

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2018.32.013

胸腰椎骨质疏松骨折时间与 PVP 术后临床疗效相关性的研究*

钟远鸣¹, 张翼升², 李智斐^{1△}, 梁梓扬², 李嘉琅², 陈震²

(1. 广西中医药大学第一附属医院骨科, 南宁 530023; 2. 广西中医药大学研究生院, 南宁 530001)

[摘要] **目的** 探讨胸腰段椎体骨质疏松骨折时间与经皮椎体成形术(PVP)治疗后临床疗效的相关性。**方法** 选择 2014 年 1 月至 2015 年 10 月广西中医药大学第一附属医院收治的胸腰椎骨质疏松单椎体骨折并接受 PVP 手术的患者 500 例,按骨折时间分为急性组(<3 周)、亚急性组(3~6 周)、陈旧性组(>6 周)。分别对各组患者的年龄、性别、骨密度、术中骨水泥注射量、骨水泥弥散情况、骨水泥渗漏情况、术前后视觉模拟评分(VAS)、日本骨科协会腰痛评分(JOA)、椎体高度比、Cobb 角变化和末期随访再次骨折情况进行统计学分析。**结果** 3 组患者均顺利完成手术治疗,3 组患者性别、年龄、骨密度、术中骨水泥注射量及术中骨水泥渗漏比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);3 组间骨水泥弥散情况、骨折再发生比较差异有统计学意义($P<0.05$)。与术前比较,3 组患者术后伤椎高度比、Cobb 角均明显改善($P<0.05$),但 3 组患者组间比较差异无统计学意义($P>0.05$);3 组患者术后 VAS、JOA 较术前明显改善($P<0.05$),且急性组术后 3 d 及末期随访时优于陈旧组($P<0.05$)。**结论** 胸腰椎骨质疏松骨折时间与 PVP 术后疗效具有相关性,且术后疗效随着骨折时间的延长而降低。

[关键词] 骨质疏松骨折;骨折时间;椎体成形术;相关性

[中图分类号] R683.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2018)32-4134-05

Correlation between thoracolumbar osteoporotic fracture time and clinical outcome after PVP surgery*

ZHONG Yuanming¹, ZHANG Yisheng², LI Zhifei^{1△}, LIANG Ziyang², LI Jialang², CHEN Zhen²

(1. Department of Orthopedics, the First Affiliated Hospital of Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning, Guangxi 530023, China; 2. Graduate School, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning, Guangxi 530001, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the correlation between thoracolumbar vertebral osteoporotic fracture time and clinical efficacy after percutaneous vertebroplasty (PVP) surgery. **Methods** A total of 500 patients with thoracolumbar vertebral osteoporosis vertebral fractures treated from January 2014 to October 2015 were divided into the acute group (<3 weeks), the subacute group (3—6 weeks) and the chronic group (>6 weeks). The age, gender, bone mineral density, intraoperative cement injection, bone cement dispersion, bone cement leakage, VAS score, JOA score, vertebral height ratio, changes of Cobb angle and the degree of fracture in the last follow-up were statistically analyzed. **Results** All patients underwent surgical treatment successfully. There was no significant difference in gender, age, bone mineral density, intraoperative bone cement injection and intraoperative leakage of cement among the three groups ($P>0.05$); diffusion of bone cement and the recurrence of fractures were significantly different ($P<0.05$). Compared with preoperative, postoperative vertebral height ratio and Cobb angle improved ($P<0.05$), but there was no significant difference among the three groups ($P>0.05$); VAS and JOA scores improved after surgery ($P<0.05$), and the scores of three days after surgery and the end of follow-up in the acute group were better than those of the chronic group ($P<0.05$). **Conclusion** Osteoporotic fracture time is correlated with PVP surgery, and the curative effect decreased with the prolongation of fracture time.

