

峡部裂性腰椎滑脱症的手术治疗进展

邵珂¹, 吉立新²

(1. 青岛大学医学院, 山东 青岛 266071; 2. 临沂市人民医院, 山东 临沂 276003)

【摘要】 峡部裂性腰椎滑脱症是一种常见的脊柱退行性疾病,严重影响人们的生活质量。目前腰椎滑脱的手术治疗指征已基本形成共识,针对该病的手术方案主要是峡部修补、椎管减压、滑脱复位、脊柱融合,治疗原则主要是缓解神经压迫、恢复脊柱稳定,但对于各环节实施的具体方式及程度仍存在较大争议。开放手术能够对严重峡部裂性腰椎滑脱进行彻底的减压、复位、融合,重建脊柱的稳定性,但手术创伤过大,而微创手术则可以减少对椎旁软组织的损伤,同时减少术中失血量,缩短术后住院及康复时间,降低术中、术后相关并发症的发生率,因而近年来也受到了越来越多临床医生的推崇,但对于重度峡部裂性腰椎滑脱的治疗效果欠佳。现就近年来腰椎滑脱的手术治疗进展做一综述。

【关键词】 腰椎滑脱; 外科手术; 综述文献

中图分类号: R681.5

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.03.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Progress on surgical treatment of isthmic spondylolisthesis SHAO Ke and Ji Li-xin*. *People's Hospital of Linxi City, Linxi 276003, Shandong, China

ABSTRACT Isthmic spondylolisthesis is a common degenerative disease of the spine and seriously affects people's quality of life. At present, surgical indications for lumbar spondylolisthesis have basically reached consensus. The surgical plan for the disease is mainly isthmus repair, decompression of spinal canal, reduction of spondylolisthesis, and spinal fusion. The principle of treatment is mainly to relieve nerve compression and restore spinal stability, but for each the specific method and degree of implementation of the link still remains controversial. Open surgery can complete decompression, reduction and fusion of severe spondylolisthesis, and rebuild the stability of the spine. However, the surgical trauma is too large. Minimally invasive surgery can reduce the damage of paravertebral soft tissue, reduce intraoperative blood loss, shorten the time of hospitalization and rehabilitation, and reduce the incidence of intraoperative and postoperative complications. Therefore, in recent years, more and more clinicians praise it, but the treatment of severe spondylolisthesis lumbar spondylolisthesis is not effective. This article reviews recent advances in surgical treatment of lumbar spondylolisthesis.

KEYWORDS Lumbar spondylolisthesis; Surgical procedures, operative; Review literature

腰椎峡部裂(lumbar spondylolysis)亦称椎弓峡部裂或峡部不连,本质为峡部骨质缺损。当腰椎下一椎体的上关节突不足以抵挡上一椎体连同其上关节突向前的剪切力时,就会导致上位椎体向前滑脱,又称真性滑脱^[1]。半数腰椎滑脱的病理学基础均是峡部裂^[2],是引起青年人腰痛常见的原因之一^[3]。腰椎的滑脱的病因学仍有待探索,目前多数学者认为主要原因是先天峡部发育薄弱而后天重复性损伤导致的应力性骨折。目前,峡部裂性腰椎滑脱症的手术指征主要为(1)顽固性腰背疼痛保守治疗3~6个月无效的患者,影响患者正常活动和生活^[4]。(2)影像学检查提示病变节段存在神经压迫且与临床症状、体征相一致。(3)Ⅲ度以上的严重滑脱。(4)X线片证实滑脱进展^[5]。由于峡部裂性腰椎滑脱

是一种不稳定性滑脱,因此治疗原则是对受压神经组织进行彻底的减压,并尽可能复位及植骨融合以重建脊柱的稳定性。有研究^[6]表明只有极少数患者可以通过保守治疗达到骨性融合,符合上述情况应积极手术治疗。本文就国内外峡部裂性腰椎滑脱的手术治疗做一综述。

1 峡部修补术

1968年日本学者Kimura^[7]提出采用植骨的方法修补峡部缺损以重建前后柱稳定性,术后证明骨性融合率良好。国内学者^[8]亦于2004年12例青年单纯性腰椎峡部裂患者采用该术式,对病例均获得骨性愈合。虽然这种手术方式可以最大保留脊柱的活动度,但Kant等^[9]研究发现术后假关节的发生率为25%,并没有重建腰椎长期的稳定性。

