

# 曲马多超前镇痛在局麻下胸腰段骨质疏松骨折椎体后凸成形术中的效果

李国庆, 赵华国, 孙韶华, 马维虎, 李豪杰, 王扬, 陆联松, 阮超越  
(宁波市第六医院脊柱外科, 浙江 宁波 315000)

**【摘要】** 目的:探讨术前肌注曲马多用于局麻下行经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)的超前镇痛效果。方法:自 2019 年 8 月至 2021 年 6 月收治 118 例骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fractures, OVCFs)患者,观察组 59 例,男 26 例,女 33 例;年龄 57~80(67.69±4.75)岁;T<sub>11</sub> 14 例,T<sub>12</sub> 12 例,L<sub>1</sub> 18 例,L<sub>2</sub> 15 例;予 PKP 术前 0.5 h 肌肉注射曲马多 100 mg。对照组 59 例,男 24 例,女 35 例;年龄 55~77(68.00±4.43)岁;T<sub>11</sub> 19 例,T<sub>12</sub> 11 例,L<sub>1</sub> 17 例,L<sub>2</sub> 12 例;予肌肉注射等量生理盐水。记录两组手术时间和术中出血量,采用视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)评估两组术前(T0)及术中穿刺时(T1)、放置工作套管时(T2)、球囊扩张时(T3)、骨水泥注入椎体时(T4)、术后 2 h(T5)、出院时(T6)的疼痛程度;观察头晕、恶心、呕吐等不良反应,出院时询问患者对再次行 PKP 手术接受度。结果:118 例患者顺利完成经双侧椎弓根入路 PKP 术,术中均未使用静脉镇静镇痛药物。两组手术时间、术中出血量比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。观察组 T1、T2、T3、T4、T5 时的 VAS 较对照组降低( $P<0.05$ );T6 时的 VAS 比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。两组 T6 时的 VAS 较 T0 降低( $P<0.05$ )。两组不良反应发生率比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),对再次行 PKP 术的接受度比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。结论:术前 0.5 h 肌注曲马多用于在局麻下单节段胸腰段骨质疏松骨折椎体 PKP 术的超前镇痛效果明确,可增加患者术中及术后 2 h 的舒适度,提高患者手术满意度。

**【关键词】** 曲马多; 超前镇痛; 椎体后凸成形术; 骨质疏松性椎体压缩骨折

中图分类号:R683.2

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.20220957

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Effects of tramadol hydrochloride preemptive analgesia in kyphoplasty of thoracolumbar osteoporotic fractures under local anesthesia

LI Guo-qing, ZHAO Hua-guo, SUN Shao-hua, MA Wei-hu, LI Hao-jie, WANG Yang, LU Lian-song, RUAN Chao-yue (Department of Spinal Surgery, Ningbo No.6 Hospital, Ningbo 315000, Zhejiang, China)

**ABSTRACT Objective** To explore preemptive analgesic effect of preoperative intramuscular tramadol injection in percutaneous kyphoplasty (PKP) of vertebrae following local anesthesia. **Methods** From August 2019 to June 2021, 118 patients with thoracolumbar osteoporotic fractures were treated and divided into observation group and control group, with 59 patients in each group. In observation group, there were 26 males and 33 females, aged from 57 to 80 years old with an average of (67.69±4.75) years old; 14 patients on T<sub>11</sub>, 12 patients on T<sub>12</sub>, 18 patients on L<sub>1</sub>, 15 patients on L<sub>2</sub>; tramadol with 100 mg was injected intramuscularly half an hour before surgery in observation group. In control group, there were 24 males and 35 females, aged from 55 to 77 years old with an average of (68.00±4.43) years old; 19 patients on T<sub>11</sub>, 11 patients on T<sub>12</sub>, 17 patients on L<sub>1</sub>, 12 patients on L<sub>2</sub>; the same amount of normal saline was injected intramuscularly in control group. Observation indicators included operation time, intraoperative bleeding, visual analogue scale (VAS) evaluation and recording of preoperative (T0), intraoperative puncture (T1), and working cannula placement (T2) between two groups of patients, at the time of balloon dilation (T3), when the bone cement was injected into the vertebral body (T4), 2 hours after the operation (T5), and the pain degree at the time of discharge (T6); adverse reactions such as dizziness, nausea and vomiting were observed and recorded; the record the patient's acceptance of repeat PKP surgery. **Results** All patients were successfully completed PKP via bilateral pedicle approach, and no intravenous sedative and analgesic drugs were used during the operation. There was no significant difference in preoperative general data and VAS (T0) between two groups ( $P>0.05$ ). There was no significant difference in operation time and intraoperative blood loss between the two groups ( $P>0.05$ ). VAS of T1, T2, T3, T4 and T5 in observation group were all lower than those in control group ( $P<0.05$ ), and there was no significant difference in T6 VAS ( $P>0.05$ ). T6 VAS between two

