

· 临床论著 ·

重组骨形成蛋白-2 对后路腰椎间融合影响[△]

蔡卓延¹, 莫凌¹, 杨策凯¹, 伍子贤¹, 崔健超¹, 唐福宇², 梁德¹, 姚珍松^{1*}

(1. 广州中医药大学, 广东广州 510405; 2. 柳州市中医院, 广西柳州 545001)

摘要: [目的] 比较单纯自体骨与自体骨混合重组人骨形态发生蛋白-2 (recombinant human bone morphogenetic protein, rh-BMP-2) 对后路腰椎间融合的影响。[方法] 回顾性分析 2015 年 1 月—2019 年 8 月因腰椎退行性疾病行后路腰椎融合 75 例患者的临床资料。依据术前医患沟通结果, 43 例椎间融合采用 rhBMP-2, 32 例仅采用单纯自体骨。比较两组围手术期、随访及影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术, 术中无严重并发症。两组恢复完全负重活动时间的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。随访 (13.87±1.30) 个月, 随时间推移, 两组患者 VAS、ODI、JOA 评分均显著改善 ($P<0.05$)。术后 6 个月时, BMP 组 JOA 评分显著优于自体骨组 ($P<0.05$)。影像方面, 随时间推移, 两组患者椎间隙高度均呈显著曲线变化 ($P<0.05$); 两组融合 Lenke 评级均显著改善 ($P<0.05$); 两组 Marchi 评级笼架沉降均有所加重, 但差异无统计学意义 ($P>0.05$)。术后 3、6 个月时 BMP 组椎间隙高度大于自体骨组 ($P<0.05$); 术后 6 个月及末次随访时, BMP 组融合 Lenke 评级均显著优于自体骨组 ($P<0.05$); 末次随访时, BMP 组笼架沉降 Marchi 评级轻于自体骨组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。[结论] 后路椎间融合采用自体骨复合 rhBMP-2 可以有效减少椎间不融合和笼架沉降, 改进临床效果。

关键词: 重组人骨形态发生蛋白-2, 自体骨移植, 后路腰椎椎体间融合术, 融合笼架, 沉降

中图分类号: R318 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 19-1738-06

Effect of recombinant bone morphogenetic protein-2 on posterior lumbar interbody fusion // Cai Zhuo-yan¹, Mo Ling¹, Yang Ce-kai¹, Wu Zi-xian¹, Cui Jian-chao¹, Tang Fu-yu², Liang De¹, Yao Zhen-song¹. 1. Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou 510405, China; 2. Liuzhou Traditional Chinese Medicine Hospital, Liuzhou 545001, China

Abstract: [Objective] To compare the effects of bone autograft composited with recombinant human bone morphogenetic protein-2 (rh-BMP-2) versus bone autograft only on posterior lumbar interbody fusion (PLIF). [Methods] A retrospective study was conducted on 75 patients who underwent PLIF for degenerative lumbar diseases in our department from January 2015 to August 2019. According to preoperative doctor-patient communication, 43 patients had PLIF performed with rhBMP-2 used (the BMP group), while the remaining 32 patients were with bone autograft only (the BA group). The perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] All patients in both groups were operated on successfully without serious complications. There was no significant difference in the time to resume full weight-bearing activity between the two groups ($P>0.05$). As time went during followed up lasted for (13.87±1.30) months, VAS, ODI and JOA scores in both groups significantly improved ($P<0.05$). At 6 months postoperatively, the BMP group proved significantly superior to the BA group in JOA score ($P<0.05$). Radiographically, the height of intervertebral space showed significant curve-like changes ($P<0.05$); the Lenke grade for interbody fusion significantly improved in both groups ($P<0.05$); whereas cage subsidence in term of Marchi's criteria slightly increased in both groups regardless of no statistically significant differences among time points ($P>0.05$). At 3 months and 6 months the BMP group was significantly superior to the BA group in term of the height of intervertebral space ($P<0.05$). At 6 months and the last follow-up, the BMP group was significantly superior to the BA group in term of the Lenke grade of fusion ($P<0.05$), additionally, the former proved significantly superior to the latter in Marchi's scale for cage subsidence at the last follow-up ($P<0.05$). [Conclusion] Bone autograft composited with rhBMP-2 does effectively reduce interbody non-fusion and cage subsidence in PLIF, and improve its clinical efficacy.