1.1 Buck螺钉固定法

1970年,Buck^[10]在峡部植骨的基础上,提出了峡部螺钉固定法,关键步骤为垂直于峡部断裂处打

通讯作者:吉立新 E-mail:shaoke8866@163.com

Corresponding author: Ji Li-xin E-mail: shaoke8866@163.com

入直径 3.5~4.0 mm 皮质骨螺钉,旨在通过加压作用恢复峡部的连续性与稳定性,获得了更高的骨性融合率。Ohmori 等^[11]和 Menga 等^[12]验证了 Buck 法的优良作用,随访发现其术后优良率分别为 90.3%、90%。但由于欧美人群相比亚洲人群峡部更宽大,出现螺钉松动、植骨不融和情况的发生率可能更低,但对于黄色人种而言,过小过窄的峡部可能是该手术相对禁忌证。王正等^[13]认为该术式可能会导致术后腰背痛的发生,原因是在清理腰椎峡部裂断端上的骨硬化时,会在清理过程中导致骨缺损,之后行螺钉加压固定后会导致后方小关节咬合关系的紊乱。

1.2 Scott 钢丝捆绑法

Nicol 等^[14]提出了 Scott 横突棘突间钢丝捆绑法,大体手术方式为用钢丝绕过横突和棘突上小孔做“8”字捆绑拧紧并在峡部裂处进行植骨,该手术方式对关节突关节功能影响较小,且因峡部裂处钢丝即时的固定作用,同期可做开窗减压,但由于钢丝固定的脆弱性,术后康复锻炼过程可能出现松动、移位而导致手术失败。并且钢丝须绕过横突根部进行捆绑,一方面显露过程中创伤过大,另一方面由于神经走行,可能损伤脊神经前支。此外,考虑髂腰韧带在维持稳定方面的重要作用,暴露时破坏此韧带可能导致或加重腰椎不稳^[15]。由于上诉种种弊端,此法已较为少用。

1.3 改良 Scott 法

随着脊柱外科技术的发展,出现了椎弓根螺钉固定系统,为线缆捆提供了新的不损伤重要结构的固定点,进而使传统 Scott 法得到改良,即在椎弓根钉尾端绕过线缆,取得了良好的临床疗效^[16]。

1.4 Morscher 椎弓根-椎板钩法

Morscher 等^[17]在打入 2 枚椎弓根钉的基础上,下位在峡部裂椎板下缘放置椎板钩,上位则通过连接棒加压固定,并在该处植骨,称之为椎弓根-椎板钩固定法。该术式具有手术创伤小、骨性融合率高的优势,在临床实践中获得了不错的疗效。在峡部修补术中以 Buck 术式和 Morscher 术式应用最广,Shin 等^[18]对照上述两种手术方式的术后效果后发现 Buck 术式较 Morscher 术式在视觉模拟量评分(visual analogue scale, VAS), Oswestry 功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI)更优,并且植骨融合率更高。Ivanic 等^[19]应用椎弓根钉-椎板钩技术对 113 例腰椎峡部裂滑脱患者治疗,通过长达 11 年的随访研究发现,术后假关节的发生率是 13.3%,且患者年龄越大,融合率越低。

总之,峡部修补术并无进行相邻节段的脊柱融合,只是在病变单节段修复了缺损的峡部,能最大限

度地保留脊柱活动性,理论上降低了邻椎病(ASD)的发生率。但 Schlenzka 等^[20]长期随访发现,行峡部修补术的患者 ODI 随着时间延长而升高,且责任节段椎间盘的退变并没有放缓。因此,峡部修补术仅适用于较年轻并不伴有椎间盘退变的滑脱患者,其优点是对腰椎正常生理活动影响较小,手术创伤相对较小,操作简单。

2 椎管减压术

对于因上位椎体向前滑脱卡压脊髓及神经根导致严重临床症状或神经功能障碍的患者,椎管减压术已经得到广大医生的普遍认可。椎管减压术根据切除范围、大小,具体可分为全或半椎板切除术、椎板间开窗术以及各种各样的椎管成形术。