通讯作者:马维虎 E-mail:weihu\_ma@163.com

Corresponding author: MA Wei-hu E-mail:weihu\_ma@163.com

groups were significantly lower than those of T0, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). There was no significant difference in incidence of total adverse reactions between two groups ( $P>0.05$ ). There was a statistically significant difference in the acceptance of repeat PKP surgery ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Half an hour before operation, intramuscular injection of tramadol has a clear preemptive analgesic effect for PKP of single-segment thoracolumbar osteoporotic fracture vertebral body under local anesthesia, which could increase the comfort of patients during operation and 2 hours after operation, and improve patients satisfaction with surgery.

**KEYWORDS** Tramadol; Preemptive analgesia; Vertebral kyphoplasty; Osteoporosis vertebral compression fracture

目前, 经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP) 是一种被广泛应用治疗骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fractures, OVCFs)安全有效的微创手术<sup>[1-2]</sup>, 术中主要采用局部麻醉, 麻醉成本低<sup>[3]</sup>, 住院时间短, 术中患者可及时发现神经损伤<sup>[4]</sup>, 术后发生不良反应以及循环、呼吸系统的并发症比全麻少<sup>[5-7]</sup>, 但术中及术后疼痛较为明显。有研究<sup>[8]</sup>显示疼痛主要原因是局部浸润麻醉的有效范围仅限于软组织而非骨组织, 当椎弓根及椎体因放置穿刺针、工作套管、球囊以及注入骨水泥而压力发生变化时。近年来有学者通过椎体内注射利多卡因和静脉药物等降低术中疼痛程度<sup>[9-11]</sup>, 但椎体内追加麻醉药物有脊髓麻醉的风险<sup>[12]</sup>, 或过量利多卡因通过椎体血管播散到全身, 造成呼吸抑制或死亡<sup>[13]</sup>。也有学者<sup>[14-15]</sup>通过静脉使用右美托咪定较好地降低术中疼痛, 但使用不当可能造成心跳骤停等严重并发症。超前镇痛可以在组织损伤发生前阻断伤害刺激向中枢传递以及抑制中枢神经元过度兴奋, 达到减弱术中疼痛及预防术后疼痛的作用<sup>[16-18]</sup>。曲马多用于超前镇痛较多的中枢性镇痛药, 对呼吸和循环系统影响较小<sup>[19]</sup>。但目前报道曲马多用于 PKP 术超前镇痛的研究较少。鉴于此, 本研究自 2019 年 8 月至 2021 年 6 月拟探讨 118 例术前 0.5 h 肌注曲马多用于局麻下行 PKP 术的超前镇痛效果。

## 1 资料与方法

### 1.1 病例选择

纳入标准: 胸腰段新发单节段压缩骨折, 病程(发病至手术当日的时间)≤2 周; 腰背部视觉模拟

评分(visual analogue scale, VAS)≥4 分; 无神经系统症状; 年龄≥55 岁; 骨密度 T 值<-2.5 SD 或者轻微外伤或无明显外伤导致的脆性骨折; 均采用双侧经椎弓根入路 PKP 治疗。排除标准: 伴有精神疾患, 存在阿片类药物成瘾史或耐药史; 心肌梗死或心功能不全; 严重肝肾功能不全; 严重呼吸功能不全; 陈旧性 OVCFs; 肿瘤病理性骨折。

### 1.2 临床资料

本研究共纳入胸腰段新发单节段 OVCFs 行 PKP 患者 118 例, 其中男 50 例, 女 68 例; 年龄 55~80 岁; 身体质量指数(body mass index, BMI): 观察组(22.36±1.74) kg·m<sup>-2</sup>, 对照组(22.72±1.72) kg·m<sup>-2</sup>。骨折原因: 外伤 59 例, 无外伤 59 例。骨折节段: T<sub>11</sub> 33 例, T<sub>12</sub> 23 例, L<sub>1</sub> 35 例, L<sub>2</sub> 27 例。根据美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologist, ASA)分级为 I-II 级。合并症: 高血压 21 例, 冠心病 6 例, 糖尿病 6 例, 慢性阻塞性肺疾病(慢阻肺) 13 例。两组性别、年龄、BMI、合并症、致伤原因、骨折节段、病程等比较, 差异无统计学意义( $P>0.05$ ), 具有可比性, 见表 1。本研究获宁波市第六医院医学伦理委员会批准(批号: 甬六医伦审 2022 论第 147 号)。

