

· 综 述 ·

Dynesys 动态稳定系统术后并发症[△]

刘卓斌, 杨大志*

(深圳市人民医院脊柱外科, 广东深圳 518000)

摘要: 随着人们劳作方式与生活习惯的改变, 慢性腰背痛成为了大多数人主要的健康问题, 并导致社会经济成本增高和生活质量的降低。退变性椎间盘疾病被视为疼痛的一个重要来源。后路腰椎体间融合 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF) 历来被认为是治疗腰椎退行性疾病的首选方法。然而, 随着研究的增加, 更多的报道描述了融合术的缺陷, 为解决这些问题, 非融合技术应运而生。而其中, Dynesys 动态内固定系统是临床上应用较广泛的腰椎非融合技术, 与脊柱融合术相比, 使用 Dynesys 系统作为非融合椎弓根螺钉稳定结构具有良好的效果。然而, Dynesys 系统并非没有并发症和不良事件, 本文就其最常见并发症的研究做一综述。

关键词: Dynesys, 并发症, 邻近节段退变, 感染, 螺钉

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 18-1665-04

Postoperative complications of Dynesys dynamic stability system // LIU Zhuo-bin, YANG Da-zhi. Department of Spinal Surgery, Shenzhen People's Hospital, Shenzhen 518000, China

Abstract: With the change of people's working style and living habits, chronic low back pain has become the main health problem in the most people, which leads to the increase of socioeconomic cost and the loss of life quality. Posterior lumbar interbody fusion (PLIF) has always been regarded as the first choice for the treatment of lumbar degenerative diseases. However, with the increase of research more reports describe the defects of fusion. To solve these problems, non-fusion technique came into being. Among them, Dynesys dynamic internal fixation system is a widely used non-fusion technique of lumbar spine at present. Compared with fusion, Dynesys system archives good outcomes by stabilizing the structure with non-fusion pedicle screws. However, Dynesys system also has its complications and adverse events. This article reviews the researches on the most common complications of the Dynesys.

Key words: Dynesys, complication, adjacent segment degeneration, infection, screw

退变性椎间盘疾病被视为慢性腰背痛的一个重要来源, 通常, 保守治疗可以缓解疼痛和恢复功能, 但仍有部分患者症状改善不明显或持续加重, 手术成为最终的解决方案。由于后路单纯椎间盘摘除术 (包括椎间孔镜下微创手术), 具有较高的复发率, 目前, 腰椎体间融合 (PLIF、TLIF 等) 被认为是治疗腰椎退行性疾病的首选方法^[1,2]。然而, 随着研究的增加和深入, 更多的报道描述了融合术的缺陷, 如术后邻近节段变性 (adjacent segment degeneration, ASD)、融合失败和获得性脊柱不稳^[3]。为解决这些问题, 非融合技术应运而生。其中, Dynesys 动态内固定系统是临床上应用较广泛的腰椎非融合技术^[4]。

Dynesys 动态内固定系统不需要进行手术节段椎

间融合, 减少了手术中对椎体及周围软组织的医源性创伤并缩短手术时间, 同时, 在稳定腰椎节段的基础上, 保留了手术节段的运动单元, 改善了手术节段的负荷传导^[5]。然而, 对于 Dynesys 动态系统的并发症鲜有报道。本文对 Dynesys 动态系统的常见并发症进行综述。

1 生物力学评价

从 Dynesys 系统开始使用至今, 众多医师对其术后融合节段及邻近节段的生物力学变化进行了相应的研究。丁亮华等^[6]对 24 例单节段腰椎管狭窄症患者行 Dynesys 术后发现, 该系统能在椎体后部结构、纤

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.18.07

[△]基金项目: 深圳市科技创新委基金项目 (编号: JCYJ20180305164659637; SGLH20180625141602256)

