

· 综 述 ·

脊柱融合术后相邻节段退变原因及预防措施的研究进展

陈岩松¹, 陈哲², 王硕凡¹

(1. 浙江中医药大学, 浙江 杭州 310053;

2. 浙江中医药大学附属第二医院, 浙江 杭州 310005)

摘 要 脊柱融合术后出现的相邻节段退变会严重影响手术疗效, 探讨脊柱融合术后相邻节段退变的原因及预防措施十分必要。近年来的研究表明, 患者自身因素、局部解剖改变、相邻节段的生物力学性能改变、手术方式、外固定及功能锻炼等均与脊柱融合术后相邻节段退变有关, 而使用弹性内固定材料或可降解的内固定材料被证实可以减少脊柱融合术后相邻节段退变的发生。脊柱外科医生在制定临床治疗方案时可以从以上这些方面综合考虑, 以降低脊柱融合术后相邻节段退变的发生率。

关键词 脊柱融合术; 相邻节段退变; 手术后并发症; 综述

尽管脊柱融合手术治疗腰椎退行性疾病的疗效已得到广泛认可, 但术后远期出现的相邻节段退变将严重影响手术疗效和患者满意度。目前, 脊柱融合术后相邻节段退变的发生率在逐年增加^[1], 相关的研究也越来越多。在临床上, 融合术后一些相邻节段的退变(包括椎间盘退变、关节突关节退变、椎体稳定性降低等)仅表现为影像学上的改变, 而未引发临床症状, 而部分患者则会出现相邻节段与影像学改变相关联的临床症状。Xia 等^[2]的系统评价研究发现, 脊柱融合术后出现影像学退变的发生率为 29.3%, 而出现相应症状的为 7.4%。Ghiselli 等^[3]的回顾性研究表明, 自后路腰椎融合术到出现相邻节段退变症状的时间平均为 6~7 年; 从后路腰椎融合术后第 1 年开始, 因相邻节段退变需要接受手术治疗的患者以每年 3.9% 的速率增加; 后路腰椎融合术后 5 年和 10 年未因相邻节段退变接受手术治疗的分别分别为 83.5% 和 63.9%。Ahn 等^[4]的研究表明, 胸腰段脊柱融合术后 10 年内相邻节段功能以每年 0.6% 的速率下降。Zhang 等^[5]研究表明, 胸腰段脊柱融合术后, 每年仅出现相邻节段影像学退变表现的发生率为 5.9%, 出现相邻节段退变症状的发生率为 1.8%。因此, 探讨脊柱融合术后相邻节段退变的原因及预防措施十分必要。本文就脊柱融合术后相邻节段退变的原因及预防措施的研究进展作一综述。

1 脊柱融合术后相邻节段退变的原因

1.1 患者自身因素

有不少学者认为相邻节段退变

的发生与患者的年龄、性别、体质量指数、生活习惯等因素有关。Ma 等^[6]回顾性分析了 2006 年至 2011 年中国北方地区报道的行颈椎椎间融合手术的 33 762 例患者, 发现相邻节段退变的发生率随年龄的增加而增加, 51~60 岁的发生率最高(55.08%); 相邻节段退变的发生与性别无关。Radcliff 等^[7]认为吸烟会增加发生相邻节段退变的风险, 且年龄越大的患者融合术后相邻节段退变的发生率越高。Wang 等^[8]对 237 例患者进行回顾性研究, 发现体质量指数 $> 25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 的患者相邻节段退变的发生率显著增加, 这与 Ou 等^[9]的研究结论一致。Ha 等^[10]认为, 雌激素受体表达显著增加会导致关节突关节炎, 从而加重关节突关节软骨退变, 被认为是绝经后妇女相邻节段退变的致病因素之一。