### 1.3 治疗方法

术前常规宣教, 术前 0.5 h 观察组肌肉注射曲马多 100 mg, 对照组肌肉注射等量生理盐水。术中患者取俯卧位, 在 C 形臂 X 线机下确定伤椎双侧椎弓根体表定位, 消毒铺单, 用 1% 的利多卡因 20 ml 局部麻醉皮肤至关节突关节周围组织, 依次切开皮肤 0.4 cm, 采用经双侧椎弓根入路, 穿刺针穿入, 调整进针点及角度, C 形臂 X 线机透视显示穿刺针尖固定

表 1 两组骨质疏松性椎体压缩骨折患者术前一般资料比较

Tab.1 Comparison of preoperative clinical data between two groups of patients with osteoporotic vertebral compression fractures

组别	例数	性别/例		年龄( $\bar{x}\pm s$ ) /岁	BMI( $\bar{x}\pm s$ )/ (kg·m <sup>-2</sup> )	合并症/例				致伤原因/例		骨折节段/例				病程 ( $\bar{x}\pm s$ )/d
		男	女			高血压	冠心病	糖尿病	慢阻肺	外伤	无外伤	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	
观察组	59	26	33	67.69±4.75	22.36±1.74	12	4	3	5	30	29	14	12	18	15	7.83±3.52
对照组	59	24	35	68.00±4.43	22.72±1.72	9	2	3	8	29	30	19	11	17	12	7.17±1.07
检验值		$\chi^2=-0.736$		$t=0.234$	$t=0.026$	$\chi^2=-1.02$	$\chi^2=0$	$\chi^2=-0.658$	$\chi^2=-1.164$	$\chi^2=-1.467$		$\chi^2=-1.026$				$t=-0.059$
P 值		0.462		0.629	0.871	0.308	1	0.510	0.244	0.142		0.305				0.953

在伤椎椎弓根外上缘,实时监测下继续进针。穿刺针经椎弓根达椎体后 1/3 时,拔出针芯,插入圆头导针,拔出穿刺套管。沿导针插入工作套筒达椎体后 1/3,拔出导针及套筒内芯,手钻扩大骨道,双侧置入球囊,球囊注入造影剂 3~5 ml 或球囊系统压力不超过 15 个大气压(1 516.9 kPa),连续透视保证球囊位于椎体内。搅拌骨水泥,退出减压后球囊,连续 C 形臂 X 线机透视监控下,沿工作套筒注入拉丝期骨水泥。确认骨水泥填充良好无渗漏后,拔出工作套筒,术毕包扎。术后卧床 2 h 后下地功能锻炼,常规予阿仑膦酸钠或者唑来膦酸、钙片等抗骨质疏松治疗,定期随访。

### 1.4 观察项目与方法

记录两组手术时间、术中出血;采用 VAS 评估记录两组术前(T0)、术中穿刺(T1)、放置工作套管(T2)、球囊扩张(T3)、骨水泥注入椎体(T4)、术后 2 h(T5)、出院时(T6)的疼痛评分;观察并记录患者头晕、恶心、呕吐等不良反应例数;出院时采用问卷形式记录患者如果再次骨折,对 PKP 手术的接受度,分为接受、不接受。

### 1.5 统计学处理

采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。先采用 Kolmogorov-Smimov 法对定量资料进行正态性检验,符合正态分布的定量资料以均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验,组内不同时间点比较采用配对样本 *t* 检验。定性资料用例表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

118 例全部顺利完成手术,术中未使用静脉镇静镇痛药物,均未发生脊髓、神经、血管损伤等并发症,术后 1 d 出院。

两组手术时间及术中出血量比较,差异无统计

学意义( $P>0.05$ );两组术前(T0)VAS 比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ );观察组 T1、T2、T3、T4、T5 时的 VAS 较对照组降低( $P<0.05$ ),而 T6 时的 VAS 比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ );两组 T6 时的 VAS 较 T0 降低( $P<0.05$ )。见表 2。

