时间、住院时间。

1.3.2 两组患者骨重建相关指标 采集所有患者术后24 h及3个月晨起空腹静脉血5 mL,分离血清,用双抗体夹心法检测两组血清骨钙素(boneglaprotein, BGP)、降钙素(humancalcitonin, hCT)及碱性磷酸酶(alkaline phosphatase, ALP)水平。

1.3.3 两组患者骨折延迟愈合相关指标 分别在术后24 h及3个月采集患者空腹静脉血,使用酶联免疫吸附法检测患者血小板衍生生长因子(platelet-derived growth factor, PDGF)、可溶性细胞间粘附分子1(soluble intercellular adhesion molecule 1, sICAM-1)、可溶性血管细胞粘附分子1(soluble vascular cell adhesion molecule 1, sVCAM-1)水平。

1.3.4 两组患者临床疗效 术后3个月结合影像学、Matta评分^[9]、视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)^[10]评分评估患者骨折愈合情况。(1)优:经X线检查,骨折处愈合良好,无愈合不良、感染等不良症状发生,骨折位移 ≤ 1 mm,关节活动度, VAS评分 < 1 分,对日常生活无影响;(2)良:经X线检查,骨折处愈合良好,伴有偶尔疼痛, VAS评分1~3分,对抗力量略差,骨折位移2~3 mm,对日常生活产生轻度影响;(3)可:经X线检查,骨折部位愈合程度尚可,伴有关节轻度僵硬等相关并发症, VAS评分

4~6分,3 mm <骨折位移≤5 mm,对患者日常生活造成一定影响;(4)差:经 X 线检查,骨折部位愈合不佳,伴有愈合不良、骨折不愈等并发症,VAS 评分 >6 分,骨折位移 >5 mm,严重影响患者日常生活。临床愈合优良率 = (优 + 良)例数 / 总例数 × 100%。

1.3.5 两组并发症发生率 统计治疗期间两组患者发生伤口感染、骨折不愈、关节僵硬、愈合不良的发生例数,计算发生率。发生率(%) = 发生例数 / 总例数 × 100%。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据处理与分析。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验,组内比较采用配对样本 t 检验;计数资料以[$n(\%)$]表示,组间比较采用独立样本 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

两组患者性别、年龄、BMI、骨折原因、累及脊椎数、手术时间、术中出血量、骨水泥填充量等指标比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

2.2 两组患者手术相关指标水平比较

研究组患者骨性愈合时间、住院时间均短于对照组($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 两组患者骨重建相关指标水平比较

两组患者术后 24 h 骨重建相关指标(BGP、hCT、ALP)水平比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);术后 3 个月,两组患者血清 BGP、hCT、ALP

水平均较术后 24 h 增高($P < 0.05$),且研究组患者血清 BGP、hCT、ALP 水平均高于对照组($P < 0.05$)。见表 3。

表 1 两组患者一般资料比较 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

资料	对照组($n=48$)	研究组($n=47$)	χ^2/t 值	P 值
性别			0.407	0.524
男	14(29.17)	11(23.40)		
女	34(70.83)	36(76.60)		
年龄(岁)	67.83 ± 8.53	67.41 ± 9.17	0.231	0.818
BMI(kg/m ²)	23.53 ± 1.25	23.17 ± 1.67	1.191	0.237
骨折原因			0.755	0.944
跌倒	15(31.25)	14(29.79)		
高处坠落	12(25.00)	13(27.66)		
用力大便	9(18.75)	11(23.40)		
咳嗽	6(12.50)	5(10.64)		
其他	6(12.50)	4(8.51)		
累及脊椎数			0.729	0.695
单个椎体	34(70.83)	35(74.47)		
两个椎体	13(27.08)	10(21.28)		
三个椎体	1(2.08)	2(4.26)		
手术时间(min)	77.36 ± 8.91	78.41 ± 9.15	0.567	0.572
术中出血量(mL)	151.61 ± 33.64	157.62 ± 31.44	0.899	0.371
骨水泥填充量(mL)	3.61 ± 0.71	3.88 ± 0.67	1.905	0.060

表 2 两组患者手术相关指标水平对比 ($\bar{x} \pm s$)