2.1 椎板切除术

自 1900 年 Frank 首次报道全椎板切除减压狭窄的腰椎管以来,全(半)椎板切除术已成为椎管减压的标准术式,该手术方式具有简便易行、手术视野暴露充分、减压彻底的特点。Arts 等^[21]对 42 例患者行全(半)椎板切除减压,随访发现有 1/4 的患者因术后持续或再发的神经痛行二次手术。现代生物力学已证明,关节突关节的切除程度及是否保留后方韧带结构对于术后腰椎长期稳定意义重大,但由于椎板切除对腰椎后方结构大量的破坏,致使椎间稳定性降低,术后持续性腰背痛发生率大大增加,甚至不得不二次手术^[22]。因此,全椎板切除后往往需要辅助融合术以防止腰椎滑脱的进展。并且全椎板切除后,硬脊膜失去骨性结构的保护作用,远期由于瘢痕增生、粘连致继发性椎管狭窄的发生率增高,最终导致下腰椎手术失败综合征的发生^[23]。

2.2 椎板间开窗术

尽管椎板切除术可以使神经根管得到充分的减压,但切除的后方张力带结构较多,术后责任节段长期的稳定性难以得到保证。相比于椎板切除术,椎板间开窗术具有更高的减压针对性,又能适度保留腰椎后部结构,对于提高术后腰椎长期的稳定性有一定意义。但由于椎板开窗的操作范围小,对严重腰椎滑脱患者,难以对受压神经组织进行充分有效的减压。

2.3 椎管成形术

椎管成形术的出现解决了开窗术减压不彻底的缺陷,其本质上是重建椎管,临床上应用较广的方式为减压后骨性及韧带组织的回植,其具有充分的减压效果,且能够恢复骨性椎管的连续性,最大程度地维持腰椎稳定以及预防远期因瘢痕增生所导致的继发性椎管狭窄。在脊柱退行性变的过程中,骨性椎板拱形的弧度是几乎不会改变的,因此行棘突、椎板回植后此处椎管的横截面积远期也并不能减小。Lan-

son 等^[24]用狗做实验,行椎板切除时将其整块取下然后回植,在对比其他硬质材料预防瘢痕粘连研究中发现椎板回植方式瘢痕粘连最轻。随后 Cabukoglu 等^[25]和 Wiens 等^[26]动物实验也证实椎板回植术可以有效避免瘢痕形成对硬脊膜的压迫和粘连。Kotil 等^[27]通过一系列腰椎滑脱椎管成形术的前瞻性和回顾性研究发现,椎板回植成形术是一种简便易行、术后并发症少、骨性融合率高的手术方式。

3 脊柱融合术

对于不稳定性腰椎滑脱导致的腰背痛,滑脱椎体与邻近椎体形成持久坚强的融合,能明显缓解症状,重建脊柱的稳定性亦是手术的基本治疗原则之一^[28]。椎弓根螺钉内固定系统只能提供椎管减压术后腰椎的早期稳定,而椎间骨性的融合则能保证长期的稳定。脊柱融合术式很多,按植骨部位不同可分为后外侧融合术(PLF)、椎间融合术(LIF)、椎体 360°融合术。按入路不同,又分为前路椎间融合术(ALIF)、后路椎间融合术(PLIF)、经椎间孔椎间融合术(TLIF)以及以上两种融合方式共同使用的 360°椎间融合。近年来,虽然非融合技术取得了一定成果,但最能为广大骨科医生接受的手术治疗仍然是融合术。究竟哪种融合能提供坚强且持久的稳定,一直存在争论。

3.1 后外侧融合术

PLF 是以前最常用的标准融合术,具有暴露简单、手术技术要求低及术中损伤神经和硬脊膜的概率较低等优点,但由于只在横突和椎板间进行植骨,植骨床面积较小,术后不融合发生率较高^[29]。

3.2 后路椎间融合术

PLIF 的出现解决 PLF 带来的种种弊端,它以遵循腰椎的生物力学作为出发点,恢复了腰椎承担主要负荷的前中柱的稳定性。相比于 PLF,PLIF 理论上能够一次复位并在椎体间植骨的基础上维持椎间高度,且植骨床面积更大,有利于椎体间的融合。重建腰椎稳定性,术后效果较为满意^[30]。近年来,随着内固定器材和 cage 的应用,PLIF 应用越来越广泛。但 PLIF 术式由于手术暴露范围较大,在切除及剥离双侧骨组织和韧带时,存在一定程度的神经牵拉风险,有导致神经及硬膜损伤的可能。另外,提供椎间支撑力的 cage 也存在下沉、移位的可能^[31]。但最近有学者^[32]在实际临床对比研究中发现,在峡部裂腰椎滑脱症中,椎弓根内固定与联合 PLIF 较 PLF 稍好,但其融合率及预后效果比较差异无统计学意义。