1.2 解剖学因素 Maruenda 等^[11]的研究已经表明, 椎弓根螺钉插入相邻节段关节面导致的损伤引起小平面承载能力改变, 可能会潜在地造成相邻节段退变, 这很有可能是导致相邻节段退变的原因。Anandjiwala 等^[12]通过前瞻性研究对接受腰椎融合的患者进行了 5 年(最少连续 74 周)的随访, 研究结果表明, 术前相邻节段椎间盘已存在退变的患者腰椎融合术后发生相邻节段退变的风险更高。当相邻节段已存在椎间盘退变时, 在融合节段的选择上存在争议。如果相邻节段不在融合范围内, 融合手术可能会加重其退变; 如果已退变的相邻节段包含在融合节段中, 则会导致新的相邻节段退变的风险增加^[13-14]。

1.3 生物力学因素 腰椎融合术后腰椎弹性下降, 相邻节段过度运动, 应力增加, 运动负荷不规则分布,

节段性高运动性和椎间盘内压力增加^[5]等因素最终加速相邻节段退变的发生。Kim 等^[13]的研究表明,椎间盘本身的退变和融合会导致相邻节段椎间盘压力增加,且近端相邻节段椎间盘内压力和最大 Von Mises 应力的增加幅度大于远端相邻节段。Dahl 等^[15]通过尸体标本研究发现,腰椎内固定术后,相邻椎体承受的压力增加 45% 左右,但 Abode - Iyamah 等^[16]则发现,腰椎融合术后相邻椎体压力虽有增加,但增加并不明显。Hsieh 等^[17]通过对腰骶部有限元模型研究表明,融合部位刚度增加是相邻节段应力集中的潜在来源,融合后移除脊柱固定器可以减少对相邻节段椎间盘、关节突关节关节面的压力。

1.4 手术相关因素 Pan 等^[18]认为,与腰椎融合术相比,保留运动节段的手术方式能降低相邻节段退变的发生率和再手术率。Lee 等^[19]发现,与两个节段都行融合内固定术相比,单节段融合固定术联合相邻节段弹性固定能显著增加腰椎运动范围,而且能保留腰椎前凸,延缓相邻节段椎间盘退变。Cho 等^[20]发现,在退变性腰椎侧弯矫正手术中,长节段融合后,相邻节段退变、螺钉松动、假关节形成等并发症的发生率高于短节段融合。Wang 等^[21]对 283 例颈椎退行性疾病患者的研究发现,行 2 节段以上颈椎融合术和 C₅ 椎体以上融合矫正的患者术后发生相邻节段退变的风险较高。

Cabello 等^[22]发现, L₅S₁ 植入刚性固定系统后椎间盘内压力下降 65%, 而 L₄₋₅ 椎间盘内压力则增加 20%; 在 L₄₋₅ 加用动态稳定装置后, L₄₋₅ 椎间盘内压力降低了 50%, 而 L₃₋₄ 椎间盘内压力则会增加 10%。采用不同融合技术后,脊柱旋转中心发生偏移也有不同: 双侧横突间融合会导致腰椎旋转中心向头侧移位, 后路椎间融合会导致额外的向后移位, 前路椎间融合则会导致旋转中心向前移位^[23]。椎间孔镜技术对邻近组织破坏小, 可以明显降低相邻节段退变的发生率^[23-24]。

1.5 外固定及术后功能锻炼 辛兵等^[25]发现, 农村重体力劳动居民发生相邻椎体退变的几率是城镇居民的 45 倍, 且生活方式也会对相邻节段退变产生一定的影响。Ghasemi^[26]发现, 腰椎前凸角减少 10°, 相邻节段退变的概率就增加 3.2 倍, 腰椎融合术后通过外固定支具维持腰椎前凸角十分重要, 腰椎前凸角改变将会刺激相邻节段退变。马虎升等^[27]的研究证

实, 颈椎融合术后睡眠时正确垫枕, 可保持和恢复颈椎生理曲度, 使颈部肌肉放松, 解除颈椎间盘压力, 可以有效防止颈椎间盘突出、钙化及椎间隙变窄; 颈部肌肉锻炼可加强颈部肌肉的功能, 保持颈部良好的稳定性和生理曲度, 可以有效防止或者延缓颈椎融合术后相邻节段退变。

