

综述

青少年特发性脊柱侧凸融合术后远端附加现象的研究进展

Update on adding-on phenomenon after surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis

张宇^{1,2}, 唐小蓓³, 穆小平⁴, 余城墙², 吴有财², 韦建勋²

(1 广西中医药大学研究生学院 530021 南宁市; 2 广西壮族自治区人民医院骨科 530021 南宁市;

3 中国南方航空公司广西分公司航卫室 530021 南宁市; 4 德国吉森大学附属医院神经脊柱外科 35392 吉森, 德国)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.07.12

中图分类号: R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2019)-07-0656-05

随着矫形技术的发展以及临床医生对特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)研究的逐渐深入, AIS 通过手术矫形的效果得到了显著提高。但脊柱外科医生^[1-3]在对 AIS 患者术后随访时发现, 部分患者在术后融合节段下方出现了弯曲加重的表现, 这就是脊柱侧凸矫形术后远端附加现象。

远端附加现象是 AIS 患者行选择性胸弯融合术后常见的一种冠状面失衡现象, 多见于行选择性胸弯融合的患者, 主要是 Lenke 1A 型以及 Lenke 2A 型 AIS 患者^[1-3]。文献报道其术后发生率为 12.9%~51.1%^[2,3]。且远端附加现象的定义因研究的不同而异, 并应用不同的参数和标准来确定远端附加现象。Sponseller 等^[1]认为, 相对于术后即刻、随访过程中, 在原发弯的远端或近端出现侧凸跨度延长, 椎体叠加且角度增加 6°以上为远端附加现象。而 Schlechter 等^[2]定义远端附加现象为在融合节段以下 Cobb 角增加, 或 Cobb 角内包含的椎体数量的增加, 或者融合节段远端的椎间盘弯曲角度的增加。2011 年 Wang 等^[3]将远端附加现象定义为结构性主弯融合术后随访 1 年及以上时, 主弯范围延长, 最下固定椎(lowest instrumented vertebra, LIV)下方有更多椎体进入主弯, LIV 以下第一个椎体偏离骶骨中垂线(center sacral vertical line, CSVL)5mm 以上或 LIV 以下第一个椎间隙成角增加 5°以上的现象。Wang 等^[4,5]认为其诊断标准为末次随访时, 对比术后站立位脊柱全长正位片出现: (1) 主弯下端椎体(lower end vertebra, LEV)向远端移动, 主弯椎体数量增加, LIV 偏离 CSVL>10mm; (2) LIV 以下第一个椎体偏离 CSVL>5mm; (3) LIV 以下第 1 个椎间隙成角增加>5°。为使更多的脊柱外科医生对该病有充分的认识, 避免 AIS 患者术后远端附加现象的发生, 笔者从远端附加现象的发生机制、危险因素、防治等方面对其进行综述。

1 远端附加现象的发生机制

Cho 等^[7]回顾性分析了 195 例 Lenke 1A 型患者, 末次随访时 40 例(20.9%)出现远端附加现象。远端附加现象是 AIS 患者的术后并发症, 其特征是渐进性的矫正丧失, 并且通常伴有不令人满意的临床结果和再次手术的风险。远端附加现象可以表现为 Cobb 角增加、椎体平移、椎体倾斜或椎体旋转^[3,6,10]。因此, 通过手术获得的任何矫正可能伴随着较差的矫正维持。而目前关于远端附加现象的形成机制的研究争议较多, 主要的理论有两种: 肩平衡代偿学说和骨骼发育不成熟学说。

1.1 肩平衡代偿学说

随着脊柱畸形矫形技术的进步和矫正率的不断提高, 为维持肩关节的平衡带来了风险, 若右胸弯被过度矫正, 超过了上胸弯的代偿能力, 则可能导致左肩被过多抬高, 肩关节失平衡^[11]。尤其是双胸弯患者, 在大多数情况下, 手术后右肩的高度变得低于左肩的高度。因此, 如果术前左肩抬高, 则需要格外注意以防止术后肩关节失衡(posterior shoulder instability, PSI)^[12]。Suk 等^[13]对应用椎弓根螺钉系统矫形的患者进行研究, 发现仅融合主胸弯左肩平均被抬高 17mm, 故 AIS 矫正手术后肩关节失衡被认为是脊柱骨科医生应该重视的一个关键问题。Matsumoto^[6]和 Cao^[8]研究发现, 随访期间肩平衡的改善与术后远端附加现象的发生相关, 由于术后胸椎相对固定, 腰椎在一定程度上可代偿肩部的不平衡。