3.3 经椎间孔椎间融合术

TLIF 克服了 PLIF 手术过度牵拉神经根硬膜囊的弊端,但由于手术视野的限制,不适用于需要双侧

广泛减压的患者。有学者^[33]对 PLIF 和 TLIF 两种手术方式进行 Meta 分析发现,两者临床总疗效优良率差异无统计学意义,但相比 PLIF,TLIF 在出血量、住院时间上占优势,且神经损伤及硬膜撕裂的风险更低。

3.4 前路椎间融合术

ALIF 可以更好地保留腰椎前凸角度,纠正后凸畸形,对椎旁软组织影响较小,在重建腰椎矢状位平衡方面更有优势;缺点是可能导致逆向射精、血管及内脏损伤、肾静脉血栓形成,并且无法进行椎管有效减压^[34]。且对于多节段的病变,ALIF 其长期随访结果并不十分理想^[35]。

3.5 后路 360°融合术

由于上述融合方式均存在融合率的不确定性,近年来,后路 360°融合方式受到人们推崇,即 PLF+PLIF,由于植骨床面积大增加,且能融合承担主要重力负荷的脊柱前柱,因此更能保证融合率^[36],并在腰椎滑脱治疗中取得了良好效果^[37]。但该手术方式由于植骨的广泛性,存在着手术时间过长、手术难度过高、术中出血较多等弊端。究竟选择何种植骨融合方式还应根据患者具体病情来分析,对于腰椎融合失败、Ⅱ度以上腰椎严重滑脱、潜在假关节形成,环周 360°融合是其适应证^[38]。

4 滑脱复位术

对于腰椎滑脱是否进行复位以及复位程度的问题,也一直是讨论的热点。腰椎滑脱的复位也应遵循重建脊柱矢状位平衡的原则,骨盆入射角(PI),骶骨倾斜角(SS)及骨盆倾斜角(PT)三者之间存在等式关系即 $PI=SS+PT$,临床观察到腰椎滑脱患者 PT 较大,患者腰痛也与该值的异常有重要关系^[39]。腰椎滑脱手术操作通过重建腰椎的前凸角度,加大患者的 LL 值(腰椎前凸角)致使术后 PT 值降低、SS 增大,从而缓解临床症状,恢复脊柱矢状面平衡。有学者^[40]认为滑脱不应复位,复位后将导致神经根被过度牵拉的情况出现。而多数学者^[41]则认为中重度腰椎滑脱不复位,植骨床面积太小,不利于骨性融合,且仍存在过大的剪切力将有可能导致滑脱病情进展,复位处理可减小这种剪切力进而阻止腰椎滑脱病情的进展。对于临床症状较明显者,完全复位相比部分复位可取得良好的临床效果,但不应为了完全复位而扩大手术创伤,而应根据具体病情进行适度的复位。

5 微创手术治疗

微创不仅是一种技术,也是一种理念。近年来,随着脊柱微创技术的发展,在峡部裂性腰椎滑脱中,利用更小的手术创伤就可实行对责任节段有效的固定、减压、融合,在轻度腰椎滑脱的治疗上,已达到甚至超过开放手术的效果。微创技术因具有更小的手

术创伤,对椎旁软组织干扰较小,对于维持脊柱稳定性具有积极意义,且具有术后并发症少、住院时间短、康复训练开始时间早等优点^[42-43]。Kim 等^[43]对 63 例峡部裂性腰椎滑脱使用经皮椎弓根钉联合 MIS-ALIF 术式,随访 6 年后发现有 56 例患者获得良好的手术效果,且对于预防邻椎病的发生有积极意义。Logroscino 等^[44]对 20 例单节段腰椎失稳的患者行 MIS-PLIF 治疗,术后平均随访 2 年,85% 的患者获得良好的节段融合。康辉等^[45]对 11 例峡部裂行腰椎患者采用 Quadrant 系统进行症状较重一侧的减压及融合,并联合 MED 系统、Sextant-R 系统进行症状减轻一侧的椎板间开窗减压及置钉并提拉复位,患者腰痛明显缓解,腰椎功能明显改善,滑脱均有一定程度的矫正,取得满意疗效。但微创治疗也有其局限性,上述文献报道取得优良效果的一般是针对于 II 度以内的滑脱,对于严重滑脱微创手术是否能取得满意疗效仍不明确。因此要严格把握适应证,不应盲目追求微创而忽略了临床效果。

