

Dynesys在腰椎退变性疾病治疗中的应用进展

Overview of dynamic dynamic neutralization system for degenerative diseases of the lumbar spine

关 凯, 李 放, 孙天胜, 张昌猛

(北京军区总医院骨科 100700 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2013.04.17

中图分类号: R681.5, R608 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2013)-04-0373-04

Dynesys (dynamic neutralization system, Dynesys) 是一种后路经椎弓根动态内固定装置, 由 Stoll 等^[1]在 Graf 韧带系统的基础上改进设计而成, 是目前临床上使用较为广泛的非融合内固定方式之一。其设计目的在于维持手术节段稳定性的同时保留一定的椎体间活动度 (range of motion, ROM), 以减缓邻近节段退变 (adjacent segments degeneration, ASD) 的发生。Dynesys 自应用于临床以来已有十几年的历史, 现已广泛用于腰椎间盘突出症、腰椎管狭窄症、退行性脊柱侧凸和腰椎滑脱症等腰椎退变性疾病行减压术后的辅助治疗。其适应证包括^[2]: ①腰椎管狭窄或退行性腰椎滑脱所导致的神经源性疼痛或椎间盘退变所导致的腰痛; ②减压手术导致的医源性腰椎不稳; ③退行性脊柱侧凸所致的椎管狭窄并处于进展期。禁忌证: ①Ⅱ度以上的峡部不连性或退行性椎体滑脱; ②大于 10° 的退行性脊柱侧凸; ③颈、胸椎; ④局部有骨肿瘤、感染或骨折; ⑤合并重度骨质疏松及其他代谢性骨疾病; ⑥融合失败后的翻修术; ⑦严重椎间盘退变导致的椎间盘源性疼痛。现就 Dynesys 的临床应用进展综述如下。

1 Dynesys 的组成及作用机理

Dynesys 由钛合金椎弓根螺钉、聚对苯二甲酸乙二酯绳索和聚碳酸酯聚氨酯柱形弹性套管组成, 其中绳索穿过柱形套管与之组成纵向构件并与螺钉相连接。绳索被固定在椎弓根螺钉之间产生张力, 限制脊柱的过度前屈; 安放在螺钉间合适长度的弹性套管则可对抗由于绳索牵拉所产生的张力, 起到限制过度后伸的作用; 绳索与套管组成的装置可长期与固定螺钉间存在微动, 为固定节段保留一定的生理活动度。其作用在于恢复脊柱的序列和稳定性, 减少相应节段的异常活动, 保留固定节段一定的活动度, 改善腰椎节段间的应力传导, 减少对邻近节段椎间盘内压和活度度的影响。Barrey 等^[3]系统回顾了有关 Dynesys 生物

力学机制的基础研究, 证实了其应用于腰椎退变性疾病的理论可行性。

2 Dynesys 的临床应用

Majd 等^[4]观察了 Dynesys 固定不同节段的活动度, 研究纳入 44 例腰椎退变患者, 其中 14 例固定单节段, 20 例固定双节段, 10 例固定 3 节段, 2 年的随访结果显示单节段固定者保留了平均前屈 5°、后伸 3.5°、总体 8.5° 的 ROM; 双节段固定者保留了平均前屈 6.5°、后伸 5°、总体 11.5° 的 ROM; 三节段固定者保留了平均前屈 6.6°、后伸 5.6°、总体 12.1° 的 ROM。Beastall 等^[5]对比了 24 例经 Dynesys 固定患者术前及术后 9 个月的影像学资料, 发现腰椎整体 ROM 及固定节段屈曲 ROM 分别减少 13.37° 和 4.08°, 且邻近节段 ROM 未见明显增加, 固定节段前侧椎间隙高度平均减少 0.7mm, 后侧减少 0.3mm。Fayyazi 等^[6]通过小样本的前瞻性研究在影像学上精确分析了置入 Dynesys 后固定节段的活动度改变情况, 研究纳入 6 例老年退变性椎体滑脱并椎管狭窄患者, 术后随访 24 个月, 发现固定节段在前屈、后伸、左右侧弯的平均 ROM 分别为 1°、2.4°、0.6°、0.6°, 但在随访期内未发现邻近节段 ROM 的明显增加。该作者认为 Dynesys 可以很好地控制退变性椎体滑脱, 但为固定节段提供的有限 ROM 远低于正常范围, 其对于邻近节段 ROM 的影响尚需要大样本资料的长期随访。Vaga 等^[7]测量了 10 例慢性腰痛患者经减压并 Dynesys 固定术前和术后 6 个月的椎间盘糖胺聚糖含量, 发现经 Dynesys 固定节段的椎间盘糖胺聚糖含量增加了 61%, 邻近节段则减少了 68%, 可见 Dynesys 能促进退变椎间盘的部分修复, 对退变严重的椎间盘改善尤为明显, 但此研究同时也提示了邻近节段椎间盘退变的继续, 作者认为可能和自然病程有关。Putzier 等^[8]比较了 49 例实施单纯髓核摘除和 35 例摘除髓核后附加 Dynesys 固定的腰椎间盘突出症患者的 MRI, 随访 34 个月, 发现附加 Dynesys 固定节段的椎间盘没有明显继续退变的表现, 而单纯髓核摘除的病变节段的椎间盘则有明显的退变加重。Cienciala 等^[9]随访了 102 例经 Dynesys 固定的老年腰椎间盘退变患者共 146

