

· 临床研究 ·

骨水泥强化椎体再压缩骨折的相关因素研究

尹自龙 张啓维 王晓滨 薛庆云* 张华倩

北京医院 国家老年医学中心, 北京 100730

中图分类号: R683 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2019) 11-1580-05

摘要: **目的** 分析脊柱球囊扩张后凸成形术(PKP)后骨水泥强化椎体再压缩骨折的相关因素 **方法** 对 2011 年 1 月至 2015 年 12 月在北京医院骨科行 PKP 治疗的骨质疏松压缩骨折(OVCF)患者 131 例,其中 19 例失访,失访率为 14.5%。共纳入 112 例患者,男 35 例,女 77 例,年龄 59~92 岁,平均 70.4±9.2 岁,其中有 5 例患者发生强化椎体再骨折 **结果** 强化椎体再压缩组(RF 组)和强化椎体未再压缩组(NRF 组)比较,RF 组骨水泥量和 NRF 组差异无统计学意义($P>0.05$),RF 组骨水泥量/骨水泥分布体积明显高于 NRF 组($P<0.05$),RF 组椎体恢复高度明显高于 NRF 组($P<0.05$),RF 组强化椎体骨密度值明显低于 NRF 组($P<0.05$),末次随访 VAS 评分 RF 组明显高于 NRF 组($P<0.05$)。 **结论** 骨水泥的注入量对强化椎体再压缩骨折无明显影响,骨水泥量/骨水泥分布体积越低,骨水泥弥散程度越好,与椎体上下终板接触,强化椎体再骨折的发生率更低,压缩骨折椎体高度恢复越高或脊柱椎体骨质疏松症越严重,强化椎体再骨折的发生率越高,发生强化椎体再压缩骨折的患者预后明显更差。

关键词: 强化椎体;椎体再压缩;球囊扩张脊柱后凸成形术;骨水泥

Relevant factors of cement augmented vertebral recompression fracture

YIN Zilong, ZHANG Ziwei, WANG Xiaobin, XUE Qingyun*, ZHANG Huachou

Center of National Senile Medicine, Beijing Hospital, Beijing 100730, China

* Corresponding author; XUE Qingyun, E-mail: xueqingyun163@163.com

Abstract: **Objective** To analyze the related factors of recompression of cement augmented vertebral body after percutaneous kyphoplasty (PKP). **Methods** A total of 131 patients with osteoporotic vertebral compression fracture (OVCF) in the Department of Orthopedics, Beijing Hospital, from January 2011 to December 2015 were treated with PKP. Among those, 19 cases were lost, and the loss rate was 14.5%. A total of 112 cases were included (35 men and 77 women), who were 59-92 years old (70.4±9.2 years old). Among those, 5 patients had refractures in the cement augmented vertebral body. **Results** There was no significant difference in the volume of bone cement between group RF and group NRF ($P>0.05$). The injected volume of bone cement/distributed volume of bone cement in group RF was significantly higher than that in group NRF ($P<0.05$). The increased height of vertebral body in group RF was significantly higher than that in group NRF ($P<0.05$). The bone mineral density in group RF was significantly lower than that in group NRF ($P<0.05$). VAS score in group RF was significantly higher than that in group NRF ($P<0.05$) at the last follow-up. **Conclusion** The volume of bone cement has no obvious effect on refracture of the cement augmented vertebrae, but the more the degree of cement diffusion and contact with the upper and lower endplates of the vertebral body, the lower incidence of refracture of vertebral body. The higher the recovery of vertebral body height and the more severe vertebral osteoporosis are, the higher the incidence of refracture of the vertebral body is. The prognosis of the patients with refractures of cement augmented vertebra is significantly worse.

Key words: augmented vertebra; refracture; kyphoplasty; bone cement

随着脊柱压缩骨折通过 PKP 手术治疗的普及, PKP 术后相关的并发症也越来越多, PKP 术后出现的强化椎体再骨折、椎体塌陷及骨折块压迫脊髓等

是最灾难性的并发症,这种并发症的处理相当的棘手, PKP 术后出现的强化椎体再压缩的相关因素引起部分学者关注,国内研究主要关注为 PKP 术后相邻椎体再骨折,本文通过病例回顾性分析 PKP 术后强化椎体再骨折的病例,进一步完善 PKP 术后