Key words: recombinant human bone morphogenetic protein-2, bone autograft, posterior lumbar interbody fusion, fusion cage, subsidence

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.19.03

[△]基金项目:广西自然科学基金项目(编号:2019JJA140167)

作者简介:蔡卓延, 硕士在读, 研究方向:脊柱外科, (电话)18813756707, (电子信箱)1042527579@qq.com

* 通信作者:姚珍松, (电话)13500016986, (电子信箱)yaozhensong@sina.com

腰椎退行性疾病是以功能减退为特点，具有腰痛、下肢放射痛及间歇性跛行等主要症状的老年常见疾病^[1]。腰椎融合内固定手术被广泛应用于腰椎退行性疾病的治疗。在后路腰椎椎间融合内固定手术（posterior lumbar interbody fusion, PLIF）治疗腰椎退行性疾病的过程中，椎间融合笼架被广泛应用以支撑塌陷的椎间隙，避免椎间孔及椎管面积减小导致的神经症状，并使用椎弓根螺钉固定为椎间融合提供稳定的成骨环境，避免融合器移动，提高椎间融合率和临床效果。既往研究证实，应用重组人骨形态发生蛋白2（recombinant human bone morphogenetic protein, rh-BMP-2）联合自体骨行椎间植骨融合术能有效促进成骨^[2, 3]。但是，也有研究中发现 rhBMP-2 在促进成骨的同时可能出现椎体自身骨溶解、移植物沉降、移植物移位、异位骨化形成、术后神经炎等并发症^[4, 5]。其中，术后严重的融合器沉降会导致进行性脊柱畸形、神经功能恶化及不融合等不良后果。但是，既往研究主要关注腰椎术后症状改善情况和内固定融合情况，对是否会导致的融合器沉降仍存在争议^[6, 7]。

因此，本研究通过回顾性病例分析，比较单纯应用自体骨与自体骨混合重组人骨形态发生蛋白-2（rhBMP-2）对后路腰椎椎间术的影响。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：（1）成年患者（年龄>45岁）；（2）经过保守治疗3个月以上，未见疗效者；（3）具有腰痛、下肢放射性疼痛、间歇性跛行，不能站立等临床症状；（4）经CT、MRI或X线片等影像学检查，确诊为腰椎退行性脊柱疾病，包括腰椎管狭窄症、腰椎滑脱症、退行性椎间盘病，并接受了手术治疗的患者；（5）病历资料完整。

排除标准：（1）手术节段超过3个者；（2）手术节段有手术史者；（3）患者诊断为肿瘤、炎症、感染性或急性创伤所致的脊柱疾病；（4）随访时间不足12个月者。

1.2 一般资料

回顾性分析2015年1月—2019年8月在广州中医药大学第一附属医院收治的因腰椎退行性疾病行腰椎后路融合内固定手术的患者资料，共75例符合上述标准，纳入本研究。根据医患沟通结果，43例椎间融合植入 rhBMP-2，32例椎间植入单纯自体骨。

两组患者术前一般资料见表1，两组年龄、性别、体重指数（body mass index, BMI）、骨密度（bone mineral density, BMD）、病程、手术节段、诊断等一般资料比较差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。本研究获医院伦理委员会批准，所有患者自愿签署知情同意书。

表1 两组患者术前一般资料与比较

指标	BMP组 (n=43)	自体骨组 (n=32)	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	56.88±8.20	57.84±9.21	0.636
性别(例, 女/男)	19/24	13/19	0.758
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	25.20±3.06	24.98±4.15	0.796
病程(月, $\bar{x} \pm s$)	65.76±75.36	61.22±86.03	0.809
BMD(g/cm ³ , $\bar{x} \pm s$)	0.88±0.17	0.85±0.18	0.374
节段(节, L _{2/3} /L _{3/4} /L _{4/5} /L ₅ /S ₁)	3/9/31/26	0/5/28/12	0.245
诊断(例, CS/LS/DD)	22/15/6	17/12/3	0.832

注：诊断：CS, canal stenosis, 椎管狭窄；LS, lumbar spondylolisthesis, 腰椎滑脱；DD, degenerative disc disease, 退行性椎间盘病