综上所述,峡部裂性腰椎滑脱症的治疗原则应建立在遵循解除神经压迫、重建脊柱稳定的基础上。对于经保守治疗无效的轻中度峡部裂性腰椎滑脱症(Meyerding 分级 I 度和 II 度),可行开放或微创手术进行减压、复位及融合。值得注意的是,在轻中度峡部裂性腰椎滑脱的治疗过程中,应分清椎间不稳和神经受压在导致临床症状的病因中,究竟孰轻孰重,再进行有针对性的手术干预。而在重度滑脱(Meyerding 分级 III 度及 III 度以上)的手术治疗方式上,行开放手术显然能更好地达到彻底减压、适度复位及坚强椎间融合的目的,进而缓解神经症状,恢复脊柱序列及力线。

参考文献

[1] Kasliwal MK, Smith JS, Kanter A, et al. Management of high-grade spondylolisthesis[J]. Neurosurg Clin N Am, 2013, 24(2): 275-291.

[2] Tsirikos AI, Sud A, Megurk SM. Radiographic and functional outcome of posterolateral lumbosacral fusion for low grade isthmic-spondylolisthesis in children and adolescents[J]. Bone Joint J, 2016, 98-B(1): 88-96.

[3] Saiyo K, Sakai T, Yasui N, et al. Conservative treatment for pediatric lumbar spondylolysis to achieve bone healing using a hard brace: what type and how long: Clinical article[J]. J Neurosurg Spine, 2012, 16(6): 610-614.

[4] 王春, 林永绥, 刘成招, 等. 重度腰椎滑脱症手术治疗[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2011, 26(1): 29-31.

WANG C, LIN YS, LIU CZ, et al. Surgical treatment of lumbar spondylolisthesis over Meyerding grade-III [J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi, 2011 26(1): 29-31. Chinese.

[5] Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M, et al. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26(17): 1873-1878.

[6] Nitta A, Sakai T, Goda Y, et al. Prevalence of symptomatic lumbar spondylolysis in pediatric patients [J]. Orthopedics, 2016, 39(3): e434-e437.

[7] Kimura M. My method of filing the lesion with spongy bone in spondylolysis and spondylolistesis [J]. Seikei Geka, 1968, 19(4): 285-296.

[8] 杨建东, 贾连顺, 李家顺, 等. 峡部植骨治疗单纯腰椎弓峡部裂[J]. 中国矫形外科杂志, 2004, 12(6): 9-10.

YANG JD, JIA LS, LI JS, et al. Direct repair of lumbar spondylolysis with isthmic bone grafting [J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2004, 12(6): 9-10. Chinese.

[9] Kant AP, Daum WJ, Dean SM, et al. Evaluation of lumbar spine fusion. Plain radiographs versus direct surgical exploration and observation [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1995, 20(21): 2313-2317.

[10] Buck JE. Direct repair of the defect in spondylolisthesis. Preliminary report [J]. J Bone Joint Surg Br, 1970, 52(3): 432-437.

[11] Ohmori K, Suzuki K, Ishida Y. Translamino-pedicular screw fixation with bone grafting for symptomatic isthmic lumbar spondylolysis [J]. Neurosurgery, 1992, 30(3): 379-384.

[12] Menga EN, Kebaish KM, Jain A, et al. Clinical results and functional outcomes after direct intralaminar screw repair of spondylolysis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39(1): 104-110.

[13] 王正, 孙天胜. 腰椎峡部裂的治疗进展 [J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(27): 4423-4428.

WANG Z, SUN TS. Advance in the treatment of lumbar spondylolysis [J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu, 2017, 21(27): 4423-4428. Chinese.

[14] Nicol RO, Scott JH. Lytic spondylolysis. Repair by wiring [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1986, 11(10): 1027-1030.