Matsumoto 等^[6]对 106 例接受治疗的 Lenke 1A 型 AIS 患者术后肩关节平衡进行了相关研究后发现, 远端附加现象患者的锁骨角较小, 这意味着远端附加现象对于术后肩关节失衡有一定代偿作用。除此之外, 发现提出随着时间的推移, 远端附加现象发生在术后肩关节失衡出现后, 是在冠状面上代偿的结果, 认为肩关节失衡代偿机制为远端附加现象的成因。秦晓东等^[10]研究也发现, 远端附加现象进展的患者随访期间双肩不平衡得到明显改善。

基金项目: 广西自然科学基金-面上项目 (编号: 2016GXNSFAA 380058)

第一作者简介: 男(1992-), 硕士研究生在读, 研究方向: 骨科学
电话: (0771) 2186310 E-mail: 335923683@qq.com

通讯作者: 韦建勋 E-mail: jxwei1972@163.com

Lee等^[12]对 80 例接受矫正手术的 Lenke 2 型 AIS 患者进行研究,术后肩关节失衡在 Lenke 2 型 AIS 矫正手术后很常见,且远端附加现象的存在与 PSI 趋势增加相关。

1.2 骨骼发育不成熟学说

Cho^[7]和 Lee 等^[12]研究发现,骨龄与远端附加现象的发生相关,且对于骨龄较低的 AIS 患者,术后若出现远端附加现象,由于生物力学等原因,在生长发育过程中,发生远端附加现象的部位可能进一步发展。而如果患者在手术时骨骼不成熟并且畸形仍在进展,则畸形可能在术后期间继续发展,据报道其发生率为 2%~13%,它更多地发生于 Lenke 1A 和 Lenke 2A 脊柱侧凸患者 (King III 和 King IV)^[13,14]。而目前临床上普遍采用 Risser 征反映脊柱骨骼生长发育程度及预测畸形随生长而发生变化的趋势^[28]。Sponseller 等^[1]发现,行单一前路矫形治疗三角软骨开放的 AIS 患者,术后矫正丢失和附加现象的发生风险比三角软骨闭合的 AIS 患者要高。Schlechte 等^[9]研究发现,骨龄较低的 AIS 患者在术后也更容易发生远端附加现象。Cho 等^[7]通过比较 195 例 Lenke 1A 型 AIS 患者,并随访 2 年以上,分析得到 Lenke 1A-L(L4 左倾斜亚型)中附加现象组患者年龄和 Risser 征明显低于未出现附加现象组的结论。秦晓东等^[10]回顾性分析 197 例接受后路选择性胸椎融合手术治疗的 Lenke 1A 型和 2A 型患者,研究发现 Risser 征、骨龄与远端附加现象的进展相关,提示骨骼发育不成熟可能是远端附加现象进展的危险因素。Upasani 等^[16]对 89 例 AIS 患者进行回顾性分析发现,术后 2 年共有 13 例患者出现远端附加现象,其中年龄小、Risser 征较低为独立危险因素,畸形进展的患者较为年轻,可能发生在 AIS 患者行后路脊柱融合的成长儿童中,提出远端附加现象是随年龄增长进而在远端新发的侧凸,认为骨骼成熟度越低的患者术后更易发生远端附加现象。丁旗等^[29]采用 Risser 征来评估患者的生长潜能,并依据 Risser 征进行分组比较,通过研究发现发生远端附加现象患者的 Risser 征平均较非远端附加现象组小,Risser 征 3~5 级组(4.4%)患者的远端附加现象发生率显著低于 Risser 征 0~2 级组,从而得出低 Risser 征患者其远端附加现象的发生风险相对较高的结论。同时,Murphy 等^[30]的研究也证实,Risser 征低(0 级或 1 级)的 AIS 患者术后更容易出现远端附加现象。从而有学者认为对于骨骼发育不成熟的 AIS 患者,在进行融合术后,随着其骨骼的不断发育,远端逐渐形成新的侧凸,进而成为远端附加现象。