第一作者简介: 男 (1968-), 医学硕士, 副主任医师, 研究方向: 脊柱外科

电话: (010)66721269-8001 E-mail: G8001K@126.com

通讯作者: 孙天胜 E-mail: suntiansheng-@163.com

一个固定节段, 36 个月的随访结果显示固定节段椎间盘的退变并没有得到改善, 但明显改善了骨髓的水肿程度, 有 26 例患者突出的椎间盘得到很好的控制, 恢复了椎管容积, 虽然前侧椎间隙有平均 0.7mm 的高度丢失, 但所有患者疼痛症状及功能均得到明显改善。

丁亮华等^[10]对 24 例单节段腰椎管狭窄症患者行椎管减压后应用 Dynesys 固定, 平均随访 19.1 个月, 所有患者末次随访时平均疼痛视觉模拟评分 (visual analog scale, VAS) 及 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 均有明显改善, 手术节段 Cobb 角均较术前减少, 腰椎曲度改善, 椎间高度均较术前显著增加, 所固定节段保留了一定的活动度, 且未随时间推移而发生显著改变, 邻近节段亦无继发性椎间隙变窄、椎体增生及终板硬化的表现, 作者认为 Dynesys 可以用于腰椎管狭窄症减压后的辅助治疗。Lee 等^[11]随访了 19 例行减压术后 Dynesys 固定的老年腰椎退变患者共 30 个节段, 包括腰椎管狭窄伴退变性滑脱 9 例, 椎管狭窄伴脊柱侧凸 2 例, 单纯椎管狭窄 7 例, 复发性椎间盘突出症 1 例, 平均随访 27.25±5.16 个月, 结果显示所有固定及邻近节段 ROM 变化均无统计学意义, 未发生内固定失败, 且患者 VAS 评分及 ODI 均有显著改善。Schaeren 等^[12]对行减压后经 Dynesys 固定的 26 例腰椎管狭窄合并退变性滑脱的老年患者进行了平均 52 个月的随访, 所有患者腰腿痛 VAS 评分和行走距离均有显著改善, 从影像学上看, 滑脱没有加重, 固定节段稳定; 有 3 例患者分别在术后 2 年和 4 年出现螺钉松动, 1 例患者出现螺钉断裂, 同时有 47% 的患者发生 ASD, 但 95% 患者对手术表示满意。Hu 等^[13]也观察了 32 例老年腰椎退变患者, 包括单纯腰椎间盘突出症 10 例, 腰椎管狭窄症 14 例, 退变性椎体滑脱 5 例, 术后复发性椎间盘突出症 3 例, 其中单节段固定 23 例, 双节段固定 9 例, 平均随访 16.4±5.5 个月, 所有患者腰腿痛 VAS 评分均较术前明显降低, ODI 由 (69±12.6)% 降至 (28±15.7)%, 所固定节段及其邻近节段 ROM 与术前相比无显著改变, 且没有发生与内固定相关的并发症。Silvestre 等^[14]观察了应用 Dynesys 治疗老年腰椎侧凸患者的临床效果, 共纳入 29 例患者, 其中 27 例伴有椎管狭窄, 13 例伴有腰椎滑脱, 11 例有减压手术史, 减压术后给予 Dynesys 固定, 其中 18 例固定 3 个节段, 5 例固定 4 个节段, 2 例固定 5 个节段, 4 例固定 6 个节段, 平均随访 54 个月, 患者功能症状均得到了显著改善, 侧凸 Cobb 角平均矫正了 37.5%, 前滑脱矫正了 14.6%, 作者认为 Dynesys 可以为实施广泛减压后的多节段腰椎管狭窄患者提供良好的稳定性, 临床疗效优良。