2 预防脊柱融合术后相邻节段退变的措施

2.1 使用弹性内固定材料 融合结构的高刚性可能会在相邻节段产生异常应力并导致相邻节段退变。为了减少相邻节段退变的发生, Liu 等^[28]在行腰椎融合手术时使用 Topping - off 技术, 该术式可保留腰椎后路复合体的结构和固定节段的运动功能, 稳定相邻节段椎间隙高度, 保持其活动度, 而且能够通过弹性固定减少相邻节段椎间盘内压力, 允许其有接近正常的运动范围, 可有效防止或减缓相邻节段退变。Durrani 等^[29]认为, 混合内固定可以减少由于扩大的关节融合引起的相邻节段运动过度, 可能对相邻节段椎间盘退变具有一定的预防作用。Jahng 等^[30]进行了一项生物力学研究, 发现动态稳定系统具有与融合构造相似的特性, 但该技术的远期效果还有待于深入研究和进一步探讨。

Videbaek 等^[31]在腰椎融合节段相邻节段Ⅲ级椎间盘 (Thompson MRI 分级) 植入 Coflex 系统, 证明 Coflex 系统能明显限制相邻节段的运动范围, 减小椎间盘和关节突关节的负荷, 维持相邻节段的椎间盘高度, 并在一定程度上防止其退变。Li 等^[32]研究发现, 与减压加融合手术相比, Coflex 系统在功能性临床结局方面并不逊色, 而且手术失血更少、住院时间更短、器械相关并发症更少。Pintauro 等^[33]从 2011 年到 2016 年纳入了 37 项研究对棘突间植入装置进行 2 年的随访, 发现这些装置的设备故障发生率为 3.7%, 植入后 2 年经常出现症状复发, 再手术率为 11.1%。Yue 等^[34]认为, Wallis 系统在减缓患者近端相邻节段椎间盘退变速度方面比后路椎间融合手术略有优势。但 Zhou 等^[35]对 19 例 L₄₋₅ 腰椎退行性变的患者行椎间盘切除联合 Wallis 系统植入, 结果表明 Wallis 系统不能阻止相邻节段关节突关节退变。DIAM 系统^[36]、Dynesys 系统及后路椎间融合手术均可改善多节段腰椎退行性疾病的临床和影像学表现。Wu 等^[37]的研究表明, 与后路椎间融合手术相比, Dynesys 系统可以保持稳定段的活动性, 对近端相邻节段的影响较小,

有助于防止相邻节段退变。很多研究表明,与单纯的后路椎间融合手术相比,在后路椎间融合相邻节段提供一个植入的动态过渡区不论在影像学上还是在临床表现上都具有良好的疗效,且这种策略可能有助于降低相邻节段退变和二次手术的风险^[35-36,38]。

腰椎弹力棒固定系统也被用于预防相邻节段退变^[39],从短期观察结果来看,该手术能有效减轻疼痛,改善腰部功能^[40]。Qu 等^[41]的研究发现,与显微内窥镜腰椎间盘切除术相比,使用 K-rod 弹力棒固定系统治疗单节段腰椎间盘突出症,术后手术节段、近端相邻节段和远端相邻节段的椎间隙高度更高,且相邻节段退变的发生率更低。Jin 等^[42]认为使用半刚性棒可以降低近端相邻节段椎间盘和关节突关节关节面退化的发生率。

但也有文献报道,脊柱手术中使用弹性内固定材料会发生棘突骨折、植入物移位、非感染性浆液排出和排异反应等并发症^[43-45]。Lee 等^[46]的研究证实,采用椎间动态稳定系统(DIAM, X-STOP, Wallis, Colflex)的患者,术后并发症发生率(32.3%)高于单独进行减压治疗的患者(6.5%),但大多数并发症不需要临床治疗,也不会影响手术效果。

2.2 使用可降解的内固定材料 生物可降解材料是指在特定时间内可降解的内固定材料,有可能减少脊柱手术相邻节段的负荷。Tsuang 等^[47]的研究表明,在腰椎后路融合手术中应用生物可降解杆,可提供手术后的即时稳定性,但随着时间的延长,其刚性逐渐降低;当杆降解时,前部骨移植物上的压缩负荷可以促进终板和松质骨之间融合,同时降低相邻节段的应力。Savage 等^[48]发现,生物可降解棒产生的应力屏蔽较少,并能提供更好的动态稳定性。除了机械性能优势之外,可吸收棒固定有利于影像检查,而且不会出现金属植入物相关的手术并发症。但与钛棒相比,可降解杆的强度和刚度较低,可能会导致内固定失败^[47]。