1.3 其他可能的机制

目前,关于 AIS 矫形术后远端附加现象的形成机制尚未得到广泛认可,仍需广大学者进一步研究。除了上述两种可能的机制之外,Matsumoto 等^[6]研究发现,顶椎偏距与术后远端附加现象的发生密切相关,顶椎偏距(apical vertebra translation,AVT)为侧弯的顶椎或椎间盘的中点到骶骨正中线的水平距离。Shigematsu^[17]和 Lakhal^[18]等提出远端固定椎下方椎间盘受力不均、远端椎体参与代偿冠状

面平衡等也可能是远端附加现象的发生机制。

2 远端附加现象发生的危险因素

由于远端附加现象常伴有不良的临床结果和再次手术的风险,因此明确附加现象进展的危险因素具有重要的意义。既往研究远端附加现象的危险因素大多关注的是 LIV 的选择、顶椎偏移等^[7,8]。Wang 等^[9]认为术后远端附加现象的发生与 LIV 的选择相关,术前预定的 LIV 下位椎体偏移 CSVL 距离最大不能超过 10mm。Matsumoto 等^[6]发现术后即刻残留的顶椎偏移与术后远端附加现象的发生相关,术后即刻的顶椎偏移应小于 25mm。

2.1 LIV 的选择

既往有文献报道远端附加现象的发生与 LIV 的选择相关。秦晓东等^[10]研究发现,LIV 的选择与远端附加现象的进展密切相关,当 LIV 位于充分稳定椎(substantially stable vertebra,SSV)近端时,远端附加现象更容易进展,提示选择性胸椎融合术时融合节段太短可能是进展的危险因素。Wang 等^[9]研究发现,在 Lenke 1A 型脊柱侧凸中,LIV 的选择与附加现象的存在高度相关,当术前 LIV 下位椎体偏移(LIV+1)CSVL 距离超过 10mm 时,发生率显著增加。Matsumoto 等^[6]通过研究发现若 LIV 位于 LTV 近端更容易发生远端附加现象。此外,秦晓东等^[10]研究也发现 LIV 与充分触及椎(substantially touched vertebra,STV)的距离,即 LIV 与 STV/nSTV+1 之间的距离与远端附加现象的发生密切相关,Yang 等观察到 LIV-CSVL、LIV-EV、LIV-SV 和 LIV-NV 在有“附加现象”和无“附加现象”之间存在显著差异。此外,他们的通过荟萃分析还发现 LIV-EV $\leq$ 1 和 LIV-SV $\leq$ -2 与远端附加现象的患病率显著增加相关,即 LIV 在 SV 上方 2 个或以上节段时,叠加现象的发生率明显增高。LIV+1 与 CSVL 偏差 $\leq$ 10mm 与远端附加现象患病率的减少显著相关,表明选择 LIV 的重要性^[29]。

2.2 术前及术后冠状位失平衡

AIS 患者在脊柱侧凸矫形术后,通常情况下未融合的节段具有代偿达到再次平衡或自我矫正的能力,若该部分失去代偿能力则称为术后失代偿^[21]。冠状面失代偿可表现为躯干失平衡,出现患者姿势异常、双肩不等高、躯干倾斜、腰部不对称等现象。而躯干失平衡是指冠状面躯干平衡(coronal trunk balance,CTB)的丢失。Benli 等^[22]认为在全脊柱站立位正侧位片上,用一个椎体的宽度作为单位(vertebra unit,VU),测量 C7 椎体中点至骶骨中线(mid-sacral line,MSL)的距离(shift of head,SH)以及稳定椎到 MSL 的距离(shift of stable vertebra,SS)。如果 SH 和 SS 均 >0.5 VU 时,则评定为失代偿。McCance 等^[23]通过测量 T1 对角线中点偏移 CSVL 的距离来评价躯干偏移,当该距离超过 20mm 时定义为躯干失平衡。Behensky 等^[24]认为,在 AIS 患者术后随访 2 年内,测量 C7 中垂线(C7 plumb line,C7PL)与 CSVL 之间距离,失平衡定义为 C7PL-CSVL >20 mm^[24,25]。目前学者们广泛采用的是 C7PL 与 CSVL