[Key words] osteoporotic fracture; fracture time; vertebroplasty; correlation

随着社会的发展,老年化的到来,骨质疏松症(osteoporosis, OP)已成为人们密切关注的健康问题,严重地影响着老人们的生活质量^[1],骨质疏松性椎体压缩性骨折(osteoporotic vertebral compression frac-

tures, OVCF)是 OP 最常见的并发症,绝对长期卧床是传统保守治疗的重要手段。但是,卧床时间过长,加速了骨质疏松的程度,不仅影响治疗的效果,更是给椎体的再骨折提高了风险,并且严重影响着患者的

* 基金项目:国家自然科学基金资助项目(81760874)。 作者简介:钟远鸣(1963—),主任医师,硕士,主要从事脊髓疾病的诊治研究。

△ 通信作者, E-mail: 996913937@qq.com。

生活质量。随着医疗水平的提高,微创技术的发展,经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty,PVP)已成为治疗 OVCF 的有效微创技术,它具有可靠的止痛效果^[2],良好的恢复椎体高度和纠正椎体的骨折畸形,提高脊柱的稳定性,疗效非常明显^[3]。但是,PVP 术后疗效不一,本课题组前期通过大量的临床研究表明,骨密度值和骨水泥弥散情况是影响 PVP 术后疗效和再骨折的重要因素^[4-5],然而,骨折时间对 PVP 术后疗效的影响还存在很大争议,本研究通过临床观察发现胸腰椎骨质疏松骨折时间与 PVP 术后临床疗效具有负相关性,现报道如下。

1 资料与方法

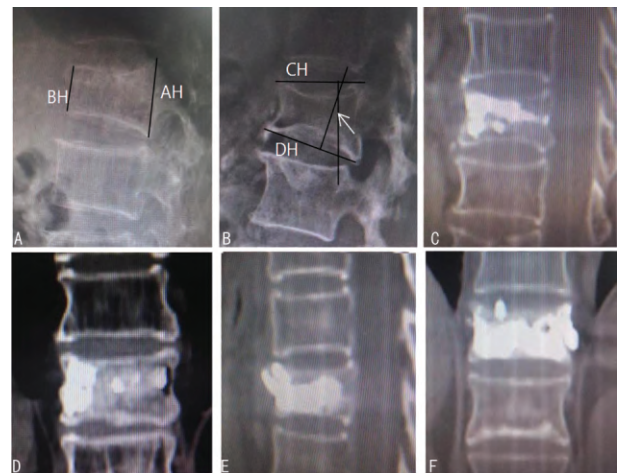
1.1 一般资料 选择 2014 年 1 月至 2015 年 10 月广西中医药大学第一附属医院就诊的胸腰椎单椎体 OVCF 并接受 PVP 手术的患者 500 例,其中胸椎 214 例,腰椎 286 例。纳入标准:(1)胸腰椎单椎体 OVCF 并且接受 PVP 手术治疗的患者;(2)术前、术后的影像学资料无丢失的患者;(3)随访时间大于或等于 14 个月。排除标准:(1)多节段胸腰椎 OVCF 且接受 PVP 手术治疗的患者;(2)胸腰椎结核、肿瘤接受 PVP 手术治疗的患者;(3)对骨水泥过敏的患者;(4)既往有生活自理障碍或要严重的心肺疾病等其他脏器损害不可耐受手术的患者。按病程将 500 例患者分为 3 组:急性组(<3 周)257 例,其中胸椎 105 例,腰椎 152 例;男 92 例,女 165 例;平均年龄(72.08±5.68)岁。亚急性组(3~6 周)165 例,其中胸椎 73 例,腰椎 93 例;男 68 例,女 97 例;平均年龄(71.33±7.39)岁。陈旧性组(>6 周)78 例,胸椎 26 例,腰椎 52 例;男 27 例,女 52 例,平均年龄(71.54±5.82)岁。3 组患者性别、年龄等比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。

1.2 方法

1.2.1 手术方法 患者俯卧过伸位,C 臂机透视定位并标记受累椎体椎弓根体表投影的位置,常规消毒铺巾,局部麻醉,在透视下将带芯穿刺针经双侧椎弓根穿刺至骨折椎体后 1/3 处,抽出针芯,置入导针,拔出穿刺针,沿导针按序置入空工作套管,将工作套管至骨折椎体距前缘 1 cm 处时将内芯拔出,保留工作套管,调试好适量骨水泥,并将骨水泥装入骨水泥助推器中,待骨水泥拉丝期时在透视下注入骨折椎体中,待骨水泥完全凝固后,拔出工作套管。