1.3 手术方法

采用全身麻醉，俯卧位。行腰后正中切口，显露椎板和关节突外侧缘，分别在融合节段上、下置入椎弓钉。咬除椎棘突，至部分关节突，充分椎管减压。牵开硬膜囊和神经根，切除责任节段椎间盘，至骨性终板。测量椎间隙大小，选择合适的融合笼架。

rhBMP组：咬碎的椎板自体骨颗粒与4片骨优导混分，后者为杭州九源基因工程有限公司产品，内含 rhBMP-2 共计1mg，载体为药用明胶69.5%，羟基磷灰石3.5%和大豆磷脂26%（国械注准20173464462），一部分植入椎间隙前部，部分填入笼架。

自体骨组：仅准备自体骨颗粒移植物，不加 rh-BMP。将部分自体骨移植物植入椎间隙前部，部分填入笼架。

将填充骨移植物的笼架置入椎间隙，安装双侧棒，调整钉-棒系统，椎间加压，紧固固定。留置引流管，缝合伤口。

1.4 评价指标

记录围手术期指标。采用术后完全负重时间、疼痛视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）、Oswestry 功能障碍指数（Oswestry disability index, ODI）和日本骨科协会腰评分（Japanese Orthopaedic Association, JOA）评价临床效果。行影像检查，测量椎间隙高度。采用 Lenke 标准评价椎间融合^[8]，Marchi 评级标准评价笼架沉降^[9]。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 *t* 检验；组内时间点比较采用单因素方差分析，两两比较采用 *LSD* 法；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-Whitney *U* 检验，不同时间点间比较采用 Friedman 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

两组患者均顺利完成手术，术中无严重并发症，手术过程中，BMP 组 43 例患者共融合节段 69 个，自体骨组 32 例患者共融合节段 45 个。围手术期资料见表 2，两组手术时间、术中出血量、切口长度、下地行走时间、切口愈合等级及住院时间的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。BMP 组有 1 例患者因术后出现切口感染，行清创缝合，经换药及延长抗生素静滴时间，3 周后伤口痊愈。两组病例均未发生伤口内血肿及积液形成，以及症状性血栓等并发症。

指标	BMP 组 (n=43)	自体骨组 (n=32)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	200.84±61.02	226.72±86.15	0.132
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	9.52±3.81	9.03±3.22	0.557
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	349.53±299.03	244.36±121.75	0.061
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	2.98±1.32	2.63±1.13	0.229
切口愈合等级 (例, 甲/乙/丙)	32/10/1	24/8/0	0.910
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	14.47±4.79	14.53±3.29	0.947

2.2 随访结果

两组患者均获随访，随访时间 12~16 个月，平均 (13.87±1.30) 个月。随访期间，所有患者均无症状复发和再手术等情况。两组随访资料见表 3，两组术后完全负重活动时间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。随时间推移，两组患者 VAS 和 ODI 评分均显著减少，JOA 评分显著增加 ($P < 0.05$)。术前 BMP 组 VAS 评分显著高于自体骨组 ($P < 0.05$)；术后 6 个月时 BMP 组 JOA 评分显著大于自体骨组 ($P < 0.05$)；其余相应时间点，两组间 VAS、ODI 和 JOA 评分差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

指标	时间点	BMP 组 (n=43)	自体骨组 (n=32)	P 值
完全负重活动时间 (d)		8.23±3.45	8.59±2.31	0.610
VAS 评分 (分)	术前	6.07±0.67	5.59±0.67	0.003
	术后 3 个月	3.37±0.49	3.38±0.49	0.980
	术后 6 个月	1.56±0.50	1.56±0.50	0.970
	末次随访	1.14±0.52	0.91±0.53	0.059
	P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	术前	33.95±2.74	33.84±2.34	0.856
	术后 3 个月	16.53±3.77	17.31±3.57	0.369
	术后 6 个月	9.00±2.14	8.53±2.58	0.393
	末次随访	8.74±2.27	8.81±2.35	0.899
	P 值	<0.001	<0.001	
JOA 评分 (分)	术前	10.05±4.14	10.97±4.22	0.347
	术后 3 个月	17.88±3.62	18.88±3.31	0.228
	术后 6 个月	27.60±1.98	26.31±2.28	0.011
	末次随访	27.95±1.98	27.63±2.15	0.495
	P 值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组患者影像测量结果见表 4。随时间推移，两组椎间隙高度均呈曲线变化，术后 1 周达峰值，尔后均有丢失，不同时间点间差异有统计学意义 ($P < 0.05$)；两组融合 Lenke 评级均显著改善 ($P < 0.05$)；