总之, 目前研究对 Dynesys 应用于治疗腰椎退变性疾病基本持肯定意见。可以作为一种安全、有效的手段用于腰椎退变性疾病的治疗。

3 Dynesys 与刚性融合术的比较

刚性融合术作为治疗腰椎退变疾病的经典术式, 虽

然可以达到良好的固定效果及近期疗效, 然而通过长期随访发现其临床满意率远低于其融合率, 且融合后所导致的邻近节段活动负荷增加, 会加速邻近节段的退变。调查发现^[15], 融合的满意度只有 68%, 虽然有 2/3 的患者表示术后腰腿痛有所缓解, 然而只有 1/3 的患者表示其日常生活能力得到了改善, 不到半数的患者认为该手术有效。Dynesys 通过动态保留来改善固定节段的应力传导并重建旋转中心, 减轻邻近节段的运动代偿, 达到延迟或避免邻近节段早期退变发生的目的^[16]。王孟等^[17]纳入了 36 例腰椎管狭窄症及腰椎间盘突出症的患者, 平均分为两组, 分别行单节段 Dynesys 固定及腰椎融合术, 随访 7~33 个月后, 两组 VAS 及 ODI 评分均有明显改善, 但 Dynesys 组邻近节段 ROM 无明显改变, 而腰椎融合组邻近节段 ROM 显著增加, 且相比于融合组, Dynesys 组还具有手术时间短、出血量少的优点。Yu 等^[18]回顾分析比较了 Dynesys 和后路椎间融合术固定多节段的临床疗效, 研究纳入 35 例经 Dynesys 固定的腰椎退变疾病患者, 纳入标准为单或多节段腰椎管狭窄或不伴 I 度椎体滑脱及椎间盘突出, 并进行了 3 年的随访, 同时与 25 例行后路椎间融合术的病例比较, 结果显示应用 Dynesys 组在 ODI 及 VAS 评分改善方面具有明显的优势, 两组间并发症发生率无统计学差异; 影像学结果显示 Dynesys 保留了固定节段及整体腰椎一定的活动度, 但减少了前侧椎间隙的高度; 二者均增加了后侧椎间隙的高度, 其中 Dynesys 组更优, 作者认为 Dynesys 可以替代刚性融合术用于多节段椎体的固定。Cakir 等^[19]比较了 25 例分别行减压后 Dynesys 固定和刚性融合的单节段腰椎管狭窄患者的临床疗效, 平均随访 37.5 个月, 发现二者均没有改变固定节段上下邻近节段的 ROM, 但刚性融合组腰椎整体 ROM 及固定节段 ROM 均明显减小, 而 Dynesys 组腰椎整体 ROM 及固定节段 ROM 均没有明显改变。

随着研究的深入, 利用融合术的刚性与动态固定的柔韧性, 联合应用融合与 Dynesys 混合固定治疗退变性腰椎疾患也得到了尝试, 生物力学机制的研究已证实了其理论可行性^[20]。脊柱骨盆矢状位失衡与腰椎退变的加速存在显著的相关性^[21], 刚性融合可以很好地保存腰椎的生理前凸, 在维持脊柱骨盆矢状位平衡方面优于 Dynesys, 但会增加邻近节段的运动代偿, 尤其对于影像学上已有轻微退变的节段。在融合邻近节段附加 Dynesys 固定可以利用其动态保留的特点起到保护作用, 有效减缓邻近节段退变的进展。Schwarzenbach 等^[22]的研究纳入了 31 例多节段腰椎间盘退变患者, 给予融合附加 Dynesys 混合固定, 其中 15 例固定双节段, 15 例固定 3 个节段, 1 例固定 5 个节段, 平均随访 39 个月, 结果显示所有患者 VAS 及 ODI 评分均有明显改善, 联合应用 Dynesys 固定的融合节段达到了 100% 的融合率, 所置入的 222 枚螺钉仅有 1 枚发生松动, 未发现邻近节段退变加重, 作者认为混合固定方式不论是技术上还是疗效上均可以作为一种安全、有效的手段来治疗腰