观察组 10 例发生不良反应(头晕 4 例、恶心 5 例、呕吐 1 例),对照组 5 例(头晕 2 例、恶心 3 例),两组比较差异无统计学意义( $\chi^2=1.909, P=0.167$ )。接受对再发骨折行 PKP 的患者观察组 50 例,对照组 38 例,两组比较差异有统计学意义( $\chi^2=6.436, P=0.011$ )。

## 3 讨论

### 3.1 PKP 术中疼痛原因分析

PKP 术是一种安全有效的微创手术<sup>[1-2]</sup>。由于局部麻醉起效快、准确、成本效益高,是在 PKP 术中被广泛应用的一种麻醉方式。然而,在采用局麻手术过程中,尤其在穿刺、放置工作套管、球囊插入、扩张和骨水泥注射时,多数患者经历了剧烈的疼痛,甚至有些患者不能耐受手术,术中追加静脉镇静镇痛药物等。文献<sup>[20]</sup>报道经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)术中有 39% 的患者认为术中疼痛比较剧烈, VAS 高达 7.3 分。而 PKP 与 PVP 相比,术中增加了球囊的放置和扩张过程,患者术中感受剧烈疼痛的比例可能>39%。疼痛的主要原因可能是麻醉剂仅浸润软组织而未浸润骨组织,当椎体的压力变化时,可能因刺激椎体中局部窦神经分支末梢,导致患者遭受严重的疼痛<sup>[8,21-22]</sup>。研究<sup>[20]</sup>发现患者术中感知的疼痛和外科医生认为患者感知的疼痛之间存在差异,通过 VAS 量化局麻 PVP 术中主观感知疼痛评分与外科医生认为患者感知的疼痛评分对比发现,患者主观感知的疼痛 VAS 为 5.7 分,其中 39% 的患者表示利多卡因浸润不足以减轻术中疼痛, VAS 为 7.3 分;而外科医生认为患者的 VAS 平均值

表 2 两组骨质疏松性椎体压缩骨折患者手术时间、术中出血量及不同时间段的 VAS 比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.2 Comparison of operation time, intraoperative blood loss and VAS at different stages between two groups of patients with osteoporotic vertebral compression fractures( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	手术时间/ min	术中出血/ ml	VAS/分						
				T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6
观察组	59	28.310±	12.458±	6.373±	5.390±	5.915±	4.153±	3.475±	2.271±	1.034±
		1.972	0.461	1.897*	1.762	1.561	1.761	2.018	1.364	1.228 <sup>▲</sup>
对照组	59	27.119±	12.119±	6.508±	6.763±	8.068±	7.085±	5.322±	3.169±	1.119±
		2.177	1.283	1.758 <sup>●</sup>	1.286	1.229	1.882	1.228	0.992	0.337 <sup>■</sup>
<i>t</i> 值		-0.976	-0.534	-0.402	-5.227	-8.218	-8.577	-7.411	-5.083	-0.655
<i>P</i> 值		0.329	0.593	0.593	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.506

注:T0 为术前,T1 为术中穿刺时,T2 为放置工作套管时,T3 为球囊扩张时,T4 为骨水泥注入椎体时,T5 为术后 2 h,T6 为出院时。\*与<sup>▲</sup>比较, $t=-0.468, P=0.000$ ;●与<sup>■</sup>比较, $t=-0.778, P=0.000$

只有 3.3 分。

### 3.2 PKP 术中镇痛方案

近年来,随着多模式镇痛与超前镇痛理念的倡导,许多学者开始研究 PKP 术中疼痛的控制方案。有学者<sup>[9-10]</sup>通过椎体松质骨内注射利多卡因浸润麻醉减轻术中疼痛,获得了良好的临床效果,但椎体内麻醉药注射速度或者剂量不当,可能导致过量的麻醉药通过椎体血管传播到整个身体,造成全身麻醉,导致短暂性截瘫,甚至呼吸抑制或死亡<sup>[12-13]</sup>。研究<sup>[23]</sup>发现 PKP 穿刺和放置工作套管时引起的疼痛比球囊放置、撑开与骨水泥注射时引起的疼痛更为严重。椎体内注射麻醉药是发生在穿刺和放置工作套管之后,不能很好改善因穿刺和放置工作套管时带来的严重疼痛。也有学者<sup>[4]</sup>使用右美托咪定监测麻醉可以提供良好的术中镇静和镇痛,避免了全身麻醉的并发症,具有局部麻醉情况下患者时时评估术中神经损伤的优点。但是,右美托咪定在发挥镇静的同时也可以通过中枢和外周交感作用引起心动过缓和低血压,对患者造成不良后果<sup>[14-15]</sup>。