两组 Marchi 评级笼架沉降均有所加重，但不同时间点间的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后 3、6 个月时 BMP 组椎间隙高度大于自体骨组 ($P < 0.05$)，术后 1 周及末次随访时两组间椎间隙高度的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)；术后 3 个月时两组融合 Lenke

评级的差异无统计学意义 ($P>0.05$)，术后6个月及末次随访时，BMP组融合 Lenke 评级均显著优于自体骨组 ($P<0.05$)；术后3、6个月，两组笼架沉降

Marchi 评级的差异无统计学意义 ($P>0.05$)，末次随访时，BMP组笼架沉降 Marchi 评级显著优于自体骨组 ($P<0.05$)。典型病例见图1、2。

表4 两组患者影像评估结果与比较

指标	时间点	BMP组 (n=43)	自体骨组 (n=32)	P值
椎间隙高度 (mm, $\bar{x} \pm s$)	术前	10.56±2.98	10.20±2.18	0.481
	术后1周	12.58±2.70	11.84±2.12	0.123
	术后3个月	11.16±2.10	10.08±1.52	0.002
	术后6个月	10.28±2.29	9.55±1.56	0.045
	末次随访	10.57±2.38	9.77±2.10	0.069
	P值	<0.001	<0.001	
融合评级 (节, I/II/III/IV)	术后3个月	15/18/27/9	9/14/17/5	0.827
	术后6个月	35/27/7/0	15/19/11/0	0.027
	末次随访	41/25/3/0	20/17/8/0	0.046
	P值	<0.001	<0.001	
沉降评级 (节, 0/I/II/III)	术后3个月	59/10/0/0	37/8/0/0	0.640
	术后6个月	59/9/1/0	35/10/0/0	0.312
	末次随访	59/9/0/1	31/11/3/0	0.031
	P值	0.999	0.251	

