

文章编号 1006-8147(2020)05-0457-05

论 著

颈椎后路 C3~C7 椎板切除内固定融合术后中期相邻节段退变的临床研究

曹仰敬¹, 申庆丰², 夏英鹏²

(1.天津医科大学研究生院, 天津 300070; 2.天津市人民医院脊柱外科, 天津 300121)

摘要 目的:探究脊髓型颈椎病患者施行颈椎后路 C3~C7 椎板切除减压,后路固定融合术后,在中期内对相邻节段退变的影响。方法:回顾性分析 2015 年 5 月—2018 年 5 月在天津市人民医院行颈椎后路 C3~C7 椎板切除减压,后路固定融合术后的 41 例患者。相邻节段退变的评估采取两种方式:(1)为 X 光影评定,即在 X 线侧位片上定义 X 线椎间隙高度丢失与术前相比大于 10%;形成肉眼可见的新生骨赘或者原有骨赘增大;或者出现前纵韧带钙化。(2)为核磁共振(MRI),在 MRI T2 加权像上采用 Miyazaki 的颈椎间盘退变分级方法观察相邻节段退变的情况。同时通过颈椎活动度及椎间高度来进行评估。结果:所有患者均获得满意的 X 线片随访及 MRI 随访,时间为 12~26 个月,平均 18 个月。符合观察标准的节段共计 82 个。患者术后 3 d 椎间高度与术前相比差异无统计学意义($P>0.05$),末次随访与术后 3 d 椎间高度对比,差异无统计学意义($P>0.05$)。术后 3 d 与术前 X 线过伸、过屈位的颈椎活动度相比,颈椎活动度有明显变化,差异有统计学意义($P<0.05$),而末次随访与术后 3 d 对比,差异没有统计学意义($P>0.05$)。末次随访时所有患者植骨达到骨性融合,无内固定松动、脱出、断裂发生。患者的上位、下位相邻节段未出现新生骨赘或者骨赘增大的节段、前纵韧带钙化。通过 MRI 影像学观察,末次随访、术后 3 d 与术前相比上位、下位相邻节段椎间盘信号无明显变化。结论:C3~C7 节段行后路椎板切除减压内固定融合术后,在中期患者不会出现相邻节段退变的发生。**关键词** 相邻节段退变;颈椎后路椎板切除减压;后路固定融合;脊髓型颈椎病
中图分类号 R681.5⁺3 文献标志码 A

Clinical study on adjacent vertebral segment degeneration after posterior cervical fixation fusion at C3–C7

CAO Yang-jing¹, SHEN Qing-feng², XIA Ying-peng²

(1.Graduate School, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China; 2.Department of Spine Surgery, Tianjin Union Medical Center, Tianjin 300121, China)

Abstract Objective: To investigate the effect of posterior cervical laminectomy and decompression, posterior fixation and fusion (C3–C7) on adjacent segment degeneration in patients with cervical spondylotic myelopathy in medium stage. **Methods:** A retrospective analysis was performed on 41 patients who underwent posterior cervical laminectomy and decompression, posterior fixation and fusion between May 2015 and May 2018 in Tianjin Union Medical Center. Two methods were used to evaluate adjacent segment degeneration. One was X-ray light and shadow evaluation. X-ray clearance height loss was defined on X-ray lateral radiographs, which was more than 10% compared with that before surgery. Formation of new osteophytes visible to the naked eye or enlargement of original osteophytes were observed. Or calcification of the anterior longitudinal ligament was assessed. Another one was MRI. Miyazaki's cervical disc degeneration grading method was used to observe the degeneration of adjacent segments on the T2-weighted MRI. Cervical range of motion and intervertebral height were also assessed. **Results:** All patients were followed up with satisfactory X-ray and MRI for 12–26 months, with an average of 18 months. A total of 82 segments met the observation criteria. There was no statistically significant difference in intervertebral height between 3 days after operation and preoperative ($P>0.05$). And there was no statistically significant difference between the last follow-up and the postoperative 3 days ($P>0.05$). There was a significantly different between 3 days after operation and preoperative X-ray of the cervical range of motion in hyperextension and hyperflexion position ($P<0.05$). And there was no significantly different between postoperative 3 days and the last follow-up X-ray of the cervical range of motion in hyperextension and hyperflexion position ($P>0.05$). At the last follow-up, all the patients were bone grafted to achieve osseous fusion, and no internal fixation looseness, prolapse or fracture occurred. There was no calcification of new osteophytes or enlarged segments of the anterior longitudinal ligament in the upper and lower adjacent segments of the patient. According to the observation of MRI imaging, there was no significant change in the signal of upper and lower adjacent segment intervertebral discs at the last follow-up and 3 days after operation compared with preoperative. **Conclusion:** Adjacent segment degeneration does not observe after posterior cervical laminectomy decompression and fixation fusion (C3–C7) in medium stage.