组别	骨性愈合时间(月)	住院时间(d)
对照组($n=48$)	3.52 ± 0.61	4.88 ± 1.24
研究组($n=47$)	3.29 ± 0.42	4.15 ± 0.83
t 值	2.136	3.365
P 值	0.035	0.001

表 3 两组患者骨重建相关指标水平变化比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	BGP(μg/mL)		hCT(pg/mL)		ALP(U/L)	
	术后 24 h	术后 3 个月	术后 24 h	术后 3 个月	术后 24 h	术后 3 个月
对照组($n=48$)	10.81 ± 2.31	16.23 ± 3.37*	33.69 ± 3.88	40.46 ± 3.73*	100.83 ± 6.14	114.54 ± 8.15*
研究组($n=47$)	10.42 ± 2.29	21.41 ± 2.38*	33.31 ± 3.71	44.61 ± 3.48*	100.07 ± 6.69	133.91 ± 8.67*
t 值	0.826	8.637	0.488	5.604	0.577	11.222
P 值	0.411	<0.001	0.627	<0.001	0.565	<0.001

* $P < 0.05$, 与同组术后 24 h 比较。

2.4 两组患者骨折延迟愈合相关指标水平比较

术后 24 h,两组患者血清 PDGF、sICAM-1、sVCAM-1 水平比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);

术后 3 个月,两组患者血清 PDGF、sICAM-1、sVCAM-1 水平均较术后 24 h 降低($P < 0.05$),且研究组低于对照组($P < 0.05$)。见表 4。

表 4 两组患者骨折延迟愈合相关指标水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	PDGF(U/L)		sICAM-1(μg/L)		sVCAM-1(μg/L)	
	术后 24 h	术后 3 个月	术后 24 h	术后 3 个月	术后 24 h	术后 3 个月
对照组($n=48$)	336.41 ± 20.47	167.69 ± 11.28*	168.59 ± 16.24	143.67 ± 13.67*	541.35 ± 35.66	397.68 ± 34.61*
研究组($n=47$)	338.19 ± 20.64	140.28 ± 10.48*	169.54 ± 15.75	129.89 ± 13.25*	543.92 ± 34.68	338.19 ± 35.27*
t 值	0.422	12.264	0.289	4.988	0.356	8.298
P 值	0.674	<0.001	0.773	<0.001	0.723	<0.001

* $P < 0.05$, 与同组术后 24 h 比较。

2.5 两组患者临床疗效比较

治疗 3 个月,两组患者治疗优良率分别为 60.42%、89.36%,研究组治疗优良率高于对照组 ($\chi^2 = 10.538, P = 0.001$)。见表 5。

表 5 两组患者临床疗效比较 [n(%)]

组别	优	良	可	差	优良
对照组(n=48)	16(33.33)	13(27.08)	10(20.83)	9(18.75)	29(60.42)
研究组(n=47)	35(74.47)	7(14.89)	4(8.51)	1(2.13)	42(89.36)

2.6 两组患者并发症发生率比较

治疗 3 个月,两组患者并发症发生率分别为 22.92%、6.39%,研究组并发症发生率低于对照组 ($\chi^2 = 3.934, P = 0.047$)。见表 6。

表 6 两组患者并发症发生率比较 [n(%)]

组别	伤口感染	骨折不愈	关节僵硬	愈合不良	合计
对照组(n=48)	4(8.33)	2(4.17)	2(4.17)	3(6.25)	11(22.92)
研究组(n=47)	1(2.13)	0(0.00)	1(2.13)	1(2.13)	3(6.39)

3 讨论

脊柱脆性骨折多见于老年群体,近年来,随着老龄化进程,骨质疏松症的发生率逐年增多,脊柱脆性骨折的发生率随之增多^[11]。相关研究^[12-13]显示,患者发生脊柱脆性骨折后,多伴随顽固性腰背痛、骨骼微观结构损伤、活动障碍等症状,部分患者还会出现肢体麻木、大小便失禁、胃肠道功能紊乱,严重者出现肢体瘫痪。因此,选择有效、稳定性佳、创伤小、及时纠正椎体畸形是当前临床治疗的重点。