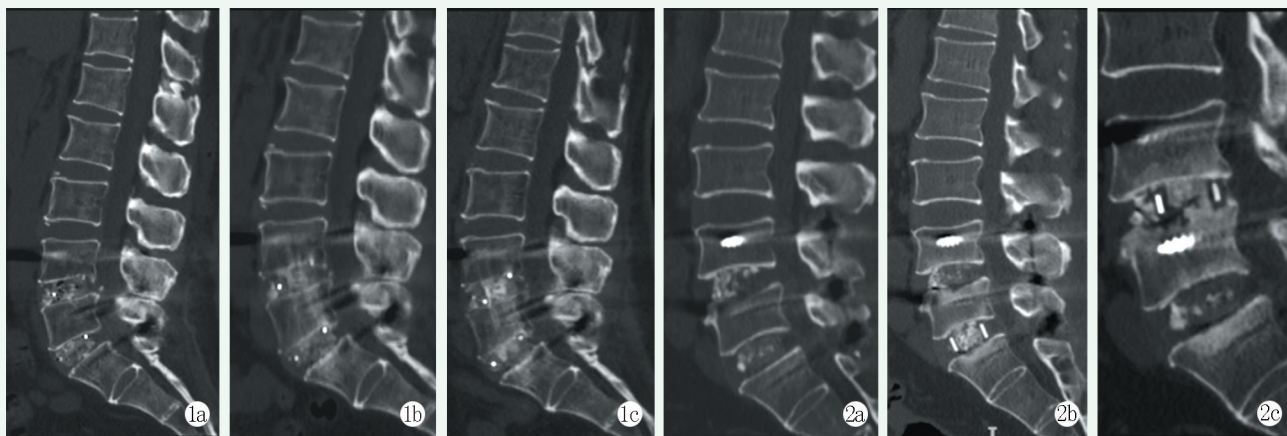


图1 患者，女，64岁，BMP组，腰椎管狭窄症，接受L₄~S₁ PLIF术治疗 1a: 术后1周CT显示L_{4/5}和L₅S₁笼架位置良好，无沉降 1b: 术后6个月CT显示L_{4/5}和L₅S₁笼架位置良好，无沉降，L_{4/5}上下终板均出现骨桥，Lenke融合评级I级；L₅S₁下终板融合稍差，Lenke融合评级II级 1c: 末次随访CT显示2个节段均达到Lenke融合评级I级，笼架均无沉降
图2 患者，男，80岁，自体骨组，腰椎滑脱症，接受L₄~S₁ PLIF术治疗 2a: 术后1周CT显示L_{4/5}和L₅S₁笼架位置良好，无沉降 2b: 术后6个月CT显示L_{4/5}笼架下终板出现轻度沉降，L₅S₁笼架无沉降。2个间隙上下终板均未出现明显骨桥，Lenke融合评级II级 2c: 末次随访CT显示L_{4/5}笼架出现轻度沉降，L₅S₁笼架无沉降；L_{4/5}融合程度I级，L₅S₁融合程度仍为II级

3 讨论

由于腰椎病引起的腰痛患病率在全球大约为3.6%，在东亚为3.2%^[10]。随着人口老龄化，腰椎退行性疾病的诊断和治疗率不断增加，腰椎手术率也在稳步上升^[11]。腰椎融合手术的疗效已在许多患者中得到证实，可降低疼痛和残疾评分，并可使患者重返

工作^[12]。然而，融合手术并非对所有患者都有效，并且随着疾病和治疗率的上升，再手术患者数量也在增加^[13]。1965年Urist研究并发现了“骨形态发生蛋白(BMP)”，其中BMP-2的诱导成骨能力最强。BMP-2作为一种对骨生长、骨再生起关键性作用的骨诱导蛋白，不仅能够修复骨缺损，并且还具加速骨长入和矿物沉积速率的作用^[14]。费志强^[15]针对大鼠脊柱融合模型的研究中证实了rhBMP-2可以有效促

进骨融合，并且融合效果与使用剂量相关。雷建平^[6]的临床研究中证实了 rhBMP-2 骨修复材料在腰椎内固体植骨融合术中应用的最终疗效与自体骨相当。但是，rhBMP-2 在使用的过程中有包括影响伤口的愈合、局部骨吸收、神经刺激疼痛及异位骨化等并发症^[16]，其中局部骨吸收导致融合器沉降是一种需要重视的并发症。

既往研究指出腰椎退变性疾病的患者以老年人居多，由于融合器沉降的发生为 4.4%~68.18%^[17]。而 rhBMP-2 在促进椎间融合的同时会导致局部骨吸收，终板破坏导致融合器沉降^[18, 19]。Sethi 等^[20]研究发现，使用 rhBMP-2 术后 12 个月时椎间盘平均沉降 16.5%。而在另一些研究中，在使用 rhBMP-2 的患者中并没有观察到明显的导致临床症状的融合器沉降^[21, 22]。目前针对 rhBMP-2 是否会造成融合器沉降尚未有明确的结论。因此，本研究在椎体间融合时使用自体骨的基础上，使用 rhBMP-2 联合自体骨的方法，并观察其临床疗效和 rhBMP-2 对融合器沉降和椎间隙高度丢失的影响。

本研究最重要的发现是，后路椎间融合采用自体骨复合 rhBMP-2 可以有效减少椎间不融合和笼架沉降，改进临床效果。纳入研究的两组患者一般资料和围手术期资料差异均无统计学意义。随时间推移，两组 VAS 和 ODI 评分均显著减少，JOA 评分显著增加。术前 BMP 组 VAS 评分显著高于自体骨组；术后 6 个月时，BMP 组 JOA 评分显著优于自体骨组；其余相应时间点，两组间 VAS、ODI 差异均无统计学意义。影像方面，术后 6 个月及末次随访时，BMP 组融合 Lenke 评级均显著优于自体骨组；末次随访时 BMP 组笼架沉降 Marchi 评级在轻于自体骨组，差异具有统计学意义。这与既往的研究相类似^[23]，说明使用 rhBMP-2 可以促进椎间融合提高融合率。本研究发现两组椎间隙高度术后均会出现丢失，并且两组患者术后椎间隙高度的变化主要发生在术后早期，但是两组患者高度丢失的差值没有统计学意义。这与既往文献相类似，腰椎融合术后 4 个月时患者椎间高度丢失发生率为 70.7%^[24]。但是，在本研究中并未发现 BMP 组的融合器沉降程度大于自体骨组，这可能是由于本研究中椎间隙使用的 rhBMP-2 仅为 1 mg，而 rhBMP-2 对骨吸收的影响呈现剂量依赖性^[25]。