Key words adjacent segment degeneration; posterior cervical laminectomy decompression; posterior fixation fusion; cervical spondylotic myelopathy

作者简介 曹仰敬(1993–),男,硕士在读,研究方向:脊柱外科;通信作者:夏英鹏, E-mail: xiayingpeng3755@163.com。

脊髓型颈椎病临床上主要是由多节段椎间盘突出、颈椎后纵韧带骨化、先天性或者退行性颈椎管狭窄等导致多节段脊髓压迫性病变^[1]。颈椎后路椎板减压内固定术可以达到重建稳定性、解除脊髓压迫的双重目的^[2]。本研究分析患者在行颈椎后路椎板减压内固定术后是否发生相邻节段退变(adjacent segmental degeneration, ASD)。既往认为活动的颈椎内固定融合手术属于刚性固定,无疑会伴发远期固定相邻节段的退变,甚至失稳。但是笔者大量临床病例随访发现,实际上这种并发症的出现并没有想象的多,故而开展此次回顾性研究,尝试明确颈椎后路椎板切除减压内固定融合术后对相邻节段退变的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入标准:(1)通过相关查体以及影像学检查明确诊断脊髓型颈椎病。(2)大于3个节段受压。(3)X线平片侧位中立位,存在颈椎曲度消失或者反曲。排除标准:(1)有颈椎手术历史。(2)颈椎曲度良好。(3)脊柱手术明确的手术禁忌证。

通过上述标准将2015年5月—2018年5月医院脊柱外科施行颈椎后路椎板减压内固定术的41例患者纳入研究。其中男20例,女21例;年龄24~79岁,平均年龄53岁。减压内固定节段均为C3~C7节段。所有患者术前均行颈椎X线片、CT、MRI检查。

1.2 观察方法

1.2.1 椎间高度 在侧位X线片测量手术节段的椎间高度,以椎间隙上方椎体上终板的中点至下方椎体下终板的中点的距离即为椎间高度。同时计算椎间高度变化=术后椎间高度-术前椎间高度^[3]。

1.2.2 X线平片标准 椎间退变标准设定为:X线标准侧位片椎间隙高度丢失与术前相比大于10%;形成肉眼可见的新生骨赘或者原有骨赘增大;或者出现前纵韧带钙化^[4-5]。

1.2.3 MRI标准 T2加权像采用Miyazaki等^[6]的颈椎间盘退变分级方法观察相邻节段退变情况。Ⅰ级:髓核强度高信号,髓核结构均一白色,髓核、纤维环分界清晰、椎间盘高度正常;Ⅱ级:髓核信号呈高信号,髓核结构白色带有灰带区,髓核、纤维环分界清晰,椎间盘高度正常;Ⅲ级:髓核强度中等信号,髓核结构颜色不均,灰和黑混杂,髓核及纤维环分界不清晰,椎间盘高度正常或降低;Ⅳ级:髓核强度低信号,髓核结构颜色不均,灰和黑混杂,髓核及纤维环分界消失,椎间盘高度正常或降低;Ⅴ级:

髓核强度低信号,髓核结构颜色不均,灰和黑混杂,髓核及纤维环分界消失,椎间盘高度塌陷。具体方法见图1。

1.2.4 固定术后骨性融合标准 采用Cauthen等^[7]的标准:(1)骨小梁桥接融合。(2)融合但植骨边缘有透光影。(3)植骨吸收或者出现透光影而为融合。(4)植骨出现相对活动未融合。(5)不能确定。