* 通信作者: 薛庆云, Email: xueqingyun163@163.com

强化椎体再骨折的相关因素研究。

1 材料和方法

1.1 分组

入组标准:①轻微暴力导致的脊柱压缩骨折,骨密度检查: $T < -1.0$,诊断为骨质疏松椎体压缩骨折,②手术方式为椎体球囊扩张脊柱后凸成形术。排除标准:①非轻微暴力导致的脊柱骨折,②为肿瘤转移或原发肿瘤导致的病理骨折,③手术方式为椎体成形术,④患者 OVCF 伴有凝血功能障碍或感染性疾病。强化椎体再压缩骨折诊断标准:①PKP 术后疼痛缓解,之后再次出现胸腰疼痛,②患者强化椎体再压缩标准为最后随访脊柱 X 线侧位片显示强化椎体前缘高度相比术后第一次复查 X 线侧位片上的椎体前缘高度下降超过 1 mm,③核磁显示手术椎体信号呈新鲜骨折信号。

1.2 一般资料

2011 年 1 月至 2015 年 12 月在北京医院骨科行 PKP 治疗的 OVCF 患者 131 例,其中 19 例失访,失访率为 14.5%。共纳入 112 例患者,男 35 例,女 77 例,年龄 59~92 岁,平均 70.4 ± 9.2 岁,伤椎总数 123 个,胸椎 45 个,腰椎 78 个,其中双椎体骨折 11 例。全部患者术前均行 X 线、MRI 或者 CT 检查,并行双光能 X 线骨密度检测仪测量腰椎和髋关节骨密度。随访 6~35 个月,平均 20.5 ± 8.8 个月。根据椎体强化术后随访是否有再发骨折分为 RC (recompression) 组(强化椎体再压缩组)5 例和 NRC (non-recompression) 组(强化椎体未再压缩组)107 例。

1.3 治疗方法

患者取俯卧位(患者俯卧在脊柱体位架上或者胸部及双髂骨处垫适当高度软枕。使脊柱呈过伸位以利体位复位),通过 C 型臂 X 线机透视定位骨折椎体,并标记其双侧椎弓根的对应该背部皮肤对应位置,常规消毒铺无菌巾,局部 1%利多卡因浸润麻醉。通过正位透视,将带针芯工作通道置于椎弓根影的外上缘双侧穿刺(通常左侧在 9~10 点钟、右侧在 2~3 点钟位置)。将 C 型臂 X 线机调至侧位,于侧位透视监视下继续沿椎弓根方向钻入,当侧位显示针尖到达椎体后缘时,正位显示针尖应不超过椎弓根投影内侧壁,再加深穿刺针至针尖超过椎体后缘 5 mm,骨钻通过工作通道钻入 2 cm,椎体球囊通过工作通道插入椎体中,注入欧乃派克造影剂撑开

球囊压力至 120~300psi,注入造影剂容量(胸椎注入量为 2.0~3.5 mL,腰椎为 2.5~5.5 mL)。调配骨水泥(聚甲基丙烯酸甲酯),通过骨填充器注入骨水泥至椎体中,在持续 X 线监视下将比造影剂容量更大的骨水泥量推注入椎体内(胸椎注入量为 2.5~4.0 mL,腰椎为 3.0~6.0 mL),当发现骨水泥靠近椎体后壁时即停止骨水泥注入,骨水泥完全固化后拔出骨填充器和工作通道。所有患者首先考虑双侧穿刺,如果术中穿刺时,其中一侧穿刺不理想或者一侧透视显示不清时,可仅用单侧穿刺。对于再发邻近椎体或者跨跃式椎体骨折,以上述同样的方法再次进行治疗。

1.4 观察指标

统计两组患者的年龄、性别、手术前后及末次随访时的 VAS 评分、骨水泥量、骨水泥正位片上的宽和侧位片上的长高,并计算出骨水泥的分布体积、术前骨密度值、骨水泥分布部位。

1.5 统计学处理

通过 SPSS 17.0 进行相关数据分析处理,计数资料采用频数表示,采用卡方检验或 Fisher 确切概率法分析;计量资料采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验,然后将差异有统计学意义的自变量带入 Logistic 回归模型进行多因素分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