椎多节段退变性疾病。Chen 等^[23]比较了 Dynesys 与另一种混合动态固定装置 Flex PLUS 系统 (Spinevision, Paris, France) 治疗多节段老年腰椎间盘突出患者的临床疗效, 15 例应用 Dynesys, 14 例应用 Flex PLUS, 平均随访 19.3 个月, 发现相比于 Dynesys, Flex PLUS 可以更好地保持腰椎前凸角, 并减少邻近节段所增加的代偿 ROM, 在理论上可以预防 ASD 的发生, 但确切疗效仍需长期随访观察。Putzier 等^[24]进行的前瞻性随机对照研究观察了在实施单节段融合的邻近节段附加 Dynesys 固定对其退变的预防效果, 研究纳入了 60 例退变性腰椎滑脱和腰椎间盘突出症患者, 纳入标准为固定节段终板退变 Modic 分级 ≥ 2 , 但邻近上节段无退变症状。分别行单节段融合和单节段融合+邻近上节段 Dynesys 固定, 平均随访 76.4 个月, 发现有 6 例融合患者和 1 例混合固定患者出现了明显的邻近节段退变表现, 2 例混合固定的患者出现了 Dynesys 邻近上节段的退变, 同时有 1 例患者 Dynesys 固定节段发生了融合, 3 例混合固定患者出现了内固定失败, 而单纯融合组未发生内固定相关的并发症。因此作者权衡其不太显著的临床预后和较高的内固定失败率, 不主张使用混合固定来预防无症状邻近节段的退变。

Dynesys 较之于刚性融合术的优势主要体现在对邻近节段的保护作用上, 尤其是对于退变程度不太严重的节段, 它可以减缓固定节段退变的进程并预防邻近节段早期退变的发生。对于同等情况下术式的选择问题, Natarajan 等^[25]的研究结果显示融合术用于腰椎间盘突出症患者疗效较好, 尤其是对于退变较为严重的椎间盘源性疼痛患者; Dynesys 则更适于治疗腰椎退变导致的节段不稳患者, 利用其动态保留的特点纠正反常运动, 保留椎间盘、小关节及韧带的功能, 使固定效果更接近生理状态。

4 Dynesys 在临床应用中的不足

每种内固定方式都存在其自身的缺点和不足, 通过长期的随访发现 Dynesys 也存在术后感染、脑脊液漏以及螺钉松动、断裂、位置欠佳、内固定失效等并发症, 造成了一定的术后翻修率。Wu 等^[26]分析了 126 例行 Dynesys 固定的腰椎退变患者, 共 658 枚螺钉, 平均随访 37 ± 7.1 个月, 发现 25 例患者共 31 枚螺钉发生松动, 发生螺钉松动的患者平均年龄明显高于未松动患者, 患有糖尿病的患者更易发生螺钉松动; 22 例患者在术后 6.6 个月内发生松动; 18 例患者螺钉松动发生在下位螺钉, 7 例发生在上位螺钉; 但螺钉松动患者和未松动患者之间 VAS 评分、ODI 无显著性差异, 所有发生螺钉松动的患者均没有临床症状。Silvestre 等^[14]随访了 29 例退变性腰椎侧凸患者, 平均随访 54 个月, 有 2 例患者因为螺钉位置欠佳引发顽固性坐骨神经痛而实施翻修术, 1 例患者因发生邻近下节段椎间盘突出严重退变而实施延长固定术, 术后效果均佳。Würgler - Hauri 等^[27]进行的前瞻性临床研究选取了 37 例行神经根减压后 Dynesys 固定的腰椎管狭窄、II 度以内的椎体滑脱