1.2.5 颈椎活动度 在过伸及过屈侧位X线片测量C2椎体下缘与C7椎体下缘连线的夹角,夹角之和即为颈椎活动度(range of motion, ROM)。

1.3 手术方法 常规全麻俯卧位,沿C2~T1逐层暴露直至显露C3~C7椎板至小关节外侧。定位满意后,选取合适螺钉,开口锥开口,丝锥套扣,于C3~C7双侧置入侧块螺钉。用尖嘴咬骨钳及磨钻,沿C3~C7椎板双侧小关节突内侧缘小心开槽,右侧保留内侧皮质骨,左侧则小心咬透椎板。将C3~C7椎板由左向右掀去达到脊髓减压。冲洗,减压后脊髓有搏动。取合适长度钛棒弯曲合适弧度后置于螺钉尾端,拧紧尾帽。用磨钻在双侧C3~C7关节突间打磨形成植骨床并植入剪碎的C3~C7棘突骨。C型臂透视内固定位置良好,置伤口引流管2根,逐层缝合伤口(侧块螺钉棒系统固定内植物来自美国强生公司)。

1.4 术后处理 术后3d拔出引流管后嘱患者佩戴颈托下地活动。

1.5 统计学处理 应用SPSS23.0统计软件进行分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料组间变量采用单因素重复测量方差分析。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 影像学评价结果 所有患者均获得满意的X线片随访及MRI随访,时间为12~26个月,平均18个月。C3~C7减压后共有上下相邻节段两个,即C2/C3和C7/T1,本组符合观察标准的节段共计82个。

2.1.1 术后3d椎间高度与术前相比差异无统计学意义($P > 0.05$),末次随访与术后3d椎间高度对比,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表1、2。

表1 术前与术后3d椎间高度变化情况

Tab 1 Change of intervertebral height of preoperative and post-operative 3 days

项目	术前(mm)	术后3d(mm)	<i>t</i>	<i>P</i>
上位相邻节段	7.40±1.16	7.35±1.14*	0.716	0.584
下位相邻节段	5.93±0.98	5.70±1.27*	0.042	0.967

表 2 术后 3 d 与末次随访椎间高度变化情况

Tab 2 Change of intervertebral height of postoperative 3 days and the last follow-up

项目	术后 3 d(mm)	末次随访(mm)	<i>t</i>	<i>P</i>
上位相邻节段	7.35±1.14	7.34±1.12*	0.714	0.586
下位相邻节段	5.70±1.27	5.75±1.35*	0.045	0.948

2.1.2 患者在术后 3 d 与术前 X 线过伸、过屈位的颈椎活动度相比较,术后 3 d X 线的颈椎活动度平均值为 $22.18^{\circ} \pm 4.09^{\circ}$,术前 X 线颈椎活动度平均值 $18.26^{\circ} \pm 5.68^{\circ}$,颈椎活动度有明显变化,差异有统计学意义($t=5.403, P<0.05$);而末次随访时的 X 线颈椎活动度为 $16.72^{\circ} \pm 3.11^{\circ}$,与术后 3 d 的 X 线颈椎活动度相比较,差异没有统计学意义($t=2.303, P>0.05$)。

2.1.3 末次随访时所有患者植骨未达到骨性融合标准,但并未出现内固定松动、脱出、断裂发生。

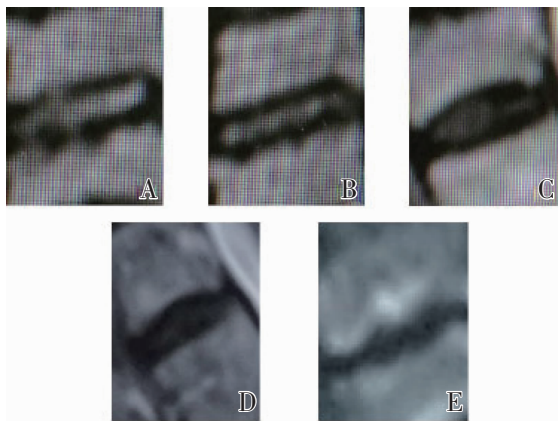
2.1.4 患者的上位、下位相邻节段未出现新生骨赘或者骨赘增大的节段、前纵韧带钙化,见表 3。

表 3 术前、术后 3 d、末次随访 X 线相邻节段退变的情况

Tab 3 The adjacent segment degeneration observed by X-ray of preoperative, postoperative 3 days and the last follow-up

项目	术前	术后 3 d	末次随访
例数	41	41	41
符合观察条件的节段(个)	82	82	82
出现退变的节段(个)	0	0	0
新生骨赘或者骨赘增大的节段(个)	0	0	0
椎间隙高度丢失大于 10%(个)	0	0	0
前纵韧带钙化(个)	0	0	0

