

· 专家述评 ·

颈椎前路融合与非融合手术在脊髓型颈椎病治疗中的合理选择

周英杰

(河南省洛阳正骨医院/河南省骨科医院, 河南 洛阳 471002)

摘要 脊髓型颈椎病(cervical spondylotic myelopathy, CSM)一旦确诊,经规范非手术治疗无效或神经功能障碍进行性加重,应尽早手术治疗,但在具体术式选择方面尚存争议。传统前路颈椎间盘切除融合术(anterior cervical discectomy and fusion, ACDF)是治疗 CSM 的金标准;但融合术后手术节段运动功能丧失,致其相邻节段应力增加,存在加速相邻节段退变(adjacent segment degeneration, ASD)的可能。颈椎人工椎间盘置换术(artificial cervical disc replacement, ACDR)可维持病变节段活动度,理论上可减少 ASD 的发生。对于 CSM 前路手术中的融合与非融合问题,有必要进行深入探讨,以利于手术方式的合理选择。本文分别对 ACDF、颈椎前路椎体次全切除融合术、ACDR 和前路“杂交式”减压术的优缺点进行了总结和评述。

关键词 颈椎病;椎间盘切除术;脊柱融合术;全椎间盘置换;述评



周英杰,主任医师,硕士研究生导师,河南省洛阳正骨医院(河南省骨科医院)脊柱外科中心主任,河南省中医重点学科学术带头人,河南省“555 工程”学科带头人。中国中西医结合学会脊柱医学专业委员会常委,中国医药教育协会骨科专业委员会脊柱分会常委、微创学组副主任委员,

河南省中西医结合学会脊柱专委会副主任委员,河南省骨科医师协会脊柱专业委员会副主任委员。《中国矫形外科杂志》《中国中医骨伤科杂志》《中国骨质疏松杂志》编委,《中医正骨》《中华创伤杂志》审稿专家。曾获河南省名中医、洛阳市五一劳动奖章等荣誉称号。获国家科技进步二等奖 1 项,省市科研成果奖 11 项。

脊髓型颈椎病(cervical spondylotic myelopathy, CSM)是颈椎间盘退变及其继发性病理改变刺激或压迫脊髓所致的,以脊髓功能障碍为主要临床表现的一系列综合征,40 岁以上人群易患此病^[1-3]。随着时间的推移,绝大多数 CSM 患者的神经功能状态会逐渐恶化^[4]。此类患者只要具备脊髓损伤症状持续加重或超过 6 个月、脊髓变扁或脊髓横截面积小于 40 mm²

中的任何一项就应考虑手术治疗,以改变其自然病程,预防神经功能的进行性恶化^[5-9]。但对于具体术式的选择,目前临床上尚存争议。不管选择何种手术方式,其目的均是扩大椎管使脊髓获得减压,以改善脊髓形态和最大程度改善脊髓血供。前路手术可以直接去除脊髓前方的压迫,恢复脊髓前动脉的血供,所以对于压迫局限于 1~2 个节段的 CSM 患者来说,前路手术是最佳选择。前路颈椎间盘切除融合术(anterior cervical discectomy and fusion, ACDF)是治疗单节段 CSM 的经典术式,大量的临床实践证明其疗效良好^[10-15];但该术式也存在一定的并发症,长期效果并不确定^[16-20]。近年来颈椎人工椎间盘置换术(artificial cervical disc replacement, ACDR)因操作简单,可以保留手术节段的运动功能,降低由融合所致的邻近节段内部异常应力,为邻近节段椎间盘提供保护,使患者更快地活动及返回工作,逐渐被人们所接受,并显示出了良好的应用前景;但 ACDR 的应用也出现了扩大化现象,术后异位骨化、自发融合及相邻节段椎间盘退变的问题逐渐成为研究的热点^[21]。也有学者对 ACDF 和 ACDR 进行对比研究后认为,二者临床效果相当^[22-25]。鉴于此,笔者认为对 CSM 前路手术中的融合与非融合问题有必要进行深入探讨,以利于 CSM 手术方式的合理选择。