之间的距离来判断是否有冠状面失平衡的发生。Yang 等^[20]通过荟萃分析发现,较大的术前冠状面和矢状面失平衡也被认为是远端附加现象发生的风险因素。Murphy 等^[30]对 160 例行脊柱后路融合的 AIS 患者研究发现,当患者术前 C7-CSVL 距离 <2cm, 出现远端附加现象的风险增加。Lenke 等^[26]对 66 例行后路选择性胸椎融合治疗的 AIS 患者分析发现,术后有 25.8% 的患者出现冠状面失代偿。Suk 等^[27]对 236 例行选择性胸椎融合治疗的胸弯 AIS 患者回顾性分析发现,有 11.4% (27 例) 在随访 5 年后出现冠状面失代偿,其中出现远端附加现象有 17 例。蒋彬等^[34]对 78 例胸段先天性脊柱侧凸 (congenital scoliosis, CS) 行后路长节段矫形术的患者研究发现,术中冠状面平衡矫正距离过大是远端附加现象的危险因素,ROC 曲线分析显示冠状面平衡矫正距离大于 3.45cm, 发生远端附加现象的风险显著增加,其认为远端附加现象可能是对术后冠状面正失衡矫正过度的一种代偿机制。

2.3 其他

腰弯高柔软度是目前脊柱外科医生新提出的一个与远端附加现象有关的危险因素,孙旭等^[31]根据代偿性腰弯在侧方 Bending 位片是否可以完全矫正将 110 例特发性脊柱侧凸患者 (Lenke 1A 型) 分为高柔软度 (柔软度 = 100%) 和低柔软度 (柔软度 < 100%) 两组,经 Logistic 回归分析得出,腰弯高柔软度是术后发生远端附加现象的独立危险因素 (OR = 4.610, $P = 0.053$)。Yang 等^[20]研究认为,较小的术前 PTC、较小的术前 MTC、较小的术前 LC、较大的术前冠状面和矢状面不平衡、冠状面和矢状面矫正过度也是远端附加的风险因素。

通过相关学者的研究分析我们可以发现,远端附加现象的发生和许多因素有关,目前没有任何单一的因素可导致远端附加现象的发生。其中 LIV 冠状位置、LIV 的选择、年龄、Risser 征、脊柱生长发育的潜能、顶椎偏距、代偿性腰弯的柔软度等为远端附加现象的主要危险因素。

3 远端附加现象的预防

目前关于远端附加现象的预防,学者们给出了不同的观点,主要针对 LIV 的选择以及脊柱的生长发育潜能提出预防方案,而且不同的学者给出的预防方案也不尽相同。

由于 LIV 的选择与远端附加现象的发生和进展密切相关,因此在选择性胸椎融合手术中 LIV 选择应慎重,既要保留腰椎活动度,又要避免远端附加现象的发生。因此,相当一部分学者针对 LIV 选择提出了自己的观点。Wang 等^[9]研究发现,在 Lenke 1A 型脊柱侧凸中,LIV 的选择与远端附加的存在高度相关,当术前 LIV+1 与 CSVL 的偏差超过 10mm 时,远端附加现象的发生率显著增加,建议选择 DV (从骶骨向头端方向第一个偏离 CSLV > 10mm 的椎体) 作为最下固定椎,不仅可以预防远端附加现象的发生,而且能保留更多腰椎的活动度和增长潜力。Matsumoto 等^[6]

建议远端至少融合到 LTV。秦晓东等^[10]建议远端融合至 STV/nSTV+1,即 SSV^[19]。Lakhal 等^[18]建议应基于对冠状面和矢状面的活动范围而选择 LIV。国内邱勇教授团队^[19]分析认为 LIV 的选择应位于最后实质触及椎 (从骶骨往头端最后一个被 CSVL 平分的椎体) 以降低远端附加现象发生率。Zhang 等^[35]研究认为,远端附加现象可能是 PSI 的补偿机制,建议手术中应充分矫正上胸弯 (proximal thoracic curves, PTC) Cobb 角,并对主胸弯 (main thoracic curves, MTC) Cobb 角和腰弯 Cobb 角进行适度矫正。而 Cho 等^[7]认为应该首先分清是 Lenke 1A-L 还是 Lenke 1A-R 型有助于预防远端附加现象的发生,并建议 Lenke 1A-L 型融合至中立椎上一个椎体或稳定椎上 1~2 个椎体。

李明等^[32]报道行后路全椎弓根螺钉固定治疗 121 例 AIS 患者,其中术后远端附加现象出现 1 例,其手术时 Risser 征为 1 级,因此认为应相应延长此类患者选择融合的节段。袁硕等^[33]研究认为,低骨龄或选择性胸弯融合术融合节段过短可能是远端附加现象的危险因素,建议三角软骨开放患者应严格掌握选择性胸弯融合术的指征。Schlechter 等^[2]也发现,骨龄低的 AIS 患者术后更易发生远端附加现象。因此,对于骨骼未成熟的患者,LIV 应选择更为远端的节段从而避免术后远端附加现象的发生。