1.2.2 观察指标 (1)统一记录患者的基本资料,即年龄、性别、骨密度;术中记录骨水泥注射量、骨水泥渗漏。(2)术前、术后 3 d 及末期随访采用视觉模拟评分(VAS)、日本骨科协会腰痛评分(JOA),以及压缩椎体高度比(压缩椎体前缘与椎体后缘高度之比,BH/AH,图 1A)和 Cobb 角变化(受压椎体上缘和下缘做平行线的垂线所呈角的变化,CH 与 DH 的垂线形成的夹角,图 1B)。(3)骨水泥弥散情况,术后 CT

矢状位显示骨水泥弥散未达到骨折线所在区域,或骨水泥弥散已达到骨折线所在区域,但 CT 冠状面上示骨水泥弥散未达到骨折所在区域 1/2 表示骨水泥弥散不佳(图 1C、D),若术后 CT 矢状位显示骨水泥弥散已达到骨折线所在区域,同时 CT 冠状面上显示骨水泥弥散已达到骨折所在区域 1/2 表示弥散度良好(图 1E、F)。并记录末期随访椎体再次骨折情况。



A: 伤椎高度比;B: 箭头所指为局部 Cobb 角;C、D: 骨水泥弥散不佳;E、F: 骨水泥弥散良好

图 1 椎体高度和 Cobb 角测量及骨水泥弥散图

1.3 统计学处理 数据采用 SPSS22.0 统计软件进行分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组间比较用单因素检验,两组间比较用独立样本 t 检验,组内比较用配对样本 t 检验,计数资料以率表示,组间比较采用 χ^2 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组患者骨密度值及术中骨水泥注射量比较 3 组患者均顺利完成手术治疗,其中有 37 例患者出现骨水泥的渗漏,但均无明显的症状、体征,对预后不产生影响,术后均无感染、肺栓塞、静脉血栓、褥疮的并发症。随访时间 14~26 个月,平均(21.54±3.64)个月。3 组患者骨密度值、骨水泥注射量比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

2.2 3 组患者 VAS 及 JOA 比较 术前 3 组患者术前 VAS 及 JOA 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。与术前比较,3 组患者 VAS 及 JOA 术后 3 d、末期随访时均明显改善($P<0.05$);且急性组患者术后 3 d、末期随时 VAS 及 JOA 改善优于陈旧组($P<0.05$),急性组与亚急性组比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

2.3 3 组患者伤椎椎体高度比及 Cobb 角比较 术前 3 组患者伤椎椎体高度比及 Cobb 角比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。与术前比较,3 组患者伤椎椎体高度比及 Cobb 角均明显改善($P<0.05$);术后 3 d 两指标 3 组患者间比较,差异无统计学意义($P>0.05$);末期随访时,急性组与陈旧性组比较差异有统

表 1 3 组患者骨密度及术中骨水泥注射量比较($\bar{x}\pm s$)

项目	急性组($n=257$)	亚急性组($n=165$)	陈旧性组($n=78$)	F	P
骨密度(mg/cm^3)	44.06 \pm 8.95	43.59 \pm 9.44	43.99 \pm 9.10	0.138	0.871
骨水泥(mL)	5.58 \pm 0.50	5.52 \pm 0.54	5.45 \pm 0.51	2.192	0.113

表 2 3 组患者 VAS 与 JOA 比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	VAS			JOA		
		术前	术后 3 d	末期随访	术前	术后 3 d	末期随访
急性组	257	7.36 \pm 0.44	2.58 \pm 0.58 ^{ab}	1.14 \pm 0.21 ^{ab}	12.31 \pm 1.09	20.72 \pm 1.37 ^{ab}	22.79 \pm 1.05 ^{ab}
亚急性组	165	7.34 \pm 0.45	2.61 \pm 0.58 ^a	1.17 \pm 0.21 ^a	12.20 \pm 1.07	20.58 \pm 1.36 ^a	22.72 \pm 1.02 ^a
陈旧性组	78	7.27 \pm 0.44	2.73 \pm 0.52 ^a	1.20 \pm 0.20 ^a	12.41 \pm 1.20	20.36 \pm 1.28 ^a	22.53 \pm 1.02 ^a