2.1.5 通过 MRI 影像学观察,末次随访、术后 3 d 与术前相比上位、下位相邻节段椎间盘信号无明显变化,见图 1、表 4。



注:Miyazaki 分级:A. I 级;B. II 级;C. III 级;D. IV 级;E. V 级

图 1 颈椎间盘退变 T2 像分级

Fig 1 Cervical disc degeneration T2 image grade

表 4 术前、术后 3 d、末次随访 MRI 显示相邻节段退变的情况

Tab 4 The adjacent segment degeneration observed by MRI of preoperative, postoperative 3 days and the last follow-up

项目	术前	术后 3 d	末次随访
例数	41	41	41
符合观察条件的节段(个)	82	82	82
出现退变的节段(个)	0	0	0
上位相邻节段退变(个)	0	0	0
由 I 级加重到 II 级	0	0	0
由 II 级加重到 III 级	0	0	0
由 III 级加重到 IV 级	0	0	0
下位相邻节段退变(个)	0	0	0
由 I 级加重到 II 级	0	0	0
由 II 级加重到 III 级	0	0	0
由 III 级加重到 IV 级	0	0	0

3 讨论

回顾近 10 年的文献,学者们研究了颈椎 ASD 的影像学资料,发现相邻节段退变大多发生在颈椎前路减压内固定术后。其中 Hilibrabd 等^[8]研究了 374 例颈椎前路减压融合术后 ASD 的发生率,随访时间最长为 21 年,ASD 的发生率约为每年 2.9%,10 年以上的 ASD 发生率约为 25.6%。Babe 等^[9]对 106 例颈前路减压融合患者进行 8.5 年的随访,超过 25% 的患者出现上相邻节段退变,10% 的患者出现下相邻节段退变。Gore 和 Sepic^[10]对 146 例施行颈椎前路减压融合术的患者术后随访 5 年,25% 的患者在原来的基础上形成新的 ASD,25% 的患者原来的 ASD 加重。不仅 ASD 在前路术后呈高发趋势,而且因为 ASD 造成的相关症状,而必须采取二次手术的病例也不在少数,Yue 等^[11]对 71 例接受颈椎前路减压融合术进行 7.2 年的随访中发现约有 73.2% 的患者在此期间出现 ASD 的情况,12 例(16.9%)因 ASD 而需要再次手术治疗。同样的,Bohlman 等^[12]报告 122 例施行颈椎前路减压融合术的患者术后进行 6 年的随访,9% 因为 ASD 需行手术治疗。Gore 和 Sepic^[10]发现 14% 的患者因为 ASD 需要再次行手术治疗。此外 Williams 等^[13]所研究的 122 例颈椎前路减压融合患者术后 6 年,9% 的患者因 ASD 需要再次行手术治疗。上述研究表明颈椎前路固定融合术后 ASD 的概率很高,并且这种 ASD 发生的症状往往严重,治疗方面再次手术的比例不低。究其原因,学者们普遍认为这种 ASD 的发生主要是因为颈椎前路固定融合术后,颈椎活动度受限,为了尽可能维持颈椎的正常生理活动,未融合的节段都需要进行代偿,从而受到的应力增加最为显著,关节的退变在超负荷和不平衡的过度运动中明显加速,形成

ASD。无论发生机制如何,颈椎术后 ASD 一旦发生,随之而来的脊髓再次压迫和相关系列神经症状作为手术后继发的医源性中远期并发症不容忽视,甚至付出二次手术的高昂代价。近年学者们也致力于更深层次研究颈椎术后 ASD 的发生机制,从而探讨避免的方法。

截至目前,多数研究显示融合节段是 ASD 出现的影响因素之一,Chung 等^[14]认为前路手术中融合节段越多,越有可能发生 ASD。杨晋才等^[15]对尸体进行单、双、三节段融合后,发现颈椎整体活动度呈递减趋势,上下位邻近阶段的活动度随着融合节段的延长而呈递增趋势。张睿等^[16]分析融合术后其他各节段运动幅度均有不同幅度的增加,尤其邻近节段增加最为显著,主要表现在椎体间角度运动和椎间关节的活动度增大,使得椎间盘压力不均匀增加,从而导致相邻节段退变的发生。而 Lee 等^[17]则认为涉及 3 个节段或者更多节段的融合时比涉及单、双节段的融合导致 ASD 的概率低。Hilibrand 等^[18]则提出多节段融合后术后刚度过高,肌肉的力量无法使颈椎的活动度达到原来的活动范围,也可能是因为融合了容易发生退变的“高危节段”的理论,从而支持多节段融合后不容易发生 ASD 的观点。而在传统的 C3~C7 减压融合中,融合的节段均为 C3~C7。其中包含了 C5/C6 和 C6/C7 这种所谓的“高危节段”,从而提示笔者开展本次回顾性研究,进一步探讨颈椎后路 ASD 的发生率和相关发生机制。