4 远端附加现象的治疗

虽然现在脊柱外科医生可通过各种手段来发现远端附加现象,但单纯因为远端附加现象需要再次手术的患者并不多,出现远端附加现象之后是保守治疗密切观察还是积极翻修手术治疗,目前学界对此研究相对较少,且远端附加现象的翻修原则、手术指征等目前还没有统一标准。Murphy 等^[30]对 160 例接受脊柱后路手术的 AIS 患者研究认为,远端附加现象的临床意义尚不清楚,且术后 2 年远端附加现象与临床上的不平衡或背痛无关,2 例接受翻修手术的患者无临床症状,但因远端附加现象的放射学证据表明需要进行翻修手术。Matsumoto 等^[6]对 106 例接受治疗的 Lenke 1A 型 AIS 患者研究发现,在术后 2 年的随访中,18.8% 的患者观察到了远端附加现象,而在该研究中没有 1 例患者需要额外的手术来治疗远端附加现象,且在随访期间 SRS 22 评分在远端附加现象的患者中没有受到不利影响,但 Matsumoto 等认为应防止远端附加现象,进一步观察是否有远端附加现象的患者将在未来受到不利的影响。Lakhal 等^[18]对 185 例 Lenke 1 型术后患者进行研究,发现 3 例患者符合远端附加现象的标准,2 例患者需要在 36 个月和 8 个月进行手术翻修。其中 1 例患者脊柱融合至 L1,胸椎曲线 46°,术后减少到 30°。腰椎曲线为 32°,术后减少到 17°。术后随访 36 个月,融合下方第一个椎间盘的角度从 10°逐渐增加到 16°,腰椎曲线从 17°增加到 28°,L1 和 CSVL 之间的距离增加了 9mm。患者在手术后 36 个月进行翻修手术,融合扩展至 L3。另一例患者脊柱融合至 L1,胸椎曲线 50°,术后缩小至 15°。腰椎曲线 43°,术后减

少到 13° , 术后患者出现放射性恶化, 腰椎曲线从 13° 增加到 19° , 并且融合下方第一个椎骨的角度从 9° 增加到 17° , 在术后第 8 个月, CSVL 与 LIV 之间的距离从 32mm 增加到 38mm。CSVL 与 LIV+1 之间的距离从 29mm 增加到 40mm。翻修后该患者的融合从 L1 延伸至 L2。由此, 2 例患者术后出现远端附加现象需要翻修的原因有: (1) 融合下方第一个椎间盘的角度明显增加; (2) 腰椎曲线明显增加; (3) LIV 和 CSVL 之间的距离, CSVL 与 LIV+1 之间的距离明显增加; (4) 融合节段过短。远端附加现象的翻修指征大致如下: (1) 融合下方第一个椎间盘的角度增加 $\geq 6^\circ$; (2) 腰椎曲线增加 $\geq 6^\circ$; (3) LIV 和 CSVL 之间的距离增加 ≥ 6 mm, CSVL 与 LIV+1 之间的距离增加 >10 mm。由于远端附加现象会对腰椎产生不好的影响, 如加速退行性变的过程, 因此需要对患者进行更长时间的随访来进一步阐明这一问题。

综上所述, 远端附加现象是脊柱侧凸矫形术后严重影响矫正效果的并发症, 而重视术前术后危险因素的分析、融合区域的合理选择、术中内固定的应用以及术后严密的随访是避免这一并发症的关键。