而超前镇痛<sup>[16-18]</sup>可以在组织损伤发生前达到阻断伤害刺激向中枢传递以及抑制中枢神经元的过度兴奋,减弱术中疼痛及预防术后疼痛的作用。曲马多<sup>[24]</sup>是应用较多的中枢性镇痛药,通过抑制神经元突触对 5-羟色胺(5-hydroxy tryptamine, 5-HT)和去甲肾上腺素(norepinephrine, NE)的再摄取,促进其释放,使中枢 NE 和 5-HT 的浓度增加,从而降低中枢兴奋性,抑制伤害性信息的传递,较好地减轻术中及术后的疼痛,达到超前镇痛的效果,而且具有对呼吸和循环系统影响较小的优点。故本研究选用曲马多针作为超前镇痛药物,探讨了超前镇痛用于胸腰段单节段 OVCFs 在局麻下行 PKP 术中的效果。结果发现术前 0.5 h 肌肉注射曲马多 100 mg 可有效减轻手术期间的疼痛,虽然观察组在 T1、T2、T3 时 VAS>4 分,但与对照组比较明显降低( $P<0.05$ )。观察组 T5 时的 VAS 也低于对照组 ( $P<0.05$ )。两组在 T6 时 VAS 比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。这可能与曲马多的消除半衰期<sup>[25]</sup>约为(5.01±0.08) h 大于 PKP 术中时间有关,出院时曲马多超前镇痛作用基本完全消失。

本研究还发现两组手术时间及出血量比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。可能原因如下:首先,手术医生对 PKP 技术操作熟练;其次,由于患者在局部麻醉时是清醒的,手术医生在 PKP 的整个手术过程中通过不断和患者交流、解释每一步操作,并告知手术操作可能引起的疼痛程度及持续时间,从而使患者提前做好心理准备,帮助患者在最佳舒适条件

下处理手术负面因素,更好地配合完成手术。也有文献<sup>[26-27]</sup>报道局麻手术时与患者良好的沟通与交流,可以使他们放松和自信,可以提高手术满意度。故术中患者的心理活动可能对单纯探讨曲马多超前镇痛作用的结果造成一定影响。

### 3.3 本研究不足与展望

本研究局限性在于病例数量少,且为单中心研究,可能导致结果的偏差,需要进行大规模多中心研究,以确定曲马多针超前镇痛方法的良好效果和不良反应发生率。此外,操作者术中与患者的交流过程中对患者心理活动的影响或者由于患者的文化程度、语言沟通障碍以及对麻醉药物的敏感程度等差异,均可能对试验结果产生影响。因此,需进一步完善设计方案,多中心和长期的后续研究,减小试验结果偏倚。

#### 参考文献

- [1] WANG H, SRIBASTAV S S, YE F B, et al. Comparison of percutaneous vertebroplasty and balloon kyphoplasty for the treatment of single level vertebral compression fractures; a meta-analysis of the literature[J]. Pain Physician, 2015, 18(3): 209-222.
- [2] KONG L D, WANG P, WANG L F, et al. Comparison of vertebroplasty and kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures with intravertebral clefts[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2014, 24(Suppl 1): S201-S208.
- [3] LIU J, WANG L, CHAI M, et al. Analysis of anesthesia methods in percutaneous kyphoplasty for treatment of vertebral compression fractures[J]. J Healthc Eng, 2020, 2020: 3965961.
- [4] GE C Y, WU X C, GAO Z J, et al. Comparison of different anesthesia modalities during percutaneous kyphoplasty of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 11102.
- [5] BALKARLI H, DEMIRTAS H, KILIC M, et al. Treatment of osteoporotic vertebral compression fractures with percutaneous vertebroplasty under local anesthesia; clinical and radiological results [J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(9): 16287-16293.
- [6] KIM B H, KANG H Y, CHOI E Y. Effects of handholding and providing information on anxiety in patients undergoing percutaneous vertebroplasty[J]. J Clin Nurs, 2015, 24(23/24): 3459-3468.
- [7] NICHOLS R H, BLINN J A, HO T M, et al. Respiratory volume monitoring reduces hypoventilation and apnea in subjects undergoing procedural sedation[J]. Respir Care, 2018, 63(4): 448-454.
- [8] YOGANANDAN N, LARSON S J, PINTAR F A, et al. Intravertebral pressure changes caused by spinal microtrauma[J]. Neurosurgery, 1994, 35(3): 415-421.
- [9] SESAY M, DOUSSET V, LIGUORO D, et al. Intraosseous lidocaine provides effective analgesia for percutaneous vertebroplasty of osteoporotic fractures[J]. J Can D' anesthésie, 2002, 49(2): 137-143.
- [10] BAO L S, WU W, WANG X, et al. Clinical observation of intraosseous anesthesia in percutaneous kyphoplasty[J]. J Healthc Eng, 2021, 2021: 5528073.
- [11] DAURI M, CONIGLIONE F, FARIA S, et al. Continuous i.v. infusion of remifentanyl and intraosseous lidocaine provide better analgesia than intraosseous lidocaine alone in percutaneous vertebro-