[15] Chen IR, Wei TS. Discheight and lumbar index as independent predictors of degenerative spondylolisthesis in middle-aged women with low back pain [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34(13): 1402-1409.

[16] Giudici F, Minoia L, Archetti M, et al. Long term results of the direct repair of spondylolisthesis [J]. Eur Spine J, 2011, 20(Suppl 1): S115-S120.

[17] Morscher E, Gerber B, Fasel J. Surgical treatment of spondylolisthesis by bone grafting and direct stabilization of spondylolysis by means of a hook screw [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 1984, 103(3): 175-178.

[18] Shin MH, Ryu KS, Rathu NK, et al. Direct pars repair surgery using two different surgical methods: pedicle screw with universal hook system and direct pars screw fixation in symptomatic lumbar spondylolysis patients [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2012, 51(1): 14-19.

[19] Ivanic GM, Pink TP, Achatz W, et al. Direct stabilization of lumbar spondylolysis with a hook screw: mean 11-year follow-up period for 113 patients [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2003, 28(3): 255-259.

[20] Schlenzka D, Remes V, Helenius I, et al. Direct repair for treatment of symptomatic spondylolysis and low-grade isthmic spondylolisthesis in young patients: no benefit in comparison to segmental fusion after a mean follow-up of 14.8 years [J]. Eur Spine J, 2006, 15(10): 1437-1447.

[21] Arts M, Pondaag W, Peul W, et al. Nerve root decompression without fusion in spondylolytic spondylolisthesis: long-term results of Gill's procedure [J]. Eur Spine J, 2006, 15(10): 1455-1463.