5 参考文献

- Sponseller PD, Betz R, Newton PO, et al. Differences in curve behavior after fusion in adolescent idiopathic scoliosis patients with open triradiate cartilages[J]. Spine, 2009, 34(8): 827-831.
- Wang Y, Hansen ES, Høy K, et al. Distal adding-on phenomenon in Lenke-1A scoliosis: risk factor identification and treatment strategy comparison[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2011, 36(14): 1113-1122.
- Yang C, Li Y, Yang M, et al. Adding-on phenomenon after surgery in Lenke Type 1, 2 adolescent idiopathic scoliosis: is it predictable[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2016, 41(8): 698-704.
- Wang Y, Bünger CE, Zhang Y, et al. Distal adding on in Lenke 1A scoliosis: what causes it: how can it be prevented [J]. Spine Deform, 2014, 2(4): 301-307.
- Wang Y, Bünger CE, Zhang Y, et al. Distal adding on in Lenke 1A scoliosis: how to more effectively determine the onset of distal adding-on[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2013, 38(6): 490-495.
- Matsumoto M, Watanabe K, Hosogane N, et al. Postoperative distal adding-on and related factors in Lenke type 1A curve [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2013, 38(9): 737-744.
- Cho RH, Yaszay B, Bartley CE, et al. Which Lenke 1A curves are at the greatest risk for adding-on and why? [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2012, 37(16): 1384-1390.
- Cao K, Watanabe K, Kawakami N, et al. Selection of lower instrumented vertebra in treating Lenke type 2A adolescent idiopathic scoliosis [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2014, 39(4): E253-E261.
- Schlechter J, Newton P, Upasani V, et al. Risk factors for distal adding-on identified: what to watch out for [J]. Spine J, 2008, 8(5): 164S.
- 秦晓东, 夏超, 薛冰川, 等. 青少年特发性脊柱侧凸术后远端附加现象的自然史研究 [J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(4): 220-227.
- Winter RB. The idiopathic double thoracic curve pattern: its recognition and surgical management [J]. Spine, 1989, 14(12): 1287-1292.
- Lee CS, Hwang CJ, Lim EJ, et al. A retrospective study to reveal factors associated with postoperative shoulder imbalance in patients with adolescent idiopathic scoliosis with double thoracic curve [J]. J Neuro surg Pediatr, 2016, 25(6): 744-752.
- Suk SI, Lee SM, Chung ER, et al. Selective thoracic fusion with segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis: more than 5-year follow-up [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2005, 30(14): 1602-1609.
- Lehman RA Jr, Lenke LG, Keeler KA, et al. Operative treatment of adolescent idiopathic scoliosis with posterior pedicle screw-only constructs: minimum three-year follow-up of one hundred fourteen cases [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(14): 1598-1604.
- Suk SI, Kim WJ, Lee CS, et al. Indications of proximal thoracic curve fusion in thoracic adolescent idiopathic scoliosis: recognition and treatment of double thoracic curve pattern in adolescent idiopathic scoliosis treated with segmental instrumentation [J]. Spine, 2000, 25(18): 2342-2349.
- Upasani VV, Hedequist DJ, Hresko MT, et al. Spinal deformity progression after posterior segmental instrumentation and fusion for idiopathic scoliosis [J]. J Child Orthop, 2015, 9(1): 29-37.
- Shigematsu H, Cheung JP, Bruzzone M, et al. Preventing fusion mass shift avoids postoperative distal curve adding-on in adolescent idiopathic scoliosis [J]. Clin Orthop Relat Res, 2017, 475(5): 1448-1460.
- Lakhal W, Loret JE, de Bodman C, et al. The progression of lumbar curves in adolescent Lenke 1 scoliosis and the distal adding-on phenomenon [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 100(4 Suppl): S249-254.
- Qin X, Sun W, Xu L, et al. Selecting the last "substantially" touching vertebra as lowest instrumented vertebra in Lenke type 1A curve: radiographic outcomes with a minimum of 2-year follow up [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2016, 41(12): E742-E750.
- Yang M, Zhao Y, Yin X, et al. Prevalence, risk factors, and characteristics of the "Adding-On" phenomenon in idiopathic scoliosis after correction surgery: a systematic review and meta-analysis [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2018, 43(11): 780-790.
- Richards BS, Birch JG, Herring JA, et al. Frontal plane and

综述

长链非编码 RNA 影响椎间盘退变机制的研究进展

Review of the mechanisms of lncRNA in intervertebral disc degeneration

赵世新, 辛超飞, 王 朕, 刘 鸣, 潘军伟, 王 丹

(郑州大学第一附属医院骨一科 450052 郑州市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.07.13

中图分类号: Q522, R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2019)-07-0660-06

椎间盘退变(intervertebral disc degeneration, IDD)是引起腰腿痛最常见的慢性脊柱退行性病变,目前尚无较好的非手术治疗方法^[1]。IDD 的发生发展是一个多因素共同作用的过程,如遗传、衰老、外伤、过度负重、吸烟等,具体