作者简介: 刘卓斌, 硕士在读, 研究方向: 腰椎退行性疾病, (电话) 13686886779, (电子信箱) 827187160@qq.com

* 通信作者: 杨大志, (电子信箱) yangdazhi1111@163.com

维环和后纵韧带产生张力,使后部小关节恢复到原来的位置和功能,改善椎间盘的活动障碍,并恢复后部结构的张力,从而恢复脊柱节段旋转中心,改善椎间盘的生理环境,且间隔器的弹性保证了一定程度的活动度,限制了毗邻节段的长期生物力学压力。Strube等^[7]使用6个完整的人类尸体脊柱(L₂~S₁)进行生物力学测试,发现随着固定节段数量的增加和固定装置刚度的增加,相邻节段的代偿性应力增加,可导致或加速ASD出现。Galseburaet等^[8]研究中表明,动态稳定系统对术后融合节段活动度(range of motion, ROM)限制小于刚性系统,然而,屈曲和伸展的ROM仍然较正常减少了50%。Kulduk等^[9]有限元分析称,与正常腰椎模型相比,Dynesys动态模型在伸展、侧弯、轴向旋转方面的ROM分别减少了6%、20%、21%,在屈曲、伸展、侧弯和轴向旋转时的Mises等效应力值则分别降低了12%、40%、35%和25%。生物力学的改变可能是产生一系列并发症的原因。

2 并发症

与脊柱融合术相比,Dynesys系统在保持足够的腰椎活动度的同时,还提供了足够的稳定性防止轻度腰椎滑脱的进展^[10]。绝大多数学者认为,Dynesys动态稳定系统作为脊柱融合手术的替代方案具有较为明显的优势。

在生物力学方面,Dynesys系统能在维持固定节段稳定性的同时,保留了椎间一定的活动度,减少了对相邻节段的生物力学应力负荷,从而降低了ASD的发病率,而在临床方面,Dynesys系统在简化手术过程、缩短手术时间、减少术中出血量、缩短住院时间方面较融合手术有明显优势^[11]。产生该优势的原因有以下几种可能:(1)该系统不需要广泛的处理椎间组织和植骨融合,且所用器械较为简易,从而缩短了手术时间;(2)因该术式不需融合,减少了骨移植相关的并发症风险,如骨供应区疼痛、血肿、骨折等^[12, 13];(3)融合手术术中出血量较Dynesys手术多,这与手术时间较长有关,此外,融合手术需要彻底切除软骨板,导致椎体间渗血也有一定关系;(4)Dynesys手术患者住院时间短,术后恢复快^[14]。然而,Dynesys系统并非没有并发症,本文综述的目的就是初步总结这些常见并发症。

2.1 螺钉松动

不同研究中所报道的螺钉松动率差别很大。罗

磊^[18]随访的52例Dynesys术后患者均未见螺钉松动。而在Lutz等^[19]的研究中,螺钉松动率高达73.5%。Stoll等^[20]观察的平均随访时间38.1个月的83例手术的患者中,有7例(8.43%)患者出现螺钉松动。Schaeren等^[13]调查了19例患者,在平均随访的52个月中,3例(15.79%)患者出现轻微的螺钉松动。Zhang等^[21]治疗的38例患者中(最短随访时间72个月),出现6例(16%)无临床症状螺钉松动。

尽管螺钉松动的指标尚不统一,多数研究提示Dynesys动态稳定系统置入术后出现螺钉松动并发症的概率大于融合术后,这可能是由于相对于融合手术,Dynesys系统给予了手术节段更长时间固定和更多的活动度,所以该系统对结构耐久性和机械强度的要求更高,这通过椎弓根螺钉松动和断裂发生的时间有所体现。

与其他脊柱内固定结构相比,椎弓根固定有3个主要优势:(1)能够提供三柱固定;(2)便于长/短节段的内固定;(3)保持脊柱解剖或所需的矢状面序列^[22]。然而,尽管椎弓根螺钉有很多优点,但随着临床病例的增多,对手术复杂性、安全性和有效性的担忧已越来越多地困扰临床选择。众多研究者为了减少椎弓根螺钉相关术后并发症做出了不懈的努力。

如今,许多研究将关注重点放在改善螺钉-骨结合方面,以此来降低螺钉松动及螺钉断裂并发症的发生率。其中最成功的是使用等离子喷涂HA螺钉。与单独使用钛合钉相比,使用生物活性钛置入物可以增强成骨细胞的黏附和分化。骨-种植体界面不同于矿化骨基质或类骨质,组织学上,该界面富含蛋白多糖和糖蛋白。此外,骨桥蛋白和 α HS-糖蛋白等成骨基质蛋白已被证明有助于界面合成^[15]。