3 小 结

脊柱融合手术是治疗各种脊柱退行性疾病的有效手段,其疗效已得到广泛认可,但术后远期出现的相邻节段退变将严重影响手术疗效和患者满意度。对于脊柱融合术后相邻节段退变是因融合手术产生还是自然发生,目前尚有争议。但已有的研究表明,患者自身因素、局部解剖学改变、相邻节段的生物力

学性能改变、手术方式、外固定及功能锻炼等均与脊柱融合术后相邻节段退变有关,但目前尚无证据表明任何单一因素与脊柱融合术后相邻节段退变直接相关。脊柱外科医生在临床中可从以上几个方面考虑,以尽量减少融合术后相邻节段退变。使用弹性内固定材料或可降解的内固定材料被证实可以减少脊柱融合术后相邻节段退变,但仍存在很多问题,在广泛应用之前还需要进一步的研究来评估。总之,脊柱外科医生在术前应对患者的情况进行综合评估,权衡利弊,选择最合理的治疗方案。

4 参考文献

- [1] LUND T, OXLAND TR. Adjacent level disk disease—is it really a fusion disease? [J]. Orthop Clin North Am, 2011, 42(4): 529–541.
- [2] XIA XP, CHEN HL, CHENG HB. Prevalence of adjacent segment degeneration after spine surgery: a systematic review and meta-analysis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38(7): 597–608.
- [3] GHISELLI G, WANG JC, BHATIA NN, et al. Adjacent segment degeneration in the lumbar spine [J]. J Bone Joint Surg Am, 2004, 86(7): 1497–1503.
- [4] AHN DK, PARK HS, CHOI DJ, et al. Survival and prognostic analysis of adjacent segments after spinal fusion [J]. Clin Orthop Surg, 2010, 2(3): 140–147.
- [5] ZHANG C, BERVEN SH, FORTIN M, et al. Adjacent segment degeneration versus disease after lumbar spine fusion for degenerative pathology: a systematic review with Meta-Analysis of the literature [J]. Clin spine surg, 2016, 29(1): 21–29.
- [6] MA X, DU Y, WANG S, et al. Adjacent segment degeneration after intervertebral fusion surgery by means of cervical block vertebrae [J / OL]. Eur Spine J, 2017 [2018-01-12]. <https://dx.doi.org/10.1007/s00586-017-5371-5>.
- [7] RADCLIFF KE, KEPLER CK, JAKOI A, et al. Adjacent segment disease in the lumbar spine following different treatment interventions [J]. Spine J, 2013, 13(10): 1339–1349.
- [8] WANG H, MA L, YANG D, et al. Incidence and risk factors of adjacent segment disease following posterior decompression and instrumented fusion for degenerative lumbar disorders [J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(5): 6032.
- [9] OU CY, LEE TC, LEE TH, et al. Impact of body mass index on adjacent segment disease after lumbar fusion for degenerative spine disease [J]. Neurosurgery, 2015, 76(4): 396–