机制目前仍未完全阐明。有学者提出,细胞因子/蛋白质注射、细胞移植和基因转入是治疗 IDD 的三个潜在策略^[2-5],但目前的研究尚存在诸多问题。基因转入治疗是通过基因转移技术将合适的外源基因插入到受体细胞内,外源基因编码产物在受体细胞内发挥功能,由于其能够持续内源性合成治疗椎间盘退变的相关分子,避免了细胞因子或蛋白质注射过程中反复椎间盘穿刺造成的损伤及细胞移植所带来的排异反应,得到了许多学者的青睐^[6-8]。选择组织特异性高、功能机制明确、疗效确切的基因是当前基因转入治疗研究的难点问题^[9]。近年来随着长链非编码 RNA

基金项目:河南省医学科技攻关计划项目(联合共建项目)(编号:2018020020)

第一作者简介:男(1994-),硕士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(0371)67967009 E-mail:807024986@qq.com

通讯作者:王丹 E-mail:wangdan100@126.com

- sagittal plane balance following Cotrel-Dubousset instrumentation for idiopathic scoliosis[J]. Spine, 1989, 14(7): 733-737.
22. Benli IT, Akalin S, Kis M, et al. Onset idiopathic scoliosis treated kobe journal of medical frontal and sagittal balance analysis of late with third generation instrumentation [J]. Sciences, 2001, 47(6): 231-254.
23. McCance SE, Denis F, Lonstein JE, et al. Coronal and sagittal balance in surgically treated adolescent idiopathic scoliosis with the King II curve pattern: a review of 67 consecutive cases having selective thoracic arthrodesis [J]. Spine, 1998, 23(19): 2063-2073.
24. Behensky H, Cole AA, Freeman BJC, et al. Fixed lumbar apical vertebral rotation predicts spinal decompensation in lenke type 3c adolescent idiopathic scoliosis after selective posterior thoracic correction and fusion [J]. Eur Spine J, 2007, 16(10): 1570-1578.
25. 胡宗杉, 邱勇, 刘臻, 等. 单平面椎弓根螺钉联合椎体去旋转技术治疗 Lenke5C 型特发性脊柱侧凸[J]. 中华骨科杂志, 2015, 35(11): 1151-1158.
26. Lenke LG, Betz RR, Harms J, et al. Adolescent idiopathic scoliosis a new classification to determine extent of spinal arthrodesis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2001, 83(8): 1169-1181.
27. Suk SI, Lee SM, Chung ER, et al. Determination of distal fusion level with segmental pedicle screw fixation in single thoracic idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2003, 28(5): 484-491.
28. Wang WW, Xia CW, Zhu F, et al. Correlation of Risser sign, radiographs of hand and wrist with the histological grade of iliac crest apophysis in girls with adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2009, 34(17): 1849-1854.
29. 丁旗, 邱勇, 孙旭, 等. 主胸腰弯或腰弯型青少年特发性脊柱侧凸行前路选择性融合术后胸弯失代偿的危险因素[J]. 中华外科杂志, 2012, 50(6): 518-523.
30. Murphy JS, Upasani VV, Yaszay B, et al. Predictors of distal adding-on in thoracic major curves with AR lumbar modifiers[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2017, 42(4): E211-E218.
31. 孙旭, 邱勇, 孙超, 等. 特发性胸椎侧凸选择性融合术后远端附加现象[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(2): 103-108.
32. 李明, 顾苏熙, 朱晓东, 等. 全节段椎弓根螺钉系统矫治青少年特发性胸腰椎/腰椎侧凸的疗效[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2007, 17(4): 261-265.
33. 袁硕, 邱勇, 朱锋, 等. Y 形软骨闭合与否对青少年特发性脊柱侧凸患者矫形疗效及并发症的影响 [J]. 中华外科杂志, 2011, 49(5): 414-418.
34. 蒋彬, 王冰, 吕国华, 等. 胸段先天性脊柱侧凸后路长节段矫形术后远端附加现象的危险因素分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2018, 28(8): 682-689.
35. Zhang S, Zhang L, Feng X, et al. Incidence and risk factors for postoperative shoulder imbalance in scoliosis: a systematic review and meta-analysis[J]. Eur Spine J, 2018, 27(2): 358-369.

(收稿日期:2019-02-28 末次修回日期:2019-05-12)

(本文编辑 姜雅浩)