由于本研究是一项单中心的回顾性研究，具有回顾性研究的局限性，而且病例样本量较小，出现偏倚的可能性较大，为了减小偏倚，未来仍需要更大样本量更长随访时间的前瞻性研究来深入探讨不同剂量的

rhBMP-2 对腰椎融合情况和沉降情况的影响。

参考文献

- [1] Lang Z, Li JS, Yang F, et al. Reoperation of decompression alone or decompression plus fusion surgeries for degenerative lumbar diseases: a systematic review [J]. *Eur Spine J*, 2019, 28 (6): 1371-1385.
- [2] Faundez A, Tournier C, Garcia M, et al. Bone morphogenetic protein use in spine surgery—complications and outcomes: a systematic review [J]. *Int Orthop*, 2016, 40 (6): 1309-1319.
- [3] 杨小政, 任永信, 朱翔, 等. 微创经椎间孔入路腰椎椎间融合术中应用 rhBMP-2 治疗腰椎退变性疾病 [J]. *南京医科大学学报 (自然科学版)*, 2017, 37 (9): 1209-1212.
- [4] 沈俊, 孔维清. 脊柱融合中应用 BMP 的并发症综述 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2015, 23 (3): 242-245.
- [5] Thomas EM, Jeffrey CW, Robin H, et al. Complications related to osteobiologics use in spine surgery: a systematic review [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35 (9 Suppl): S86-S104.
- [6] 雷建平, 徐昊, 张克良. rhBMP-2 骨修复材料在后路腰椎内固定植骨融合术中应用 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (5): 390-394.
- [7] Peter GC, David AC, Pierce N, et al. PEEK versus titanium cages in lateral lumbar interbody fusion: a comparative analysis of subsidence [J]. *Neurosurg Focus*, 2020, 49 (3): E10.
- [8] Rodgers WB, Gerber EJ, Rodgers JA. Clinical and radiographic outcomes of extreme lateral approach to interbody fusion with β -tricalcium phosphate and hydroxyapatite composite for lumbar degenerative conditions [J]. *Int J Spine Surg*, 2012, 6: 24-28.
- [9] Marchi L, Abdala N, Oliveira L, et al. Radiographic and clinical evaluation of cage subsidence after stand-alone lateral interbody fusion [J]. *J Neurosurg Spine*, 2013, 19 (1): 110-118.
- [10] Ravindra VM, Senglaub SS, Rattani A, et al. Degenerative lumbar spine disease: estimating global incidence and worldwide volume [J]. *Global Spine J*, 2018, 8 (8): 784-794.
- [11] Mankanji H, Schoenfeld AJ, Bhalla A, et al. Critical analysis of trends in lumbar fusion for degenerative disorders revisited: influence of technique on fusion rate and clinical outcomes [J]. *Eur Spine J*, 2018, 27 (8): 1868-1876.
- [12] 牟遐平, 耿勇, 许建中, 等. 动态稳定与融合治疗单节段退行性腰椎滑脱比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (1): 1-6.
- [13] Ponkilainen VT, Huttunen TT, Neva MH, et al. National trends in lumbar spine decompression and fusion surgery in Finland, 1997-2018 [J]. *Acta Orthop*, 2021, 92 (2): 199-203.
- [14] 钱光, 余月明, 董有海, 等. 磷酸钙复合 BMP-2 增强骨质疏松椎体椎弓根螺钉内固定 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (8): 735-739.
- [15] 费志强, 熊建义, 陈磊, 等. 大鼠脊柱融合模型中 BBP 增强 BMP-2 的骨诱导作用 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21 (3): 260-266.
- [16] 费志强, 熊建义, 陈磊, 等. 大鼠脊柱融合模型中 BBP 增强