PKP 术后骨水泥加强椎体再骨折的发生率为 4.5%。骨水泥量/骨水泥分布体积越大,强化椎体再压缩发生率更高,骨水泥与上下终板接触的椎体再骨折发生率明显低于骨水泥只接触上终板或者下终板的椎体($P < 0.05$)(见图 1)。强化椎体再骨折组(骨密度 T 值 -3.7 ± 0.2)的骨密度值明显低于非强化椎体再骨折组(骨密度 T 值 -3.0 ± 0.4),强化椎体再骨折组(椎体高度恢复 5.2 ± 2.3 mm)的椎体高度恢复值明显高于非强化椎体再骨折组(椎体高度恢复 2.3 ± 1.1 mm),强化椎体再骨折组(骨水泥注入量 3.7 ± 2.4 mL)的骨水泥注入量和非强化椎体再骨折组(骨水泥注入量 4.5 ± 1.9 mL)无明显差别。强化椎体再骨折组(术后 VAS 评分 3.5 ± 0.8 ,末次随访 VAS 评分 3.2 ± 1.3)的疼痛评分明显高于非强化椎体再骨折组(术后 VAS 评分 2.3 ± 1.2 ,末次随访 VAS 评分 2.1 ± 0.9)。见表 1。

表 1 患者的一般资料和观察结果在 RC 组和 NRC 组间的对比

Table 1 Comparison of general data and observations of patients between RC and NRC groups

项目	RC 组	NRC 组
年龄/岁	71.5±5.4	69.8±6.9
性别/男/女	1/4	34/73
骨水泥量/mL	3.7±2.4	4.5±1.9
术前 VAS 评分	6.5±3.4	6.2±2.5
术后 VAS 评分	3.5±0.8	2.3±1.2*
末次随访 VAS 评分	3.2±1.3	2.1±0.9*
强化椎术前骨密度 T 值	-3.7±0.2	-3.0±0.4*
椎体前缘恢复/mm	5.2±2.3	2.3±1.1*
骨水泥量/分布体积	0.4±0.21	0.2±0.41*
上下终板接触/n	1	67*

注:两组间比较,* $P<0.05$ 。

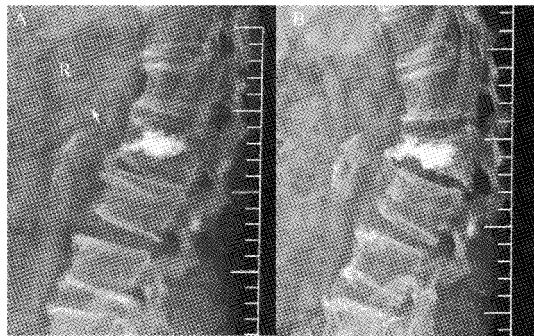


图 1 骨水泥未与椎体下终板接触的强化椎体再骨折

Fig.1 Re-fracture of augmented vertebra without contact between bone cement and inferior vertebral endplate

图 1 显示病人女性,68 岁,骨密度 $T<-2.5$ 。A 为患者 PKP 术后 1 d 的复查腰椎侧位片,B 为患者 2 个月复查时腰椎侧位片,患者 L_1 椎体 PKP 术后骨水泥未与椎体下终板接触,强化的椎体下缘出现再次骨折。

图 2 显示病人女性,68 岁,骨密度 $T<-2.5$ 。患者 T_{11} 椎体骨水泥呈树根样嵌插, T_{12} 椎体骨水泥呈团块状,在术后三个月时出现了骨水泥的移位,椎体再压缩骨折,局部后凸畸形。

3 讨论

椎体球囊扩张脊柱后凸成形术后骨水泥椎体再骨折的发生率为 4.5%,文献中的再骨折率各不相同,从 0%到 60%发生率都有报道,但是本文中的再骨折诊断标准严格,和文献中只有影像学上的椎体再压缩就诊断骨水泥椎体再骨折不同,因此符合诊