- 401.
- [10] HA KY, CHANG CH, KIM KW, et al. Expression of estrogen receptor of the facet joints in degenerative spondylolisthesis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30(5): 562 – 566.
- [11] MARUENDA JI, BARRIOS C, GARIBO F, et al. Adjacent segment degeneration and revision surgery after circumferential lumbar fusion; outcomes throughout 15 years of follow-up[J]. Eur Spine J, 2016, 25(5): 1550 – 1557.
- [12] ANANDJIWALA J, SEO JY, HA KY, et al. Adjacent segment degeneration after instrumented posterolateral lumbar fusion; a prospective cohort study with a minimum five – year follow – up[J]. Eur Spine J, 2011, 20(11): 1951 – 1960.
- [13] KIM HJ, KANG KT, CHUN HJ, et al. The influence of intrinsic disc degeneration of the adjacent segments on its stress distribution after one – level lumbar fusion[J]. Eur Spine J, 2015, 24(4): 827 – 837.
- [14] CHEH G, BRIDWELL KH, LENKE LG, et al. Adjacent segment disease following lumbar/thoracolumbar fusion with pedicle screw instrumentation—A minimum 5-year follow-up[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(20): 2253 – 2257.
- [15] DAHL MC, ELLINGSON AM, MEHTA HP, et al. The biomechanics of a multilevel lumbar spine hybrid using nucleus replacement in conjunction with fusion[J]. Spine J, 2013, 13(2): 175 – 183.
- [16] ABODE – IYAMAH K, KIM SB, GROSLAND N, et al. Spinal motion and intradiscal pressure measurements before and after lumbar spine instrumentation with Titanium or PEEK rods[J]. J Clin Neurosci, 2014, 21(4): 651 – 655.
- [17] HSIEH YY, CHEN CH, TSUANG FY, et al. Removal of fixation construct could mitigate adjacent segment stress after lumbosacral fusion; A finite element analysis[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2017, 43: 115 – 120.
- [18] PAN A, HAI Y, YANG J, et al. Adjacent segment degeneration after lumbar spinal fusion compared with motion – preservation procedures; a meta – analysis[J]. Eur Spine J, 2016, 25(5): 1522 – 1532.
- [19] LEE SE, JAHNG TA, KIM HJ. Hybrid surgery combined with dynamic stabilization system and fusion for the multilevel degenerative disease of the lumbosacral spine[J]. International journal of spine surgery, 2015, 9: 45.
- [20] CHO KJ, SUK SI, PARK SR, et al. Short fusion versus long fusion for degenerative lumbar scoliosis[J]. Eur Spine J, 2008, 17(5): 650 – 656.
- [21] WANG H, MA L, YANG D, et al. Incidence and risk factors of postoperative adjacent segment degeneration following anterior decompression and instrumented fusion for degenerative disorders of the cervical spine[J]. World Neurosurg, 2017, 105: 78 – 85.
- [22] CABELLO J, CAVANILLES – WALKER JM, IBORRA M, et al. The protective role of dynamic stabilization on the adjacent disc to a rigid instrumented level. An in vitro biomechanical analysis[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2013, 133(4): 443 – 448.
- [23] KOROVISSIS P, PAPAZISIS Z, LAMBIRIS E. The role of rigid vs. dynamic instrumentation for stabilization of the degenerative lumbosacral spine[J]. Stud Health Technol Inform, 2002, 91: 457 – 461.
- [24] LI XC, HUANG CM, ZHONG CF, et al. Minimally invasive procedure reduces adjacent segment degeneration and disease; New benefit – based global meta – analysis[J]. PLoS One, 2017, 12(2): 171546.
- [25] 辛兵, 侯筱魁, 李永刚. 脊柱内固定与邻近关节突关节退变程度的关系[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 1999, 9(6): 321 – 323.
- [26] GHASEMI AA. Adjacent segment degeneration after posterior lumbar fusion; An analysis of possible risk factors[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2016, 143: 15 – 18.
- [27] 马虎升, 张俊, 赵庆安, 等. 颈椎前路融合术后相邻节段椎间盘退变预防的临床研究[J]. 世界中西医结合杂志, 2011, 6(10): 872 – 875.
- [28] LIU C, WANG L, TIAN JW. Early clinical effects of the Dynesys system plus transfacet decompression through the Wiltse approach for the treatment of lumbar degenerative diseases[J]. Med Sci Monit, 2014, 20: 853 – 859.
- [29] DURRANI A, JAIN V, DESAI R, et al. Could junctional problems at the end of a long construct be addressed by providing a graduated reduction in stiffness? A biomechanical investigation[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2012, 37(1): 16 – 22.
- [30] JAHNG TA, KIM YE, MOON KY. Comparison of the biomechanical effect of pedicle – based dynamic stabilization; a study using finite element analysis[J]. Spine J, 2013, 13(1): 85 – 94.
- [31] VIDEBAEK TS, EGUND N, CHRISTENSEN FB, et al. Adjacent segment degeneration after lumbar spinal fusion; the impact of anterior column support; a randomized clinical trial with an eight – to thirteen – year magnetic resonance ima-