或腰椎间盘突出症患者, 41% 的患者有减压手术史, 单节段固定 11 例, 双节段固定 17 例, 3 节段固定 9 例, 平均随访 12 个月, 虽然所有患者腰腿痛 VAS 评分均得到了明显改善, 伴有神经根性疼痛症状的患者由术前 59.2% 降至 27.3%; 影像学随访结果显示在所固定的 224 枚螺钉中有 4 枚断裂, 2 枚位置欠佳, 2 枚发生松动; 1 年后共有 7 例患者 (19%) 要求行翻修术。作者认为与单纯神经根减压术或应用其他固定方式相比, Dynesys 并没有体现出其优势。Kim 等^[28]观察了 21 例腰椎不稳患者, 单节段固定 7 例, 多节段固定 14 例, 随访 31 ± 14 个月, 结果显示虽然两组椎间盘高度均没有明显下降, 但两组固定节段 ROM 均显著下降, 且邻近上节段 ROM 均明显增加, 并有 6 例多节段固定患者发生了椎体的后滑脱; 大于 4 年的随访发现 Dynesys 仅能保存固定节段 8% 的 ROM, 47% 的患者会发生邻近节段退变。Ko 等^[29]报道了 71 例经 Dynesys 固定的腰椎退变患者, 平均随访 16.6 个月, 有 14 例共 17 枚螺钉发生松动, 松动率 4.6%, 大部分螺钉松动发生在年龄大于 55 岁的患者 (13 例)。Maserati 等^[30]报道了应用 DTO 混合固定的 24 例腰椎退变患者, 平均随访 22 个月, 失访 2 例, 共 5 例发生了术后并发症, 其中 2 例脑脊液漏、2 例切口感染、1 例因螺钉位置靠内导致疼痛要求翻修。

总之, 作为动态固定装置的一种, 与刚性融合术相比, Dynesys 的动态保留作用可以更合理地维持固定节段的解剖结构, 减轻邻近节段的运动代偿, 在预防邻近节段早期退变方面有一定的生物力学优势, 还具有创伤小、出血量少、手术时间短等优点, 且可以避免植骨取骨所带来的疼痛, 可以作为一种替代刚性融合术的手术方式来辅助固定行神经减压后存在不稳隐患的节段。同时, Dynesys 也存在一些不足和亟需改进的地方, 有关其临床和基础研究均表明 Dynesys 尚不能完全恢复腰椎的生理活动状态, 针对其预防邻近节段退变的确切疗效根据目前的文献不能得出肯定的结论, 尚需要更多的多中心随机对照试验来验证。因此, 在应用 Dynesys 时应严格掌握其适应证和禁忌证。应用 Dynesys 的目的是克服融合手术的长期并发症、提高临床疗效, 相信随着基础研究和动态固定材料学的发展, 动态固定可以取得越来越好的临床疗效。

5 参考文献

1. Stoll TM, Dubois G, Schwärzenbach O. The dynamin neutralization system for the spine: a multi-center study of a novel non-fusion system[J]. Eur Spine J, 2002, 11(2): 170-178.
2. Schwarzenbach O, Berlemann U, Stoll TM, et al. Posterior dynamic stabilization systems: DYNESYS[J]. Orthop Clin North Am, 2005, 36(3): 363-372.
3. Barrey CY, Ponnappan RK, Song J, et al. Biomechanical evaluation of pedicle screw-based dynamic stabilization devices for the lumbar spine: a systematic review[J]. SAS J, 2008, 2(4): 159-170.
4. Majd M, Kube R, Holt RT, et al. Dynesys as a dynamic sta-