1 颈椎前路融合术

1.1 ACDF 自 20 世纪 50 年代 Cloward 等^[26-27]报道采用 ACDF 治疗颈椎病以来,ACDF 经过半个世纪

的发展已被视为是治疗 CSM 的标准治疗方案^[28-29]。该术式通过前侧自然间隙入路可直接有效解除脊髓前方压迫,并采用自体髂骨进行椎间植骨融合。Bohlman 等^[30]比较了仅行 ACDF 而未行内固定患者的融合率,结果显示 62 例行单节段融合患者的融合率为 89%,接受双间隙和三间隙融合患者的融合率为 73%。随着融合间隙数目的增加,其融合率会降低,其原因可能为随着融合界面的增加,融合节段所受应力随之增加所致。而不使用内固定的颈椎前路减压融合术的主要劣势在于不能获得术后即刻的稳定性,仅靠颈围等外固定获得的稳定性不确切,随访过程中发现融合器移位、松动,最后出现植骨不融合,进而导致椎间隙塌陷、假关节形成等并发症的发生;同时取骨区也会出现感染、疼痛等常见并发症^[31]。为避免其不足和缺陷,减少术后并发症的发生,1980 年 Böhler 等^[32]首先报道了在颈椎前路手术中应用内固定系统。该技术不仅可以增加术后即刻稳定性和融合率、缩短术后制动时间,还可减少术后节段性后凸和移植骨相关并发症的发生^[33-34]。此外,在行颈椎前路减压后植入椎间融合器也成为治疗颈椎病的一种新的技术^[35]。臧加龙等^[36]通过 Meta 分析来评价 Cage 与自体骨植骨治疗 CSM 的区别,结果显示不管椎间植入 Cage 还是自体骨,凡是获得融合的患者均可以获得良好的治疗效果;Cage 组出血量较少,可以缩短术后住院时间,减少围手术期并发症的发生;但是两者在植骨融合率、平均手术时间及术后优良率等方面,差异无统计学意义。因 Cage 的横截面积大,植骨后与椎体的接触面积大,有利于植骨融合,被视为是理想的椎间融合植入材料。目前临床上使用的椎间融合器材料主要为非金属类,常用的有高分子聚醚醚酮、Brantigan 碳纤维 Cage 和可吸收的聚-DL-乳酸融合器。其中高分子聚醚醚酮 Cage 是临床上应用最普遍的,因其弹性模量与人体皮质骨最接近,可有效避免应力集中和应力遮挡;另一方面它还有良好的抗腐蚀性能和生物相容性^[37-38]。近年来零切迹颈椎前路融合术作为独立的颈椎前路椎间融合内固定术应用于临床,其设计具备了颈椎前路钢板固定和椎间融合器的优点^[39]。该技术的优势在于植入物在椎间隙内植入,不会在椎体前缘突出,因此避免了对食管摩擦刺激,进而可以降低术后吞咽困难的发生^[40]。管华清等^[41]研究结果显示,采用新型零切迹桥形锁

定融合器治疗的患者手术时间短于采用传统颈椎前路钢板内固定术治疗的患者;并认为其可能的原因为零切迹融合器无需安置于椎体前方,可以减少椎前软组织剥离和椎前增生骨面处理的时间,而且植入零切迹椎间融合器还节省了前路钢板预弯和钢板位置调整校对的时间。

1.2 颈椎前路椎体次全切除融合术 目前对于单节段或双节段的 CSM 患者,选择 ACDF 治疗已得到了学者们的普遍认可。但是对于合并后纵韧带骨化症、椎间盘碎片游离至椎体后方或颈椎后凸畸形者,因 ACDF 术中视野仅局限于椎间隙平面,对同间隙水平的椎体后缘骨赘切除尚存在一定的困难,若再存在明显椎间隙狭窄或脊髓受压范围较广时,单纯采用 ACDF 治疗很难达到彻底减压的目的。而椎体次全切除融合术 (anterior cervical corpectomy and fusion, ACCF) 通过在椎体正中开槽,既可以去除突出椎间盘和骨赘,同时又可以使用潜行扩大的办法来切除或游离肥厚、骨化的后纵韧带。任何来自椎体后方的压迫都可认为是 ACCF 的适应证^[42]。侯铁胜等^[43]报道,对于脊髓前方受压为主的 4 个节段 CSM 患者采用前路手术治疗时,应根据脊髓压迫部位的不同而行不同的 ACCF 方式,最常用的是 ACCF 联合 2 个钛网植骨与钢板内固定术。对于退变明显的 CSM 患者,这种经椎间隙减压与 ACCF 共用的混合术式较多个椎体次全切除的方法更佳^[44]。Guo 等^[45]采用 ACDF、ACCF 及 ACDF 联合 ACCF 共 3 种颈前路固定方式治疗多节段 CSM 患者 120 例,研究结果显示,ACDF 对于压迫仅来源于椎间隙平面者效果最好,而致压物位于椎体后缘的患者行 ACDF 联合 ACCF 固定效果更理想;但通过长期随访发现,有部分患者出现内固定物松动断裂、吞咽困难、邻近节段退变及融合器松动、脱出等并发症,尤其是存在跨节段或长节段固定时,其中间节段的活动度必然无辜牺牲,长节段固定使整个颈椎的活动度丧失,术后患者满意度低。