PKP 具有微创、恢复快等特点,术中在影像引导下精准穿刺病变椎体,用球囊扩张将被压缩的椎体恢复一定高度,再将骨水泥注入椎体,不仅能解决骨折引起的顽固性疼痛,还能纠正骨折导致的椎体畸形^[14-15]。陈志远等^[16]研究显示,PKP 能迅速增强椎体稳定性,缓解疼痛,减轻组织损伤,促进患者康复。本研究纳入 95 例脊柱脆性骨折患者,所有患者均应用 PKP 治疗,顺利完成手术。术后 3 个月骨重建相关指标(BGP、hCT、ALP)、骨折延迟愈合相关指标(PDGF、sICAM-1、sVCAM-1)均改善,骨折愈合优良率均在 60% 以上。提示 PKP 可有效治疗脊柱脆性骨折,有助于骨稳定,促进骨质改善,有利于患者术后恢复。究其可能原因:PKP 是在影像引导下经皮穿刺,保证穿刺针精准置入椎体,在一定程度上减轻周围组织损伤,同时为控制球囊扩张和精准骨水泥灌注奠定基础;注入骨水泥前先置入球囊扩张,可使椎体内形成空腔,避免骨水泥渗漏,并有助于维持椎体稳定,帮助恢复椎体高度;使用推杆分次注入骨

水泥,注入压力较低,进一步降低骨水泥渗漏风险;另外,骨水泥注入病变椎体时可产生高温,能减轻病变部位炎症反应,更有助于患者康复。

本研究还显示,研究组患者骨性愈合时间、住院时间均较对照组缩短,骨折愈合优良率高于对照组,且并发症发生率较对照组更低。术后 3 个月,研究组患者血清 BGP、hCT、ALP 水平和血清 PDGF、sICAM-1、sVCAM-1 水平均较对照组改善更佳。骨化三醇在人体内由前体 25-羟基维生素 D3 转化而成,可直接作用于人体,促进肠道对钙的吸收并调节骨矿化,是治疗骨质疏松症、肾性骨营养不良等疾病的常用药物^[17-18]。一项动物实验^[19]显示,骨化三醇不仅可增加小肠对钙磷的吸收,促进骨盐沉积,进而增加骨密度,还能直接刺激成骨细胞增殖与分化,改善骨转换状态,加速骨形成。温洪鹏等^[20]研究也显示,骨化三醇不仅能改善骨重建,还能调节肌肉钙代谢,增强神经肌肉协调性,进而有助于骨折患者术后恢复。但需要注意的是,由于骨化三醇无须羟化即具有活性效应,甲状旁腺功能亢进症患者则不宜使用,可能会导致血钙进一步增高,相反,甲状旁腺功能减退症患者可注意补充;另外,骨化三醇的生物半衰期较短,较少蓄积于体内,若患者长期服用,建议定期监测血钙水平,并在必要时调整剂量。

综上,骨化三醇联合 PKP 可有效治疗脊柱脆性骨折,整体治疗效果好,具有较强的临床应用价值。

参考文献

- [1] Piazzolla A, Bizzoca D, Barbanti-Brodano G, et al. Capacitive biophysical stimulation improves the healing of vertebral fragility fractures: a prospective multicentre randomized controlled trial [J]. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*, 2024, 25(1): 17.
- [2] Pankratz C, Risch A, Oxen J, et al. Orthogeriatric care-outcome of different fragility fractures [J]. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 2023, 143(11): 6641 - 6647.
- [3] Ong T, Sahota O. The management of patients admitted to hospital with vertebral fragility fractures: experience from a UK university hospital [J]. *Injury*, 2021, 52(10): 2903 - 2907.
- [4] 杨建成,唐清华,李青梅,等.骨质疏松专科医师早期介入脆性骨折患者管理对骨质疏松诊疗率的影响 [J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2023, 16(4): 315 - 320.
- [5] Xiang QQ, Chu B, Lu MQ, et al. Risk-benefit ratio of percutaneous kyphoplasty and percutaneous vertebroplasty in patients with newly diagnosed multiple myeloma with vertebral fracture: a single-center retrospective study [J]. *Annals of Hematology*, 2023, 102(6): 1513 - 1522.
- [6] Liu D, Xu J, Wang Q, et al. Timing of percutaneous balloon kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Pain Physician*, 2023, 26(3): 231 - 243.

(下转第 1675 页)