- plasty of osteoporotic fractures[J]. *Br J Anaesth*, 2009, 103(6): 901-902.
- [12] 王松, 康建平, 王清. 局麻下胸椎经皮椎体后凸成形术致脊髓麻醉 1 例报道[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(12): 1131-1132.
- WANG S, KANG J P, WANG Q. Spinal cord anesthesia after percutaneous kyphoplasty: a case report[J]. *Chin J Spine Spinal Cord*, 2012, 22(12): 1131-1132. Chinese
- [13] APAN A, CUVAS APAN Ö, KÖSE E A. Segmental epidural anesthesia for percutaneous kyphoplasty: comparison with general anesthesia[J]. *Turk J Med Sci*, 2016, 46(6): 1801-1807.
- [14] LIU X T, LI Y Q, KANG L, et al. Recent advances in the clinical value and potential of dexmedetomidine[J]. *J Inflamm Res*, 2021, 14: 7507-7527.
- [15] CAROLLO D S, NOSSAMAN B D, RAMADHYANI U. Dexmedetomidine: a review of clinical applications[J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2008, 21(4): 457-461.
- [16] ZHANG L K, LI Q, QUAN R F, et al. Is preemptive analgesia a good choice for postoperative pain relief in lumbar spine surgeries? : a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(13): e25319.
- [17] REN Z W, TAHIR E, ZHANG B B, et al. Efficacy of intraoperative sedation combined with preemptive analgesia for single - level kyphoplasty under local anesthesia: a randomized clinical trial[J]. *J Orthop Sci*, 2022, 27(6): 1215-1221.
- [18] NAKASHIMA D, MORI E, TAKEDA T, et al. Preemptive analgesia for endoscopic sinus surgery: a retrospective study[J]. *Rhinology*, 2021, 59(4): 398-401.
- [19] SCOTT L J, PERRY C M. Tramadol: a review of its use in perioperative pain[J]. *Drugs*, 2000, 60(1): 139-176.
- [20] VENMANS A, KLAZEN C A, LOHLE P N, et al. Percutaneous vertebroplasty and procedural pain[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2010, 31(5): 830-831.
- [21] ANTONACCI M D, MODY D R, HEGGENESS M H. Innervation of the human vertebral body: a histologic study[J]. *J Spinal Disord*, 1998, 11(6): 526-531.
- [22] BAILEY J F, LIEBENBERG E, DEGMETICH S, et al. Innervation patterns of PGP 9.5-positive nerve fibers within the human lumbar vertebra[J]. *J Anat*, 2011, 218(3): 263-270.
- [23] CHANDLER G, DALLEY G, HEMMER J Jr, et al. Gray ramus communicans nerve block: novel treatment approach for painful osteoporotic vertebral compression fracture[J]. *South Med J*, 2001, 94(4): 387-393.
- [24] LEWIS K S, HAN N H. Tramadol: a new centrally acting analgesic[J]. *Am J Health Syst Pharm*, 1997, 54(6): 643-652.
- [25] MOHAMMADREZA S, AZIM H, FOROUGH G. Preincisional analgesia with subcutaneous administration of tramadol reduces postoperative pain in patients after open urologic surgeries: a randomized, double-blind, placebo-controlled study[J]. *Pakistan J Med Sci*, 2012, 28(2): 267-272.
- [26] SCHWENKLENKS M, GERBERSHAGEN H J, TAYLOR R S, et al. Correlates of satisfaction with pain treatment in the acute postoperative period: results from the international PAIN OUT registry[J]. *Pain*, 2014, 155(7): 1401-1411.
- [27] BONNARD E, FOTI P, KASTLER A, et al. Percutaneous vertebroplasty under local anaesthesia: feasibility regarding patients' experience[J]. *Eur Radiol*, 2017, 27(4): 1512-1516.

(收稿日期: 2023-01-31 本文编辑: 王宏)