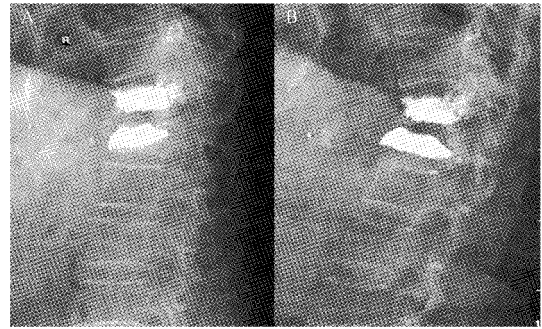


图 2 骨水泥呈团块状的强化椎体再骨折

Fig.2 Re-fracture of augmented vertebra with massive bone cement

断标准的骨水泥椎体再骨折才是我们需要探讨研究的。

3.1 强化椎体再骨折与骨质疏松程度

脊柱球囊扩张后凸成形术后手术椎体再次骨折与骨质疏松严重程度有关。患者骨质疏松严重,骨折椎体在脊柱球囊扩张后凸成形术后椎体强化,但是骨水泥周围骨质仍然有骨质疏松,上下终板皮质骨也较薄。 T 值较低预示强化椎体再骨折发生率高^[1], T 值从 -2.2 到 -2.6 强化椎体再骨折发生率逐渐增高^[2]。因此 PKP 术后应该严格的抗骨质疏松治疗,高代谢性骨质疏松症患者尤其适合唑来膦酸等药物治疗^[3]。低代谢性骨质疏松伴椎体压缩骨折的患者通过甲状旁腺素能够获得满意的治疗效果^[4]。

3.2 强化椎体再骨折和骨折特点的关系

骨折椎体裂隙或椎体内真空征都是强化椎体再骨折的危险因素^[5-8],本文研究中骨水泥与上下终板接触能明显减少强化椎体的再骨折^[9],而椎体内裂隙或者真空征的病例,在注入骨水泥时,骨水泥会进入椎体裂隙内,往往骨水泥呈团块状(见图 2),也不能在骨质中形成树根样嵌插骨水泥,树根样嵌插式骨水泥能够维持正常的椎体力量传导,团块状骨水泥不能正常传导椎体的力量。骨坏死或者假关节形成的椎体压缩骨折病例中经常出现椎体裂隙或真空征,也是强化椎体再骨折的原因,椎体骨坏死后骨折是强化椎体再骨折的相关危险因素^[10]。创伤性的椎体压缩骨折则不是强化椎体再骨折的危险因素。因此骨坏死或者假关节形成的椎体压缩骨折可能是椎体球囊扩张脊柱后凸成形术的相对禁忌症。

3.3 强化椎体再骨折和骨水泥注入量、骨水泥弥散、骨水泥分布

压缩骨折椎体注入骨水泥后椎体得到强化,稳

固。骨水泥注入的分布对椎体的强化效果有明显差异,也有文献报道如果骨水泥填充不足,椎体的强度得不到很好的恢复,那么术后极易发生再次塌陷。本研究发现强化椎体再骨折与骨水泥注入量无明显相关性,可能与本研究的病例椎体骨水泥注入量足够有关,没有出现因为骨水泥注入量不足导致的强化椎体再骨折。

骨水泥填充的不足可使椎体内空腔塌陷或骨水泥的松动^[11]。目前,在椎体成形术中注射骨水泥的量还没有达成共识。Belkoff 等报道 2 mL 的骨水泥足以恢复脊椎骨折的强度。在尸体进行的生物力学研究中,注射少量的骨水泥使骨折和邻近椎骨上的压缩应力分布正常。其他研究人员还报告发现骨水泥注射量、疼痛缓解^[12]程度之间没有相关性。此外,骨折椎体内注射大量的骨水泥会增加邻近椎体再骨折和骨水泥渗漏风险,导致硬膜外出血,脊髓损伤,急性呼吸窘迫等并发症^[13]。也有文献报道骨水泥注入量超过 4 mL 会导致 PKP 术后强化椎体再压缩^[14],然而,也有学者建议使用较大剂量的骨水泥,He 等^[15]对椎体成形术后持续疼痛的 15 名患者进行再次椎体成形术,并总结注射足量的骨水泥是决定患者预后的最重要因素。Kim 等^[16]报道骨水泥的注入量与相邻椎体压缩骨折无明显相关性,并推荐注射最大量的骨水泥。我们认为填补椎体空隙的足够剂量(3~6 mL)骨水泥并不出现渗漏且更加能改善患者的预后,注入骨水泥量的不足或者骨水泥不能完全充满椎体内空腔,PKP 术后仍然残留骨水泥周围液体的,强化椎体出现椎体再压缩可能性很大,发现 PKP 术后椎体内或者骨水泥周围有液体,佩戴围腰保护 3 个月和积极的抗骨质疏松治疗是很有必要的^[17]。因此骨水泥注入的量不能过多,也不能不足,注入适当的骨水泥量的同时更加应该注意骨水泥在椎体内的分布。椎体内骨水泥分布不均均是手术椎体再次塌陷的危险因素。椎体内骨水泥分布不均,导致应力分布不均,引起无骨水泥强化区发生塌陷。Chevalier 等^[18]使用尸体标本进行生物力学试验,发现 PKP 手术中扩张的球囊将松质骨向周围挤压,形成空腔,注入的骨水泥被周边紧密的骨小梁所阻,不能充分弥散,只能局限于空腔内,反复遭受应力作用后,骨水泥只与椎体的上终板或者下终板接触时,椎体的强度仅仅增加 2 倍。而骨水泥与上下终板接触,椎体刚度增加 1 到 8 倍和椎体强度增加 1 到 12 倍。骨水泥桥接上下终板,减少压缩的应力,增加足够的强度。不能和椎体上下终板形成良