2.2 术后感染

Lutz等^[19]随访的49例行Dynesys动态稳定系统手术的患者中,有11例(22%)出现感染(平均术后52个月)。Stoll等^[20]随访的83例患者中,仅发现1例(1.2%)感染,且为伤口表面感染。而在Grob等^[24]随访的31名患者中,有1例(3.2%)在术后8个月出现感染并需行Dynesys内固定器取出术。Lee等^[25]的研究中,28例Dynesys术后患者中有2例(7.1%)在术后2周出现感染,实施抗生素治疗后感染得以控制。Sapkas等^[26]的114例dynesys系统术后患者,平均随访时间为6.8年,出现深部感染2例(1.39%)。Tu等^[27]对43例Dynesys术后患者平均随访35个月以上,其中1例发生伤口感染,

经封闭引流和深度冲洗联合抗感染治疗后伤口完全愈合。不同研究报告的感染率有所差异,笔者认为可能与其研究人群的平均年龄、性别比例不同等原因相关。

在本文总结的 Dynesys 动态稳定系统的研究回顾中,作者发现总报告感染率为 5.17%,这与融合术后的感染率(无内固定脊柱融合术后感染率为 5%,脊柱内固定融合术后的感染率为 1%~11%)相似^[28]。

Kong 等^[29]共分析了 26 项独立的观察性研究,涉及 67 405 例接受脊柱手术的患者,发现吸烟者发生术后感染的风险明显高于不吸烟者,他们猜测:(1)烟草会损害器官系统和外科切口;(2)炎症反应的减弱和氧化细菌杀伤机制的损害;(3)吸烟的急性有害血管活性效应导致切口坏死、延迟增生性愈合反应和胶原代谢的改变。Gu 等^[30]认为糖尿病、肥胖、高血压、输血和手术时间 ≥ 3 h 在术后感染的发生中起关键作用,而年龄、吸烟、自体或异体骨移植、术前预防性使用抗生素或糖皮质激素等则无明显关系。部分研究人员还认为住院时间长短、是否有既往脊柱手术史、手术节段的多少及术前常规服用药物(种类 ≥ 7)史也是术后感染的独立危险因素^[28, 31, 32]。

2.3 ASD

Dynesys 动态稳定系统作为融合术的替代方案,在预防 ASD 发生上为脊柱外科医生提供新的探索内容。有学者认为,动态稳定系统能替代部分棘间韧带、棘上韧带及双侧小关节的稳定作用,在保证手术节段的运动和负荷传导能力的同时,维持了该节段的稳定性,理论上有助于预防 ASD 的发生,从而达到预防 ASD 的目的^[33]。然而,该优势在很大程度上仍然局限于理论层面上,Dynesys 系统是否能降低 ASD 的发生率尚不确定^[34]。在对相关文献进行总结的时候,可发现由于对 ASD 的诊断标准比较模糊,不同的研究所报道的发病率不尽相同。

Zhang 等^[21]经过 6.6 年的随访,影像学上 ASD 的发生率为 16%。Bredin 等^[35]最少随访 5.5 年的 33 例患者中,4 例(12.1%)出现 ASD。而在 Schaeren 等^[13]报道的 26 例 Dynesys 术后患者中,有 9 例(34%)的稳定节段附近发现了新的退变迹象,并发现,相邻运动节段的退化率与融合后的退化率相似。Payer 等^[12]也得出与 Schaeren 相同的结论,他们在 2 年的随访中,发现 30 例患者中有 3 例(10%)出现有症状的 ASD,其发生率与融合术后相似。这种现象的出现,可能是因为相较于融合术,Dynesys 系统对于生物力学改善程度并没有达到预期中的效果。

Yeagei 等^[36]在体外生物力学研究中发现,在单节段腰椎固定中,动态稳定系统 Dynesys 生物力学特点与钉棒融合作用相近,在脊柱运动单元或椎弓根钉的活动度上,二者比较差异无统计学意义,认为目前动态稳定系统尚不能防止 ASD 的发生。Yeh^[37]在对接受 Dynesys 稳定系统治疗的 I 级腰椎滑脱患者随访 3 年以上后发现,术后关节突融合率超过 50%。本文中的几项研究报告了相当高的 ASD 发病率,分析猜测,尽管非融合动态稳定系统有保留手术节段 ROM 的意图,然而,Dynesys 动态稳定系统也提供了足够高的内在稳定性,足以使相邻节段产生超负荷,从而导致 ASD 的发生。并且,随时间推移,活动度进一步下降,远期对邻近节段的影响将增大,存在远期出现邻近节段原有退变程度加重的可能,使原本无症状的邻椎退变出现临床症状^[12, 13, 20]。