- ging follow - up [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010, 35(22):1955 - 1964.
- [32] LI AM, LI X, YANG Z. Decompression and coflex interlaminar stabilisation compared with conventional surgical procedures for lumbar spinal stenosis: A systematic review and meta - analysis[J]. Int J Surg, 2017, 40:60 - 67.
- [33] PINTAURO M, DUFFY A, VAHEDI P, et al. Interspinous implants: are the new implants better than the last Generation? A review [J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2017, 10(2):189 - 198.
- [34] YUE ZJ, LIU RY, LU Y, et al. Middle - period curative effect of posterior lumbar intervertebral fusion (PLIF) and interspinous dynamic fixation (Wallis) for treatment of L4/5 degenerative disease and its influence on adjacent segment degeneration [J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2015, 19(23):4481 - 4487.
- [35] ZHOU Z, XIONG W, LI L, et al. Adjacent segmental degeneration following Wallis interspinous stabilization implantation: Biomechanical explanations and the value of magnetic resonance imaging [J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(22):7056.
- [36] LU K, LILIANG PC, WANG HK, et al. Reduction in adjacent - segment degeneration after multilevel posterior lumbar interbody fusion with proximal DIAM implantation [J]. J Neurosurg Spine, 2015, 23(2):190 - 196.
- [37] WU H, PANG Q, JIANG G. 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.
- [38] CHEN CS, SHIH SL. Biomechanical analysis of a new lumbar interspinous device with optimized topology [J/OL]. Med Biol Eng Comput, 2018 [2018 - 01 - 12]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Biomechanical+analysis+of+a+new+lumbar+interspinous+device+with+optimized+topology>.
- [39] 吴立杰. 腰椎弹性内固定术后相邻节段的退变分析 [D]. 长春: 吉林大学, 2014.
- [40] COE JD, KITCHEL SH, MEISEL HJ, et al. NFlex dynamic stabilization system: Two - Year clinical outcomes of Multi - Center study [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2012, 51(6):343 - 349.
- [41] QU Y, CHENG M, DONG R, et al. K - rod dynamic internal fixation versus microendoscopic discectomy for the treatment of single - segment lumbar disc herniation [J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2017, 25(3):2309499017742740.
- [42] JIN YJ, KIM YE, SEO JH, et al. Effects of rod stiffness and fusion mass on the adjacent segments after floating mono - segmental fusion: a study using finite element analysis [J]. Eur Spine J, 2013, 22(5):1066 - 1077.
- [43] KIM KA, MCDONALD M, PIK JH, et al. Dynamic intraspinal spacer technology for posterior stabilization: case - control study on the safety, sagittal angulation, and pain outcome at 1 - year follow - up evaluation [J]. Neurosurg Focus, 2007, 22(1):7.
- [44] ANDERSON PA, TRIBUS CB, KITCHEL SH. Treatment of neurogenic claudication by interspinous decompression: application of the X STOP device in patients with lumbar degenerative spondylolisthesis [J]. J Neurosurg Spine, 2006, 4(6):463 - 471.
- [45] STEFANOVIC I, RADISAVLJEVIC M, STOJANOV D. Aseptic intrafascial and extrafascial abscesses 10 years after a 2 - level DIAM insertion procedure [J]. J Neurosurg Spine, 2015, 10:1 - 5.
- [46] LEE SH, SEOL A, CHO TY, et al. A systematic review of interspinous dynamic stabilization [J]. Clin Orthop Surg, 2015, 7(3):323 - 329.
- [47] TSUANG FY, HSIEH YY, KUO YJ, et al. Assessment of the suitability of biodegradable rods for use in posterior lumbar fusion: An in - vitro biomechanical evaluation and finite element analysis [J]. PLoS One, 2017, 12(11):188034.
- [48] SAVAGE K, SARDAR ZM, POHJONEN T, et al. Mechanical properties of bioresorbable self - reinforced posterior cervical rods [J]. J Spinal Disord Tech, 2014, 27(2):66 - 71.

(收稿日期: 2018-02-08 本文编辑: 李晓乐)