2 颈椎前路非融合术——ACDR

目前临床上 ACDF 已成为治疗单节段 CSM 最为有效的术式,但行 ACDF 术后植骨融合节段相应的运动功能会丧失,而其相邻节段的应力和活动度也会出现代偿性增加,因此存在加速 ASD 的可能^[46-47]。而 ACDR 可以保留病变节段的活动度,减少 ASD 的发生。目前国内常用的颈椎人工椎间盘假体包括

Bryan、Prestige LP、Prestige ST、ProDisc - C 和 PCM 等^[48-50]。ACDR 不仅能获得有效的减压,又可保留颈椎的运动功能,减少相邻节段应力集中,避免 ASD 的发生。

但是近年来,有学者对 ACDR 能预防 ASD 的问题提出了质疑。Park 等^[51]对行 ACDR 的 75 例患者进行了随访,结果发现术后 24 个月发生异位骨化的概率达 94.1%。尽管目前对于 ASD 方面的问题仍无确切的结论,但是很多中长期随访研究结果都证实了 ACDR 可以减少 ASD 的发生,并且其临床疗效不差于 ACDF。阎凯等^[52]对 ACDR 与 ACDF 治疗双节段 CSM 的长期疗效进行了研究,结果显示末次随访时 2 组日本骨科协会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 评分和颈椎功能障碍指数评分均较术前有明显改善,但 2 组患者 JOA 评分、JOA 评分改善率及颈椎功能障碍指数评分比较,差异无统计学意义;ACDF 组手术节段活动度和颈椎整体活动度较术前均有明显降低,ACDR 组手术节段活动度和颈椎整体活动较术前虽有降低但差异无统计学意义。可见,对于双节段 CSM 患者,ACDR 的临床疗效与 ACDF 相当,不仅能够保持颈椎的活动度,而且长期随访结果安全可靠。

目前临床上关于 ACDR 的研究缺乏大宗长期的临床资料,其远期效果尚不明确,而且还有很多影响其长期疗效的潜在因素存在,如假体磨损、下沉、手术节段活动度下降、ASD 发生及患者症状能否长久缓解等。与 ACDF 相比,ACDR 有一定临床优势,在一定程度上可以弥补 ACDF 的不足,短期随访效果满意,但是作为一种新技术,临床上应严格把握其手术适应证、禁忌证以及防止可能出现的并发症,并结合患者的自身情况,予以个性化治疗。

3 颈椎前路融合联合非融合术——前路“杂交式”减压术

对于多节段 (3 个或 3 个以上) CSM 患者,单一采用上述任何一种手术方法均不理想,针对这一问题近年来临床上出现了一种既可实现减压的目的又可减少融合节段的新方法:前路“杂交式”减压术,即 Hybrid 手术。王文军等^[53]于 2007 年首次报道使用 ACCF 联合 ACDR 治疗多节段 CSM 患者 15 例,随访 3~24 个月,结果显示所有患者内固定物无松动、移位,术后 3~7 个月均获得植骨融合;术前颈椎活动度 ($12.8^{\circ} \pm 5.7^{\circ}$) 与术后 1 年 ($11.2^{\circ} \pm 5.4^{\circ}$) 比较,差异