好的接触,上下终板临近的未强化的骨质容易再次出现骨折(见图 1),因此在特殊的骨折类型病例中如能尽量做到骨水泥与上下终板密切的接触,能明显减少强化椎体再骨折。

综上所述,骨水泥的注入适当的量同时能在椎体内达到很好的分布,目前文献中没有客观的测量指标研究骨水泥的分布,本文通过平片测量计算骨水泥的分布体积来评价骨水泥的弥散,从总体评价骨水泥各个方向的弥散,上下的弥散决定骨水泥与上下终板的接触,骨水泥前后左右的弥散决定骨水泥承受压力的面积,综合评价骨水泥的受力方式,同时间接反映出骨水泥与椎体骨质间是否呈树根样连接,形成良好的嵌合关系。本文的结果也证明骨水泥量及骨水泥分布体积与强化椎体再压缩骨折呈负相关。骨水泥在椎体内分布对椎体的生物力学有显著的影响,骨水泥分布均匀则强化椎体再骨折发生率明显降低。骨水泥弥散不良,呈团块状^[19],和周围骨质无明显呈树根样嵌插,强化椎体再骨折发生率高^[20]。这种方法是测量骨水泥弥散程度比较客观的指标,而且操作简单,临床上可操作性强。

3.4 强化椎体再骨折和椎体高度恢复

椎体高度恢复与椎体成形术后椎体再骨折显著相关,显著的椎体前高度恢复,增加了再骨折的风险^[21]。通过扩大椎体球囊扩张的椎体高度恢复,所创建的空腔周围的小梁骨被显著地压实,并可能阻碍注入的水泥的充分渗透。压缩骨折的椎体高度恢复越多,再骨折的发生率就越高。因此 PKP 手术不要强求椎体高度的恢复,有限的高度恢复,达到止痛的效果更重要。

4 结论

压缩骨折椎体高度恢复越高,强化椎体再骨折的发生率越高。骨质疏松严重的强化椎体也更容易发生再骨折,发生强化椎体再骨折的患者 VAS 评分增加,预后更差,在临床工作中应该尽量减少强化椎体再骨折的发生因素,减少强化椎体再骨折的几率,改善骨质疏松患者 OVCF 行 PKP 术的预后。骨水泥弥散程度越好,强化椎体再骨折的发生率更低,本文提出的骨水泥量及分布体积来评价骨水泥弥散程度的方法能在一定程度上能起到很好的评价作用,但是病例数有限,待增加病例后进一步验证。