3 总结

Dynesys 动态稳定系统是作为融合术的替代物开发的。对与该系统相关的并发症的回顾发现,与已发表的融合术的文献相比,两者的术后感染率相似,而 Dynesys 系统的椎弓根螺钉松动的发生率较高,这可能与其手术节段拥有更多的活动度相关。而对于防止和减少 ASD 的发生,研究发现在短期随访中,Dynesys 系统优于融合术,尤其是相对于多节段融合固定病例更为明显,但远期疗效则未发现明显的优势。

参考文献

- [1] 袁正彬,杨大志. Dynesys 系统对腰椎退行性疾病治疗的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(1): 58-62.
- [2] 谢守宁,刘伟,韩生寿. 两种手术方式治疗退变性腰椎管狭窄的比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(3): 211-215.
- [3] Wu HT, Pang QJ, Jiang GQ. Medium-term effects of Dynesys dynamic stabilization versus posterior lumbar interbody fusion for treatment of multisegmental lumbar degenerative disease[J]. J Int Med Res, 2017, 45(5): 1562-1573.
- [4] Fay LY, Wu JC, Tsai TY, et al. Dynamic stabilization for degenerative spondylolisthesis: evaluation of radiographic and clinical outcomes[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2013, 115(5): 535-541.
- [5] Schulte TL, Hurschler C, Haversath M, et al. The effect of dynamic, semi-rigid implants on the range of motion of lumbar motion segments after decompression[J]. Eur Spine J, 2008, 17(8): 1057-1065.
- [6] 丁亮华,何双华,樊友亮,等. 椎管减压椎弓根动态稳定系统(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.
- [7] 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.
- [8] Galbusera F, Bellini CM, Anasetti F, et al. Rigid and flexible spinal stabilization devices: a biomechanical comparison [J]. *Med Eng Phys*, 2011, 33 (4) : 490-496.
- [9] Kulduk A, Altun NS, Senkoğlu A. Biomechanical comparison of effects of the Dynesys and Coflex dynamic stabilization systems on range of motion and loading characteristics in the lumbar spine: a finite element study [J]. *Int J Med Robotics Computer Assisted Surg*, 2015, 11 (4) : 400-405.
- [10] Schnake KJ, Schaeren S, Jeanneret B. Dynamic stabilization in addition to decompression for lumbar spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31 (2) : 442 - 449.
- [11] Wang H, Peng J, Zeng Q, et al. Dynesys system vs posterior decompression and fusion for the treatment of lumbar degenerative diseases [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99 (21) : e19784.
- [12] Payer M, Nicolas S, Oezkan N, et al. Dynamic transpedicular stabilisation and decompression in single-level degenerative anterolisthesis and stenosis [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2014, 156 (2) : 221-227.
- [13] Schaeren S, Broger I, Jeanneret B. Minimum four-year follow-up of spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis treated with decompression and dynamic stabilization [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33: E636 - E642.
- [14] 杜兴, 欧云生, 朱勇, 等. Dynesys 动态稳定系统与腰后路椎间融合术治疗腰椎退行性变疗效的 Meta 分析 [J]. *中国循证医学杂志*, 2016, 16 (12) : 1414-1422.
- [15] Dakhil-Jerew F, Jadeja H, Cohen A, et al. Inter-observer reliability of detecting Dynesys pedicle screw using plain X-rays: a study on 50 post-operative patients [J]. *Eur Spine J*, 2009, 18 (10) : 1486-1493.
- [16] Lu WW, Luk KD, Cheung KC, et al. Microfracture and changes in energy absorption to fracture of young vertebral cancellous bone following physiological fatigue loading [J]. *Spine*, 2004, 29 (11) : 1196 - 1201.
- [17] Sandén B, Olerud C, Petréen-Mallmin M, et al. The significance of radiolucent zones surrounding pedicle screws. Definition of screw loosening in spinal instrumentation [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2004, 86 (3) : 457-461.
- [18] 罗磊, 赵晨, 周强, 等. 动态固定与椎间融合治疗腰椎退行性滑脱的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (11) : 966-970.
- [19] Lutz JA, Otten P, Maestretti G. Late infections after dynamic stabilization of the lumbar spine with Dynesys [J]. *Eur Spine J*, 2012, 21 (12) : 2573-2579.