^a: $P<0.05$,与术前比较;^b: $P<0.05$,与陈旧性组比较

表 3 3 组患者伤椎椎体高度比局部 Cobb 角比较($\bar{x}\pm s$)

组别	n	伤椎椎体高度比			局部 Cobb 角		
		术前	术后 3 d	末期随访	术前	术后 3 d	末期随访
急性组	257	0.63 \pm 0.11	0.86 \pm 0.05 ^a	0.86 \pm 0.05 ^a	18.24 \pm 1.77	6.88 \pm 1.10 ^a	6.91 \pm 1.09 ^{ab}
亚急性组	165	0.62 \pm 0.10	0.87 \pm 0.04 ^a	0.87 \pm 0.05 ^a	18.36 \pm 1.70	6.90 \pm 1.05 ^a	6.94 \pm 1.07 ^a
陈旧性组	78	0.62 \pm 0.11	0.88 \pm 0.04 ^a	0.86 \pm 0.04 ^a	18.63 \pm 1.51	7.10 \pm 1.01 ^a	7.19 \pm 1.01 ^{bc}

^a: $P<0.05$,与术前比较;^b: $P<0.05$,与陈旧性组比较;^c: $P<0.05$,与同组术后 3 d 比较

统计学意义($P<0.05$),急性组与亚急性组比较差异无统计学意义($P>0.05$);陈旧性组 Cobb 角末期随访与术后 3 d 比较,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 3。

2.4 3 组患者骨水泥渗漏、弥散及再骨折发生比较

3 组患者间骨水泥渗漏比较,差异无统计学意义($P>0.05$);3 组患者间骨水泥弥散情况比较,差异有统计学意义($P<0.05$),亚急性组与急性组比较差异无统计学意义($P>0.05$),陈旧性组与急性组比较差异有统计学意义($P<0.05$);3 组患者间再骨折发生比较差异有统计学意义($P<0.05$),陈旧性组与急性组、亚急性组比较差异有统计意义($P<0.05$),见表 4。

表 4 3 组患者弥散度、骨水泥渗漏及再骨折比较[n(%)]

组别	n	弥散度不佳	骨水泥渗漏	再发骨折
急性组	257	75(29.18) ^a	20(7.78)	22(8.56) ^a
亚急性组	165	56(33.94) ^a	12(7.27)	13(7.88) ^a
陈旧性组	78	35(44.87)	5(6.41)	14(17.95)

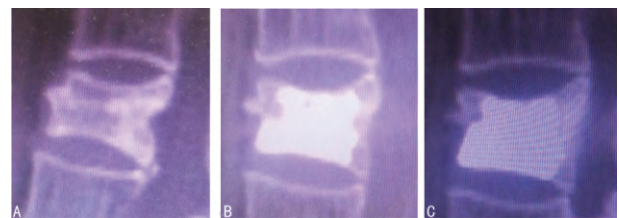
^a: $P<0.05$,与陈旧性组比较

2.5 再发骨折相关临床特征分布 将是否再发骨折病例单独分析显示,两组患者间年龄、骨密度值和骨水泥弥散度比较,差异有统计学意义($P<0.05$);性别、术中骨水泥注射量和骨水泥渗漏比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 5。

2.6 典型病例 OVCF 患者行 PVP 治疗前后影像学检查,见图 2。

表 5 再发骨折病例单独分析

项目	再发骨折组 ($n=49$)	无再发骨折组 ($n=451$)	χ^2/t	P
性别[男/女,(n/n)]	18(36.73)	169(37.47)	0.010	0.919
弥散度不佳[n(%)]	34(69.39)	132(29.27)	32.077	0.000
骨水泥渗漏[n(%)]	3(6.12)	34(7.54)	0.129	0.719
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	77.43 \pm 5.62	71.77 \pm 6.23	6.098	0.000
骨密度值($\bar{x}\pm s$, mg/cm^3)	40.88 \pm 8.24	43.92 \pm 9.13	-2.234	0.026
骨水泥量($\bar{x}\pm s$, mL)	5.64 \pm 0.50	5.53 \pm 0.52	1.558	0.125