无统计学意义;JOA 评分术前平均 10.3 分、术后 3 个月平均 13.8 分,术后 JOA 评分改善率为 74.3%,其中优 7 例、良 5 例、可 2 例、差 1 例;认为 ACCF 联合 ACDR 治疗多节段 CSM 能获得彻底的减压效果,同时又可以减少固定融合节段,有效减缓 ASD 过程,有效保证颈椎活动性及其功能。马迅等^[54]回顾性分析了 38 例行 Hybrid 手术治疗的 CSM 患者,随访 15~55 个月,结果显示 36 例患者的神经系统功能都有不同程度恢复;认为 Hybrid 手术不仅可以获得病变节段的彻底减压,而且还可以减少融合退变节段,保留非融合节段的活动度,从而使患者的颈椎获得稳定性。对于多节段 CSM 患者,Hybrid 手术也是一种不错的选择,不过由于该术式临床应用时间短,缺少长期随访结果,有待于进一步的研究证实其远期疗效。

4 小 结

对于单节段或双节段 CSM 患者,ACDF 是一种有效的治疗手段,其优点在于能缓解神经功能障碍所引起的症状,从对患者主诉症状的疗效评价上来说其临床疗效满意,而且从影像学上看其具有较高的融合率;但对于合并后纵韧带骨化症、椎间盘碎片游离至椎体后方或颈椎后凸畸形者,单纯采用 ACDF 治疗很难达到彻底减压的目的,应采用 ACCF 治疗;而对于多节段 CSM 患者,行多节段 ACCF 治疗在一定程度上会影响颈椎稳定性和活动度,同时植入物也易出现移位、塌陷等,导致植骨延迟愈合或不愈合,形成假关节,因此笔者不建议单纯行 ACCF,更倾向于采用 ACCF 和 ACDF 相结合的分节段减压植骨融合术。ACDR 不仅可维持颈前路减压的效果,还可以取得术后的即刻稳定性,维持颈椎活动度;但目前有关 ACDR 的研究缺乏长期随访的临床资料,临床上应严格把握其手术适应证、禁忌证以及防止可能出现的并发症;此外,该技术是否可以取代 ACDF 尚需更多的长期随访结果来证实。针对多节段 (3 个或 3 个以上) CSM 患者,近年来又出现了一种既可实现减压的目的又可减少融合节段的新方法:前路“杂交式”减压术即“Hybrid 手术”,但该术式临床应用时间短,而且缺少长期随访结果,有待于进一步的研究证实其远期疗效。

5 参考文献

- [1] BOOGAARTS H D, BARTELS R H. Prevalence of cervical spondylotic myelopathy [J]. *Europ Spine J*, 2015, 24 (2):