- [20] Stoll TM, Dubois G, Schwarzenbach O. The dynamic neutralization system for the spine: a multi-center study of a novel non-fusion system [J]. *Eur Spine J*, 2002, 11 (Suppl 2) : S170-S178.
- [21] Zhang Y, Zhang ZC, Li F, et al. Long-term outcome of Dynesys dynamic stabilization for lumbar spinal stenosis [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2018, 131 (21) : 2537-2543.
- [22] Wu ZX, Gong FT, Liu L, et al. A comparative study on screw loosening in osteoporotic lumbar spine fusion between expandable and conventional pedicle screws [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2012, 132 (4) : 471-476.
- [23] Peng XQ, Sun CG, Fei ZG, et al. Risk factors for surgical site infection after spinal surgery: a systematic review and meta-analysis based on twenty-seven studies [J]. *World Neurosurg*, 2019, 123 (3) : e318-e329.
- [24] Grob D, Benini A, Junge A, et al. Clinical experience with the Dynesys semirigid fixation system for the lumbar spine: surgical and patient-oriented outcome in 50 cases after an average of 2 years [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30 (2) : 324 - 331.
- [25] Lee SE, Jahng TA, Kim HJ. Decompression and nonfusion dynamic stabilization for spinal stenosis with degenerative lumbar scoliosis: clinical article [J]. *J Neurosurg Spine*, 2014, 21 (4) : 585-594.
- [26] Sapakas G, Mavrogenis AF, Starantzis KA, et al. Outcome of a dynamic neutralization system for the spine [J]. *Orthopedics*, 2012, 35 (10) : e1497-e1502.
- [27] Tu J, Hua W, Li W, et al. Short-term effects of minimally invasive dynamic neutralization system for the treatment of lumbar spinal stenosis: an observational study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97 (22) : e10854.
- [28] Akyoldas G, Yilmaz A, Aydin AL, et al. High infection rates in patients with long-segment dynesys system [J]. *World Neurosurg*, 2018, 119: e403-e406.
- [29] Kong LD, Liu Z, Meng F, et al. Smoking and risk of surgical site infection after spinal surgery: a systematic review and meta-analysis [J]. *Surg Infect (Larchmt)*, 2017, 18 (2) : 206-214.
- [30] Gu WF, Tu LY, Liang ZQ, et al. Incidence and risk factors for infection in spine surgery: a prospective multicenter study of 1764 instrumented spinal procedures [J]. *Am J Infect Control*, 2018, 46 (1) : 8-13.
- [31] Zhang L, Li EN. Risk factors for surgical site infection following lumbar spinal surgery: a meta-analysis [J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2018, 14: 2161-2169.
- [32] Shoji H, Hirano T, Watanabe K, et al. Risk factors for surgical site infection following spinal instrumentation surgery [J]. *J Orthop Sci*, 2018, 23 (3) : 449-454.
- [33] Xu HZ, Wang XY, Chi YL, et al. Biomechanical evaluation of a dynamic pedicle screw fixation device [J]. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2006, 21 (4) : 330-336.
- [34] Kuo CH, Huang WC, Wu JC, et al. Radiological adjacent-segment degeneration in L4-5 spondylolisthesis: comparison between dynamic stabilization and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion [J]. *J Neurosurg Spine*, 2018, 29 (3) : 250-258.
- [35] Bredin S, Demay O, Mensa C, et al. Posterolateral fusion versus Dynesys dynamic stabilization: Retrospective study at a minimum 5.5 years' follow-up [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2017, 103 (8) : 1241-1244.
- [36] Yeager MS, Cook DJ, Cheng BC. In vitro comparison of Dynesys, peek, and titanium constructs in the lumbar spine [J]. *Adv Orthop*, 2015, 2015: 895931.
- [37] Yeh MY, Kuo CH, Wu JC, et al. Changes of facet joints after dynamic stabilization: continuous degeneration or slow fusion [J]. *World Neurosurg*, 2018, 113: e45-e50.

(收稿:2021-10-01 修回:2022-04-14)

(同行评议专家: 刘少喻)

(本文编辑: 宁桦)