A:术前;B:术后 3 d;C:末期随访

图 2 典型患者 PVP 治疗前后 CT 矢状面

3 讨 论

近年来,OVCF 已成为脊柱疾病中的常见病、多发病之一,成为降低老人生活质量的重要因素。在传统的开放手术中,常常选择前路或后路植骨内固定术,但是有学者研究表明,这种传统的开放手术会因骨质疏松的严重程度和较差的身体状况而受到限制^[6]。随着微创技术的不断发展,PVP 技术已成为治疗 OVCF 重要的微创方法和手段。临床上发现,患者就诊时间不一,术后临床疗效也不尽相同,目前对于

手术时间的选择仍存在诸多争议。有研究表明,骨折后行 PVP 治疗的时间与术后疼痛、并发症无明确的关联性^[7];然而,本研究发现,骨折时间与术后疼痛、骨水泥分布和再骨折均有相关性,与徐治平等^[8]学者的研究结论还一致,此结论还有待研究和探讨。

包拥政等^[9]学者应用 KLAZEN 等^[10]的方法将 36 例患者分为急性、亚急性和陈旧性进行统计后发现,随骨折时间的延长骨水泥的弥散率逐渐降低,且两两比较差异均有统计学意义($P < 0.05$)。本研究通过 500 例患者的临床观察发现,陈旧性骨折 PVP 术后骨水泥弥散度不佳患者明显高于急性骨折($P < 0.05$),这可能与各个骨折时间段的椎体内特征和骨水泥的特性有关。骨折急性期时,骨折断端或骨折腔出血和水肿,此阶段无机化组织和肉芽组织的形成,骨水泥能够得到良好的弥散。亚急性期时,血肿开始机化,出现肉芽组织,少量钙盐沉积,此时骨水泥充盈遇到较大的阻力。陈旧性时期,大量钙盐的沉积,肉芽组织的生长,甚至少量断端骨小梁连接,此时骨水泥的充盈受到严重阻碍,因此出现骨水泥弥散不佳和团状骨水泥的情况。同时,椎体内压力的改变也是重要的因素,随着骨折时间的延长,机体会趋向于保持在最稳定状态,而这种最稳定状态下,伤椎内压力也最高,对于骨水泥的流动具有一定的阻碍。在骨水泥特性方面,N'DIAYE 等^[11]通过实验得出骨水泥是一种吸水性物质,并且吸水后体积会产生一定的膨胀,更好地充盈骨折区域,而骨折急性期由于骨折断端的水肿和血肿,所含水量明显要高于陈旧性时期,有助于骨水泥的弥散。同时骨水泥为黏性物质,其流动性有一定的整体性和连带性,当一侧受阻力较大时,势必会影响整个骨水泥的弥散情况。

本研究结果表明,陈旧性组再发骨折所占比例要比急性组和亚急性组高($P < 0.05$),表明随着骨折时间的延长,椎体再发骨折的发生率不断提高,且椎体再发骨折与骨折时间具有相关性,本研究将 49 例再骨折患者单独分析时发现,年龄和骨密度值是椎体再发骨折的重要因素,与 LIN 等^[12]研究结果相似。同时,本研究还发现,骨水泥弥散情况与再发骨折明显相关($P < 0.05$)。由于骨水泥弥散不佳,椎体的稳定性得不到良好的恢复,应力作用不平衡。KWONG 等^[13]通过实验得出,骨水泥在聚合的时候会产生收缩,对 PVP 术后产生不良的影响,骨水泥的收缩,使骨与骨水泥假体之间产生裂缝,这种无菌性裂缝松动对伤椎术后的稳定性有一定的影响。KINZL 等^[14]通过微有限元模型研究发现,骨水泥收缩产生的裂缝对椎体的应力作用改变,裂缝区应力减小,而其他部位则应力增大,从而影响术后伤椎整体的刚性。因此,本研究认为,这种不平衡的应力作用是术后疼痛和再骨折一个重要因素。而 MOVRIN 等^[15]学者则认为