【参考文献】

[1] 叶向阳, 汤立新, 程省, 等. 骨密度对骨质疏松性椎体压缩性

- 骨折 PKP 术后骨折再发风险的评估价值[J].中国骨质疏松杂志,2017,23(2):154-158.
- [2] Hey HW, Tan JH, Tan CS, et al Subsequent vertebral fractures post cement augmentation of the thoracolumbar spine: does it correlate with level-specific bone mineral density scores [J]? Spine (Phila Pa 1976), 2015, 40(24):1903-1909.
- [3] 吴鹏, 王博, 刘康, 等. 唑来膦酸钠对高转换患者椎体成形术后椎体再骨折发生率影响因素的相关性分析[J].中国骨质疏松杂志, 2017, 23(8):1075-1080.
- [4] 李存玉. 甲状旁腺激素(1-34)联合 PKP 对老年骨质疏松椎体压缩性骨折患者疗效观察[J].中国骨质疏松杂志, 2017, 23(4):483-486.
- [5] Li X, Lu Y, Lin X. Refracture of osteoporotic vertebral body after treatment by balloon kyphoplasty: Three cases report [J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(49):e8961.
- [6] Wu AM, Chi YL, Ni WF. Vertebral compression fracture with intravertebral vacuum cleft sign: pathogenesis, image, and surgical intervention [J]. Asian Spine J, 2013, 7(2):148-155.
- [7] Yu W, Liang D, Yao Z, et al. Risk factors for recollapse of the augmented vertebrae after percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral fractures with intravertebral vacuum cleft [J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(2): e5675.
- [8] Fang XT, Yu F, Fu SL, et al. Intravertebral clefts in osteoporotic compression fractures of the spine: incidence, characteristics, and therapeutic efficacy [J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(9): 16960-16968.
- [9] Zhang L, Wang Q, Wang L, et al. Bone cement distribution in the vertebral body affects chances of recompression after percutaneous vertebroplasty treatment in elderly patients with osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Clin Interv Aging, 2017, 12: 431-436.
- [10] Heo DH, Chin DK, Yoon YS, et al. Recollapse of previous vertebral compression fracture after percutaneous vertebroplasty [J]. Osteoporos Int, 2009, 20(3):473-480.
- [11] Lin WC, Lee YC, Lee CH, et al. Refractures in cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty: a retrospective analysis [J]. Eur Spine J, 2008, 17: 592-599.
- [12] Al-Ali F, Barrow T, Luke K. Vertebroplasty: what is important and what is not [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2009, 30(10): 1835-1839.
- [13] Han IH, Chin DK, Kuh SU, et al. Magnetic resonance imaging findings of subsequent fractures after vertebroplasty [J]. Neurosurgery, 2009, 64(4): 740-744.
- [14] Han San Oh, Tae Wan Kim, et al. Gradual height decrease of augmented vertebrae after vertebroplasty at the thoracolumbar junction [J]. Korean J Neurotrauma, 2016, 12(1): 18-21.
- [15] He SC, Teng GJ, Deng G, et al. Repeat vertebroplasty for unrelieved pain at previously treated vertebral levels with osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33: 640-647.
- [16] Kim DJ, Kim TW, Park KH, et al. The proper volume and distribution of cement augmentation on percutaneous vertebroplasty [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2010, 48(2): 125-128.
- [17] Jacobson E, Palea O, Granville M. Progression of vertebral compression fractures after previous vertebral augmentation: technical reasons for recurrent fractures in a previously treated vertebra [J]. Cureus, 2017, 9(10): e1776.
- [18] Chevalier Y, Pahr D, Charleboi M, et al. Cement distribution, volume, and compliance in vertebroplasty: some answer from an anatomy based nonlinear finite element study [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33:1722-1730.
- [19] Chen LH, Hsieh MK, Liao JC, et al. Repeated percutaneous vertebroplasty for refracture of cemented vertebrae [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2011, 131(7):927-933.
- [20] He X, Li H, Meng Y, et al. Percutaneous kyphoplasty evaluated by cement volume and distribution: an analysis of clinical data [J]. Pain Physician, 2016, 19(7):495-506.
- [21] Niu J, Zhou H, Meng Q, et al. Factors affecting recompression of augmented vertebrae after successful percutaneous balloon kyphoplasty: a retrospective analysis [J]. Acta Radiol, 2015, 56(11):1380-1387.

(收稿日期: 2018-08-20; 修回日期: 2018-12-24)

(上接第 1549 页)

- [16] 陆昊超, 钱伟宏, 姚志宏, 等. 补肾、活血中药及补肾活血复方对骨髓间充质干细胞增殖、定向迁移及成骨分化的影响及作用机制的研究进展 [J]. 中医正骨, 2018, 30(7): 36-38.
- [17] 刘介, 樊松强, 陈明亮. 不同浓度的续断总皂甙对成骨细胞增殖、分化和细胞周期的影响 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2018, 18(41): 1-2.
- [18] 武密山, 赵素芝, 任立中, 等. 川续断皂苷 VI 诱导大鼠骨髓间充质干细胞向成骨细胞方向分化的研究 [J]. 中国药理学通

报, 2012, 28(2): 222-226.

- [19] 朱晓峰, 王廷春, 张荣华, 等. 骨碎补总黄酮对晚期糖基化终末产物作用下成骨细胞分化及 p38 和 ERK1/2 蛋白激酶表达的影响 [J]. 中成药, 2012, 34(3): 412-417.
- [20] 刘国岩, 徐展望, 徐琬梨. 骨碎补提取物对骨髓间充质干细胞向成骨细胞分化及 CXCL12 表达的影响及意义 [J]. 中华中医药杂志, 2013, 28(5): 1484-1487.

(收稿日期: 2018-11-15; 修回日期: 2018-12-13)