- BMP-2的骨诱导作用[J].中国矫形外科杂志,2013,21(3):260-266.
- [17] 高显达,孙家元,李朝晖,等.斜外侧腰椎间融合术并发症研究进展[J].中华骨科杂志,2020,40(8):546-552.
- [18] Stensby JD, Kaliney RW, Alford B, et al. Radiographic appearance of transforaminal lumbar interbody fusion performed with and without recombinant human morphogenetic protein-2[J]. AJR Am J Roentgenol, 2016, 206(3):588-594.
- [19] Pradhan BB, Bae HW, Dawson EG, et al. Graft resorption with the use of bone morphogenetic protein: lessons from anterior lumbar interbody fusion using femoral ring allografts and recombinant human bone morphogenetic protein-2[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(10):E277-E284.
- [20] Sethi A, Craig J, Bartol S, et al. Radiographic and CT evaluation of recombinant human bone morphogenetic protein-2-assisted spinal interbody fusion[J]. AJR Am J Roentgenol, 2011, 197(1):W128-W133.
- [21] Meisel HJ, Schnöring M, Hohaus C, et al. Posterior lumbar interbody fusion using rhBMP-2[J]. Eur Spine J, 2008, 17(12):1735-1744.
- [22] Crandall DG, Revella J, Patterson J, et al. Transforaminal lumbar interbody fusion with rhBMP-2 in spinal deformity, spondylolisthesis, and degenerative disease-part 2: BMP dosage-related complications and long-term outcomes in 509 patients[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38(13):1137-1145.
- [23] 夏海鹏,郑燕平,周超,等.骨形态发生蛋白结合后外侧融合在腰椎退行性疾病手术中的应用[J].山东大学学报(医学版),2019,57(5):62-66.
- [24] 赵龙,曾建成,谢天航,等.腰椎椎间融合术后椎间融合器沉降的研究进展[J].中国修复重建外科杂志,2021,35(8):1063-1067.
- [25] Kim RY, Oh JH, Lee BS, et al. The effect of dose on rhBMP-2 signaling, delivered via collagen sponge, on osteoclast activation and in vivo bone resorption[J]. Biomaterials, 2014, 35(6):1869-1881.
- (收稿:2022-01-01 修回:2022-05-07)
(同行评议专家:刘才俊 朱辉)
(本文编辑:郭秀婷)

读者·作者·编者

如何提高向本刊投稿的成功率

为了提高向本刊投稿的成功率,避免稿件反复修改而延长刊用周期,投稿前一定要认真研读本刊近期出版的杂志,特别是应检索相关内容的文章,并注意参考其内容。可登录中国矫形外科杂志官网(<http://jxwk.ijournal.cn>)点击“期刊浏览”栏目,按提示阅读。在网站首页点击来稿要求,即可查看最新的《中国矫形外科杂志》稿约,在下载区查看2021年本刊各栏目样稿,并按照稿约及样稿的要求书写。稿件格式一定要按拟投栏目的格式要求撰写,字数、图表、参考文献要完全符合相应栏目要求。在投稿系统上传稿件的同时,必须上传2个基本附加文件(单位介绍信、学术诚信承诺书)。如有基金支持一定要标注清楚,在读研究生、住院医师投稿必须要有导师和上级医师推荐函。

除以上附加文件外,如作者能提供同行专家推荐意见(2名),对文稿内容的科学性、创新性、实用性、可读性做出评价。可提升本刊来稿审评效率,缩短审稿周期,使优质稿件尽快发表。

以上附加文件的参考样式请登录本刊中国矫形外科杂志官网(<http://jxwk.ijournal.cn>)首页下载专区下载。填写并签名或加印章后,需制成JPG或PDF文件,上传至本刊投稿系统,或将原件快递至编辑部。必备文件齐全后,本刊方对稿件进行处理。

投稿步骤如下:

(1) 点击网站左侧“作者登录”按钮。(2) 输入您已注册的账号及密码。(3) 如您不需要修改您的信息,请点击下一步跳过。(4) 点击页面左侧“投稿”按钮。(5) 依次点击“下一步”及“已阅读并同意”。(6) 上传全文。(7) 在附件中上传单位介绍信、学术诚信承诺书、基金证明文件、导师推荐函(适用于在读研究生)、上级医师推荐函(适用于高级职称以下人员),以及同行评议函(限非本单位专家)。文中有图片时,必须将每一个独立画面的图像文件,以高清质量(300dpi)的JPG格式,按在正文中的名称,如:1a, 1b, 3c等命名文件,在附件中同时上传。然后点击下一步。(8) 填写稿件基本信息,完成投稿。

中国矫形外科杂志编辑部
2022年1月25日