即使不行 PVP 治疗,由于骨质疏松的发展,邻近节段骨折一样会发生,但这种观点未得到强有力的证实,还需后续进一步临床观察。

一直以来,OVCF 的致痛机制饱受争议,有学者认为,其致痛机制主要是椎体内骨小梁微骨折刺激神经末梢和椎体失稳后导致的胸腰背部筋膜损伤^[16]。本研究认为,其疼痛机制与椎体内水肿与局部炎症密切相关,通过观察,骨折急性期疼痛更加明显,且 MRI 成像显示出明显的水肿信号。本研究通过对 500 例患者的观察发现,PVP 术后患者止痛效果不一,虽然 PVP 术后止痛机制尚不明确,目前普遍认为其致痛机制可分为 3 点^[17]:(1)骨水泥对椎体的内固定、椎体的重建和应力学的恢复;(2)骨水泥聚合时产生的热量对疼痛感应器的破坏;(3)骨水泥毒性作用导致神经末梢坏死。本研究发现,OVCF 的时间与 PVP 术后疼痛及功能存在差异,这可能是骨水泥弥散情况、椎体恢复高度、胸腰背部筋脉损伤的程度等多种因素综合产生的结果。

本研究 500 例患者中,有 37 例患者术中出现骨水泥渗漏,3 组患者间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),表明骨水泥渗漏与骨折时间无明显的相关性。本研究骨水泥渗漏率低于 HULME 等^[18]所得出的 9%。其中周围渗漏 33 例,椎管内渗漏 4 例,术中立即停止注射,术后未发现明显症状和体征。本研究认为,降低骨水泥的渗漏率须遵守以下原则:(1)准确把握穿刺位置,如椎体后缘破裂者穿刺针应该尽量靠前,下终板破裂者穿刺针应该靠上,反之亦然;(2)严格把握骨水泥注射时机,应在骨水泥“拉丝期”晚期进行注射,此时骨水泥流动性较低,黏性较高,不易渗漏;(3)严格控制骨水泥注射量,不要一味地追求恢复椎体的高度,过量注射骨水泥导致骨水泥渗漏,应在保证骨水泥不渗漏的情况下,尽量恢复椎体的高度,达到最佳的骨水泥弥散。

综上所述,OVCF 的骨折时间与 PVP 术后疗效密切相关,良好的骨水泥弥散是术后疗效的关键,OVCF 患者应尽早行 PVP 手术治疗,选择合理的手术方式,严格把握骨水泥的弥散,从而提高疗效。

参考文献

- [1] HOLLICK R J, REID D M. Role of bisphosphonates in the management of postmenopausal osteoporosis; an update on recent safety anxieties[J]. Menopause Int, 2011, 17(2):66-72.
- [2] LI C H, CHANG M C, LIU C L, et al. Osteoporotic burst fracture with spinal canal compromise treated with percutaneous vertebroplasty[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2010, 112(8):678-681.
- [3] ITSHAYEK E, MILLER P, BARZILAY Y, et al. Vertebral augmentation in the treatment of vertebral compres-