- 1-3.
- [2] FEHLINGS M G, IBRAHIM A, TETREAULT L, et al. A global perspective on the outcomes of surgical decompression in patients with cervical spondylotic myelopathy: results from the prospective multicenter AOSpine international study on 479 patients[J]. *Spine (Phila Pa)*, 2015, 40(17): 1322-1328.
- [3] 张莉, 秦丹霞, 张细姣. Orem 自理理论在前路手术治疗脊髓型颈椎病围手术期护理中的应用[J]. *中医正骨*, 2015, 27(9): 75-76.
- [4] TOLEDANO M, BARTLESON J D. Cervical spondylotic myelopathy[J]. *Neurol Clin*, 2013, 31(1): 287-305.
- [5] ELLINGSON B M, SALAMON N, HOLLY L T. Advances in MR imaging for cervical spondylotic myelopathy[J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(2): 197-208.
- [6] LUO J, GONG M, HUANG S, et al. Incidence of adjacent segment degeneration in cervical disc arthroplasty versus anterior cervical decompression and fusion meta-analysis of prospective studies[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2015, 135(2): 155-160.
- [7] 江帅, 卜海富, 隋聪, 等. 多节段脊髓型颈椎病两种手术方式的疗效比较[J]. *临床骨科杂志*, 2015, 18(1): 1-22.
- [8] YOSHIDA G, KANEMURA T, ISHIKAWA Y, et al. The effects of surgery on locomotion in elderly patients with cervical spondylotic myelopathy[J]. *Eur Spine J*, 2013, 23(11): 2545-2551.
- [9] LAW MD Jr, BERNHARDT M, WHITE AA 3rd. Cervical spondylotic myelopathy: a review of surgical indications and decision making[J]. *Yale J Biol Med*, 1993, 66(3): 165-177.
- [10] DE LA GARZA - RAMOS R, XU R, RAMHMDANI S, et al. Long-term clinical outcomes following 3- and 4-level anterior cervical discectomy and fusion[J]. *J Neurosurg Spine*, 2016, 24(6): 885-891.
- [11] LIU J, CHEN X, LIU Z, et al. Anterior cervical discectomy and fusion versus corpectomy and fusion in treating two-level adjacent cervical spondylotic myelopathy: a minimum 5-year follow-up study[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2015, 135(2): 149-153.
- [12] BURKHARDT J K, MANNION A F, MARBACHER S, et al. A comparative effectiveness study of patient-rated and radiographic outcome after 2 types of decompression with fusion for spondylotic myelopathy: anterior cervical discectomy versus corpectomy[J]. *Neurosurg Focus*, 2013, 35(1): E4.
- [13] 唐向盛, 谭明生, 移平, 等. 多节段脊髓型颈椎病前路手术疗效分析[J]. *中国骨伤*, 2013, 26(6): 460-463.
- [14] ZHOU R P, JIANG J, ZHAN Z C, et al. Morphological character of cervical spine for anterior transpedicular screw fixation[J]. *Indian J Orthop*, 2013, 47(6): 553-558.
- [15] CHANG V, HOLLY L T. Controversies in the management of cervical spondylotic myelopathy[J]. *J Neurosurg Sci*, 2013, 57(3): 241-252.
- [16] ARNOLD P M, ANDERSON K K, SELIM A, et al. Heterotopic ossification following single-level anterior cervical discectomy and fusion: results from the prospective, multicenter, historically controlled trial comparing allograft to an optimized dose of rhBMP-2[J]. *J Neurosurg Spine*, 2016, 25(3): 292-302.
- [17] LEE C H, LEE J, KANG J D, et al. Laminoplasty versus laminectomy and fusion for multilevel cervical myelopathy: a meta-analysis of clinical and radiological outcomes[J]. *J Neurosurg Spine*, 2015, 22(6): 589-595.
- [18] TIAN W, YAN K, HAN X, et al. Comparison of the clinical and radiographic results between cervical artificial disk replacement and anterior cervical fusion: a 6-year prospective nonrandomized comparative study[J]. *Clin Spine Surg*, 2017, 30(5): E578-E586.
- [19] ALMRE I, ASSER A, LAISAAR T. Pharyngoesophageal diverticulum perforation 18 years after anterior cervical fixation[J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2014, 18(2): 240-241.
- [20] HILIBRAND A S, CARLSON G D, PALUMBO M A, et al. Radiculopathy and myelopathy at segments adjacent to the site of a previous anterior cervical arthrodesis[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1999, 81(4): 519-528.
- [21] BARTELS R H, DONK R. Fusion around cervical disc prosthesis: case report[J]. *Neurosurgery*, 2005, 57(1): E194.
- [22] LEI T, LIU Y, WANG H, et al. Clinical and radiological analysis of Bryan cervical disc arthroplasty: eight-year follow-up results compared with anterior cervical discectomy and fusion[J]. *Int Orthop*, 2016, 40(6): 1197-1203.
- [23] ZHAO Y, ZHANG Y, SUN Y, et al. Application of cervical arthroplasty with Bryan cervical disc: 10-year follow-up results in China[J]. *Spine (Phila Pa)*, 2016, 41(2): 111-115.
- [24] TIAN W, WANG H, YAN K, et al. Analysis of the factors that could predict segmental range of motion after cervical artificial disc replacement: a 7-years follow-up study[J]. *Clin Spine Surg*, 2017, 30(5): E603-E608.
- [25] BHANSALI A, MUSACCHIO M, STADLAN N. Myelopathy after cervical disc arthroplasty due to progression of spondylosis at the index level: case report[J]. *J Neurosurg Spine*,