- [22] Ghobadifar MA, Pourghardash F, Akbarzadeh A, et al. Safety of epidural steroid injection methods in the management of recurrent lumbar disc herniation: few comments [J]. *Asian Spine J*, 2015, 9(2): 311-312.
- [23] Burton CV, Kirkaldy-Willis WH, Yong-Hing K, et al. Causes of failure of surgery on the lumbar spine [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1981, (157): 191-199.
- [24] Lanson KJ, Malycky JL, Berry JL, et al. Lamina repair and replacement to control laminectomy membrane formation in dogs [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1991, 16(6): 222-226.
- [25] Cabukoglu C, Guven O, Yildirim Y, et al. Effect of sagittal plane deformity of the lumbar spine on epidural fibrosis formation after laminectomy: an experimental study in the rat [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2004, 29(20): 2242-2247.
- [26] Wiens R, Rak M, Cox N, et al. Synchrotron FTIR microspectroscopic analysis of the effects of anti-inflammatory therapeutics on wound healing in laminectomized rats [J]. *Anal Bioanal Chem*, 2007, 387(5): 1679-1689.
- [27] Kotil K. Replacement of vertebral lamina (laminoplasty) in surgery for lumbar isthmic spondylolisthesis: 5-year follow-up results [J]. *Asian Spine J*, 2016, 10(3): 443-449.
- [28] 侯树勋. 正确掌握腰椎滑脱的治疗原则 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 1999, 9(4): 183-184.
HOU SX. Correct understanding of the treatment principle of lumbar spondylolisthesis [J]. *Zhongguo Ji Zhi Ji Sui Za Zhi*, 1999, 9(4): 183-184. Chinese.
- [29] Wang JC, Mummaneni PV, Haid RW. Current treatment strategies for the painful lumbar motion segment: posterolateral fusion versus interbody fusion [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30(16 Suppl): S33-S43.
- [30] Cunningham JE, Elling EM, Milton AH, et al. What is the optimum fusion technique for adult isthmic spondylolisthesis PLIF or PLF. A long-term prospective cohort comparison study [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2013, 26(5): 260-267.
- [31] 赵栋, 邱贵兴, 仇建国, 等. 腰椎融合技术及其临床研究进展 [J]. *中华骨科杂志*, 2007, 27(4): 298-300.
ZHAO D, QIU GX, ZHANG JG, et al. Advance of lumbar fusion technology and its clinical research [J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2007, 27(4): 298-300. Chinese.
- [32] 梅启元, 邵琳. 椎弓根内固定联合不同融合方式治疗峡部裂型腰椎滑脱症效果比较 [J]. *解放军医药杂志*, 2017, 29(4): 79-81.
MEI QY, SHAO L. Effect comparison of pedicle screw fixation combined with different fusion methods in treatment of lumbar spondylolisthesis [J]. *Jie Fang Jun Yi Yao Za Zhi*, 2017, 29(4): 79-81. Chinese.
- [33] 于亮, 徐荣明, 马维虎, 等. TLIF 与 PLIF 治疗腰椎退行性疾病疗效的 Meta 分析 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2013, 23(10): 886-890.
YU L, XU RM, MA WH, et al. Meta-analysis of outcomes of transforaminal lumbar interbody fusion versus posterior lumbar interbody fusion for degenerative lumbar diseases [J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2013, 23(10): 886-890. Chinese.
- [34] Choi KC, Ahn Y, Kang BU, et al. Failed anterior lumbar interbody fusion due to incomplete foraminal decompression [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2011, 153(3): 567-574.
- [35] Marchi L, Oliveira L, Coutinho E, et al. Results and complications after 2-level axial lumbar interbody fusion with a minimum 2-year follow-up [J]. *J Neurosurg Spine*, 2012, 17(3): 187-192.
- [36] Helenius I, Lamberg T, Osterman K, et al. Posterolateral, anterior, or circumferential fusion insitu for high-grade spondylolisthesis in young patients: a long-term evaluation using the scoliosis research society questionnaire [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(2): 190-196.
- [37] 朱定川, 高峰, 曾建成, 等. 360°植骨融合术治疗腰椎滑脱症的近期疗效观察 [J]. *华西医学*, 2012, 27(11): 1625-1628.
ZHU DC, GAO F, ZENG JC, et al. Short-term curative efficacy of 360-degree interbody fusion for lumbar spondylolisthesis [J]. *Hua Xi Yi Xue*, 2012, 27(11): 1625-1628. Chinese.
- [38] Hresko MT, Hirschfeld R, Buerk AA, et al. The effect of reduction and instrumentation of spondylolisthesis on spinopelvic sagittal alignment [J]. *J Pediatr Orthop*, 2009, 29(2): 157-162.
- [39] Mukai Y, Takenaka S, Hosono N, et al. Intramuscular pressure of the multifidus muscle and low-back pain after posterior lumbar interbody fusion: comparison of mini-open and conventional approaches [J]. *J Neurosurg Spine*, 2013, 19(6): 651-657.
- [40] 张超, 孙天威, 田融, 等. 两种手术方式治疗峡部裂型腰椎滑脱症的比较研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2015, 29(2): 180-184.
ZHANG C, SUN TW, TIAN R, et al. Comparative study on two surgical treatment of isthmic spondylolisthesis [J]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*, 2015, 29(2): 180-184. Chinese.
- [41] 胡靖. 腰椎滑脱复位对脊柱矢状面形态及疗效的影响 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2015, 23(18): 1699-1702.
HU J. Effect of surgical reduction on sagittal morphology and clinical outcome in lumbar spondylolisthesis [J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi*, 2015, 23(18): 1699-1702. Chinese.
- [42] 胡德新, 郑琦, 朱博, 等. 经椎间孔镜下选择性减压治疗老年性腰椎管狭窄症的疗效分析 [J]. *中国骨伤*, 2014, 27(3): 194-198.
HU DX, ZHENG Q, ZHU B, et al. Percutaneous intervertebral foramina endoscopic lumbar discectomy decompression for elder patients with lumbar spinal stenosis syndrome [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2014, 27(3): 194-198. Chinese with abstract in English.
- [43] Kim JS, Choi WG, Lee SH. Minimally invasive anterior lumbar interbody fusion followed by percutaneous pedicle screw fixation for isthmic spondylolisthesis: minimum 5-year follow-up [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 10(5): 404-409.
- [44] Logroscino CA, Proietti L, Pola E, et al. A minimally invasive posterior lumbar interbody fusion for degenerative lumbar spine instabilities [J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(Suppl 1): S41-S45.
- [45] 康辉, 蔡贤华, 徐峰, 等. MED Quadrant Sextant-系统联合治疗腰椎滑脱症的临床研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2013, 27(4): 399-403.
KANG H, CAI XH, XU F, et al. Effectiveness of combined treatment of lumbar spondylolisthesis with med, quadrant, and sextant-system [J]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*, 2013, 27(4): 399-403. Chinese.