- sion fractures: review and new insights from recent studies[J]. *J Clin Neurosci*, 2012, 19(6): 786-791.
- [4] 钟远鸣, 付拴虎, 张家立, 等. 骨质疏松脊柱压缩性骨折经皮穿刺椎体成形术后再骨折因素的临床研究[J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21(18): 1829-1832.
- [5] 钟远鸣, 苏之盟, 覃海飏, 等. 椎体成形术骨水泥弥散情况对再发骨折的影响[J]. *重庆医学*, 2016, 45(6): 752-755, 759.
- [6] MA R, CHOW R, SHEN FH. Kummell's disease: delayed post-traumatic osteonecrosis of the vertebral body[J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(7): 1065-1070.
- [7] NIEUWENHUIJSE M J, VAN ERKEL A R, DIJKSTRA P D. Cement leakage in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: identification of risk factors[J]. *Spine J*, 2011, 11(9): 839-848.
- [8] 徐治平, 郑昌坤, 勘武生, 等. 经皮椎体后凸成形术治疗新鲜与陈旧性骨质疏松性椎体压缩性骨折的对比研究[J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21(12): 1258-1260.
- [9] 包拥政, 莫世赞, 胡孔和, 等. 骨折时间对椎体成形术后骨水泥在椎体内弥散的影响[J]. *广东医学*, 2015, 36(6): 890-893.
- [10] KLAZEN C A, LOHLE P N, DE VRIES J, et al. Vertebroplasty versus conservative treatment in acute osteoporotic vertebral compression fractures (Vertos II): an open-label randomised trial[J]. *Lancet*, 2010, 376(9746): 1085-1092.
- [11] N'DIAYE M, PASCARETTI-GRIZON F, MASSIN P, et al. Water absorption of poly(methyl methacrylate) measured by vertical interference microscopy[J]. *Langmuir*, 2012, 28(31): 11609-11614.
- [12] LIN W C, CHENG T T, LEE Y C, et al. New vertebral osteoporotic compression fractures after percutaneous vertebroplasty: retrospective analysis of risk factors[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2008, 19(2): 225-232.
- [13] KWONG F N, POWER. RA; A comparison of the shrinkage of commercial bone cements when mixed under vacuum[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2006, 88(1): 120-122.
- [14] KINZL M, BOGER A, ZYSSET P K, et al. The mechanical behavior of PMMA/bone specimens extracted from augmented vertebrae: a numerical study of interface properties, PMMA shrinkage and trabecular bone damage[J]. *J Biomech*, 2012, 45(8): 1478-1484.
- [15] MOVVIN I, VENGUST R, KOMADINA R. Adjacent vertebral fractures after percutaneous vertebral augmentation of osteoporotic vertebral compression fracture: a comparison of balloon kyphoplasty and vertebroplasty [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2010, 130(9): 1157-1166.
- [16] FRANCIS R M, ASPRAY T J, HIDE G, et al. Back pain in osteoporotic vertebral fractures [J]. *Osteoporos Int*, 2008, 19(7): 895-903.
- [17] FURTADO N, OAKLAND R J, WILCOX R K, et al. A biomechanical investigation of vertebroplasty in osteoporotic compression fractures and in prophylactic vertebral reinforcement [J]. *Spine*, 2007, 32(17): 480-487.
- [18] HULME P A, KREBS J, FERGUSON S J, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of 69 clinical studies [J]. *Spine*, 2006, 31(17): 1983-2001.
- (收稿日期: 2018-03-28 修回日期: 2018-06-10)
-
- (上接第 4133 页)
- et al. A clinical comparison of etomidate-lipuro, propofol and admixture at induction. [J]. *Saudi J Anaesth*, 2011, 5(1): 62-66.
- [5] UZUN S, GÖZÇAĞAN A, CANBAY O, et al. Remifentanyl and etomidate for laryngeal mask airway insertion [J]. *J Int Med Res*, 2007, 35(6): 878-885.
- [6] GULER A, SATILMIS T, AKINCI S B, et al. Magnesium sulfate pretreatment reduces myoclonus after etomidate [J]. *Anesth Analg*, 2005, 101(3): 705-709.
- [7] DU X, ZHOU C, PAN L, et al. Effect of dexmedetomidine in preventing etomidate-induced myoclonus: a meta-analysis [J]. *Drug Des Devel Ther*, 2017(11): 365-370.
- [8] DOENICKE A W, ROIZEN M F, KUGLER J, et al. Reducing myoclonus after etomidate [J]. *Anesthesiology*, 1998, 90(1): 113-119.
- [9] SONDEKOPPAM VR, GANDHI K, BATRA YK. Etomidate induced agitation during intraoperative sedation [J]. *Saudi J Anaesth*, 2012, 6(3): 303-304.
- [10] RAMASWAMY A H, SHAIKH S I. Comparison of dexmedetomidine-propofol versus fentanyl-propofol for insertion of laryngeal mask airway [J]. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 2015, 31(2): 217-220.
- [11] KOO S W, CHO S J, KIM Y K, et al. Small-dose ketamine reduces the pain of propofol injection [J]. *Anesth Analg*, 2006, 103(6): 1444-1447.
- [12] LEE J H, JUNG S Y, KIM M H, et al. The effect of dexmedetomidine on propofol injection pain [J]. *Korean J Anesthesiol*, 2014, 67(Suppl): S30-31.
- [13] KAUSHAL R P, VATAL A, PATHAK R. Effect of etomidate and propofol induction on hemodynamic and endocrine response in patients undergoing coronary artery bypass grafting/mitral valve and aortic valve replacement surgery on cardiopulmonary bypass [J]. *Ann Card Anaesth*, 2015, 18(2): 172-178.
- (收稿日期: 2018-04-22 修回日期: 2018-07-04)