- bilization device: does it preserve lumbar motion? Proceedings of the NASS 23rd Annual Meeting/Spine J, 2008, 8(5): 111.
5. Beastall J, Karadimas E, Siddiqui M, et al. The Dynesys lumbar spinal stabilization system: a preliminary report on positional magnetic resonance imaging findings [J]. Spine, 2007, 32(6): 685–690.
6. Fayyazi AH, Ordway NR, Park SA, et al. Radiostereometric analysis of postoperative motion after application of Dynesys dynamic posterior stabilization system for treatment of degenerative spondylolisthesis[J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23(4): 236–241.
7. Vaga S, Brayda-Bruno M, Perona F, et al. Molecular MR imaging for the evaluation of the effect of dynamic stabilization on lumbar intervertebral discs [J]. Eur Spine J, 2009, 18(1): 40–48.
8. Putzier M, Schneider SV, Funk JF, et al. The surgical treatment of the lumbar disc prolapse nucleotomy with additional transpedicular Dynamic stabilization versus nucleotomy alone [J]. Spine, 2005, 30(5): 109–114.
9. Cienciala J, Chaloupka R, Repko M, et al. Dynamic neutralization using the dynesys system for treatment of degenerative disc disease of the lumbar spine[J]. Acta Chir Orthop Traumatol Cech, 2010, 77(3): 203–208.
10. 丁亮华, 何双华, 樊友亮, 等. 椎管减压椎弓根动态稳定系 (Dynesys) 治疗腰椎管狭窄症的临床疗效[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(8): 633–638
11. Lee SE, Park SB, Jahng TA, et al. Clinical experience of the Dynamic stabilization system for the degenerative spine disease[J]. J Korean Neurosurg, 2008, 43(5): 221–226.
12. Schaaeren S, Broger I, Jeanneret B. Minimum four-year follow-up of spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis treated with decompression and Dynamic stabilization [J]. Spine, 2008, 33(18): 636–642.
13. Hu Y, Gu YJ, Xu RM, et al. Short-term clinical observation of the Dynesys neutralization system for the treatment of degenerative disease of the lumbar vertebrae [J]. Orthop Surg, 2011, 3(3): 167–175
14. Silvestre MD, Lolli F, Bakaloudis G, et al. Dynamic stabilization for degenerative lumbar scoliosis in elderly patients [J]. Spine, 2010, 35(2): 227–234.
15. Grob D, Luca A, Mannion AF. Semirigid fixation system for the lumbar spine. In: M. Szpalski, et al. Surgery for Low Back Pain[M]. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. 227–231.
16. Ricart O, Serwier JM. Dynamic stabilisation and compression without fusion using Dynesys for the treatment of degenerative lumbar spondylolisthesis: a prospective series of 25 cases[J]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 2008, 94(7): 619–627.
17. 王孟, 李坤, 王飞, 等. 非融合技术与腰椎融合术治疗腰椎退变性疾病的早期疗效观察[J]. 临床骨科杂志, 2012, 15(1): 10–12.
18. Yu SW, Yen CY, Wu CH, et al. Radiographic and clinical results of posterior dynamic stabilization for the treatment of multisegment degenerative disc disease with a minimum follow-up of 3 years[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2012, 132(5): 583–589.
19. Cakir B, Carazzo C, Schmidt R, et al. Adjacent segment mobility after rigid and semirigid instrumentation of the lumbar spine[J]. Spine, 2009, 34(12): 1287–1291.
20. Strube P, Tohtz S, Hoff E, et al. Dynamic stabilization adjacent to single-level fusion(Part I): biomechanical effects on lumbar spinal motion[J]. Eur Spine J, 2010, 19(12): 2171–2180.
21. Keorochana G, Taghavi CE, BS, Lee KB, et al. Effect of sagittal alignment on kinematic changes and degree of disc degeneration in the lumbar spine[J]. Spine, 2011, 36(11): 893–898.
22. Schwarzenbach O, Rohrbach N, Berlemann U. Segment-by-segment stabilization for degenerative disc disease: a hybrid technique[J]. Eur Spine J, 2010, 19(6): 1010–1020.
23. Chen H, Charles YP, Bogorin I, et al. Influence of 2 different Dynamic dtabilization systems on sagittal spinopelvic alignment[J]. J Spinal Disord Tech, 2011, 24(1): 37–43.
24. Putzier M, Hoff E, Tohtz S, et al. Dynamic stabilization adjacent to single-level fusion(Part II): No clinical benefit for asymptomatic, initially degenerated adjacent segments after 6 years follow-up[J]. Eur Spine J, 2010, 19(12): 2181–2189.
25. Natarajan G, Desai M. Comparative study of rigid versus dynamic spine stabilization for degenerative lumbar spine disorders[J]. J Orthopaedics, 2007, 4(3): e7.
26. Wu JC, Huang WC, Tsai HW, et al. Pedicle screw loosening in dynamic stabilization: incidence, risk, and outcome in 126 patients[J]. Neurosurg Focus, 2011, 31(4): 1–9.
27. Würgler-Hauri CC, Kalbarczyk A, Wiesli M, et al. Dynamic neutralization of the lumbar spine after microsurgical decompression in acquired lumbar spinal stenosis and segmental instability[J]. Spine, 2008, 33(3): 66–72.
28. Kim CH, Chung CK, Jahng TA. Comparisons of outcomes after single or multilevel dynamic stabilization: effects on adjacent segment[J]. J Spinal Disord Tech, 2011, 24(1): 60–67.
29. Ko CC, Tsai HW, Huang WC, et al. Screw loosening in the Dynesys stabilization system: radiographic evidence and effect on outcomes[J]. Neurosurg Focus, 2010, 28(6): E10.
30. Maserati MB, Tormenti MJ, Panczykowski DM, et al. The use of a hybrid dynamic stabilization and fusion system in the lumbar spine: preliminary experience[J]. Neurosurg Focus, 2010, 28(6): E2.

(收稿日期:2012-05-30 末次修回日期:2012-09-10)

(本文编辑 卢庆霞)