- 2018, 28(5): 467-471.
- [26] CLOWARD R B. The anterior approach for removal of ruptured cervical disks[J]. J Neurosurg, 1958, 15(6): 602-617.
- [27] ROBINSON R A. Fusions of the cervical spine[J]. J Bone Joint Surg Am 1959, 41: 1-6.
- [28] QUINN J C, KIELY P D, LEBL D R, et al. Anterior surgical treatment of cervical spondylotic myelopathy: review article [J]. HSS J, 2015, 11(1): 15-25.
- [29] NORIEGA D C, KREUGER A, BROTTAT M, et al. Long-term outcome of the cloward procedure for single-level cervical degenerative spondylosis. Clinical and radiological assessment after a 22-year mean follow-up[J]. Acta Neurochir (Wien), 2013, 155(12): 2339-2344.
- [30] BOHLMAN H H, EMERY S E, GOODFELLOW D B, et al. Robinson anterior cervical discectomy and arthrodesis for cervical radiculopathy. Long-term follow-up of one hundred and twenty-two patients[J]. J Bone Joint Surg Am 1993, 75(9): 1298-1307.
- [31] 万东东, 胡茂忠, 许东浩. 肋骨取骨术后并发症的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24(12): 1096-1100.
- [32] BÖHLER J, GAUDEMAK R. Anterior plate stabilization for fracture-dislocations of the lower cervical spine [J]. J Trauma, 1980, 20(3): 203-205.
- [33] LEE S E, CHUNG C K, KIM C H. Difference in canal encroachment by the fusion mass between anterior cervical discectomy and fusion with bone autograft and anterior plating, and stand-alone cage [J]. Clin Neurosci, 2016, 29(1): 121-127.
- [34] GULSEN S. The effect of the PEEK cage on the cervical lordosis in patients undergoing anterior cervical discectomy[J]. Open Access Maced J Med Sci, 2015, 3(2): 215-223.
- [35] MCDONALD C P, CHANG V, MCDONALD M, et al. Three-dimensional motion analysis of the cervical spine for comparison of anterior cervical decompression and fusion versus artificial disc replacement in 17 patients: clinical article [J]. J Neurosurg Spine, 2014, 20(3): 245-255.
- [36] 臧加龙, 马信龙, 王涛, 等. 颈椎前路减压椎间融合器或自体骨植骨融合治疗颈椎病的 Meta 分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(1): 37-43.
- [37] PINDER E M, SHARP D J. Cage subsidence after anterior cervical discectomy and fusion using a cage alone or combined with anterior plate fixation [J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2016, 24(1): 97-100.
- [38] WANG Z, ZHU R, YANG H, et al. Zero-profile implant (Zero-P) versus plate cage benezech implant (PCB) in the treatment of single-level cervical spondylotic myelopathy [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2015, 16: 290.
- [39] MIAO J, SHEN Y, KUANG Y, et al. Early follow-up outcomes of a new zero-profile implant used in anterior cervical discectomy and fusion [J]. J Spinal Disord Tech, 2013, 26(5): E193-197.
- [40] YIN M, MA J, HUANG Q, et al. The new Zero-P implant can effectively reduce the risk of postoperative dysphagia and complications compared with the traditional anterior cage and plate: a systematic review and meta-analysis [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2016, 17(1): 430.
- [41] 管华清, 杨惠林, 姜为民, 等. 新型零切迹桥形锁定融合器治疗脊髓型颈椎病的早期疗效 [J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23(9): 794-799.
- [42] CHEN Y, WANG X, LU X, et al. Comparison of titanium and polyetheretherketone (PEEK) cages in the surgical treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy: a prospective, randomized, control study with over 7-year follow-up [J]. Eur Spine J, 2013, 22(7): 1539-1546.
- [43] 侯铁胜, 严宁, 虞舜志, 等. 前路手术治疗 4 节段脊髓型颈椎病的疗效分析 [J]. 中华骨科杂志, 2015, 35(11): 1125-1139.
- [44] SHAMJI M F, MASSICOTTE E M, TRAYNELIS V C, et al. Comparison of anterior surgical options for the treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy: a systematic review [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38(22 Suppl 1): S195-209.
- [45] GUO Q, BI X, NI B, et al. Outcomes of three anterior decompression and fusion techniques in the treatment of three-level cervical spondylosis [J]. Eur Spine J, 2011, 20(9): 1539-1544.
- [46] BYDON M, XU R, DE LA GARZA-RAMOS R, et al. Adjacent segment disease after anterior cervical discectomy and fusion: Incidence and clinical outcomes of patients requiring anterior versus posterior repeat cervical fusion [J]. Surg Neurol Int, 2014, 5(Suppl 3): S74-S78.
- [47] SONG K J, CHOI B W, KIM J K. Adjacent segment pathology following anterior decompression and fusion using cage and plate for the treatment of degenerative cervical spinal diseases [J]. Asian Spine J, 2014, 8(6): 720-728.
- [48] LI Z, YU S, ZHAO Y, et al. Clinical and radiologic comparison of dynamic cervical implant arthroplasty versus anterior cervical discectomy and fusion for the treatment of cervical degenerative disc disease [J]. J Clin Neurosci, 2014, 21(6): 942-948.