在传统的颈椎后路 C3~C7 椎板减压融合术中,下位相邻节段变为 C7/T1,上位相邻节段为 C2/C3。固定节段囊括了全部下颈椎。而本次研究中,通过侧块螺钉固定于关节突,能够提供强有力的颈椎后路柱固定^[18]。并且钉棒系统通过预弯棒、旋棒,以及局部的撑开或者加压,可以通过外力最大程度地恢复颈椎生理曲及椎间高度^[19];同时这种力学改变主要发生在颈椎的中后柱结构中,尤其椎板切除减压后,颈椎后柱破坏,后方张力带破坏,以往认为钉棒系统的侧块固定是十分坚强的内固定,伴随融合,一定会造成 ASD。但是本研究中期随访发现,尽管没有内固定的松动,但也没有十分明确的融合迹象,不同于常规认知,常规认为平均随访 1 年以上,如果没能融合,对于颈椎活动度巨大的脊柱结构,后部的侧块单皮质骨螺钉固定无法承受,从而松动。但是无论机制如何,事实是没有发生松动。其次是全段下颈椎固定术后,颈椎活动度应该明显下降,但研究结果显示,尽管存在颈椎 ROM 的下降,但是下降幅度与手术前相比差异无统计学意义。这一点

也违背了常规认知,常规认为长节段全部下颈段后路内固定影响颈椎 ROM,而实际随访中尽管没有列入检测标准,但是很多患者反映术后通过一段时间的康复锻炼,颈椎的实际活动度与手术前相比变化并不大,颈椎屈伸旋转活动基本没有受到明显干扰,甚至与同期随访的颈椎单开门椎管成形术患者相比在实际颈椎活动影响方面并不明显。本次研究的这两点发现提示颈椎 C3~C7 减压内固定术后的颈椎活动度并不是完全丧失,所以颈椎后路钉棒内固定术很可能不是一个绝对“刚性”的内固定,他本身存在一定“弹性”,这一点通过 1 年以上的随访能得到肯定的融合证据也能侧面得以验证。最后一点,也是最突出的一点,本次研究显示 C3~C7 内固定术后 1 年以上,上、下相邻椎间隙没有 ASD 的发生,椎间高度和活动度得到了保留,这一点显著区别于前路手术后 ASD 的研究结果。

本次研究结果和发现区别于既往的前路术后 ASD 的研究结论,可能存在特殊的发生机制。研究发现,在 430 例施行颈椎后路椎板减压内固定融合术后,仅有 0.9% 的患者发生 ASD^[20]。Auadt 等^[21]研究发现,50 例施行颈椎后路椎板减压内固定融合术后在为期 3 年的随访里,没有患者出现 ASD。程真等^[19]研究表明,患者施行颈椎后路手术后,椎间高度无明显变化,并且通过维持椎间高度,减小椎间盘椎体的应力,从而减缓骨赘的形成。李亮等^[22]研究发现,颈椎后路手术使之椎间高度得以维持,能够增加缓冲、吸收震荡,并防止颈椎相邻节段出现进一步的退变,维持了颈椎稳定性。这些研究的结果和笔者的结果基本吻合,但是他们的研究没有涉及到术后 ASD 的发生问题。既往 Hilibrand 等^[18]在研究中发现颈椎前路间盘切除减压术后,C2/C3 和 C7/T1 发生相邻节段退变的可能性远低于其他节段发生,属于低风险发生相邻节段退变的节段。Kotil 和 Sengoz^[23]研究发现仅有 24 例个案报道出现 C2/3 的 ASD。这和本研究后路内固定术后 ASD 的结果基本吻合。这一重要发现的机制可能与后路内固定手术的类似半刚性固定有关,其次也与活动钉棒固定可以很好地恢复颈椎生理曲度并能维持这种良好的生理曲度有关。回顾文献这一机制的阐明也与国内外已经发表的研究结论一致。王洪立等^[24]和 Park 等^[25]认为手术节段区域颈椎生理曲度恢复不佳可能是引起 ASD 的原因之一。邓志龙等^[26]认为任何颈椎术前、术后生理弧度及手术前后生理弧度的变化都有可能对相邻节段退变的出现产生影响。Lee 等^[27]认为融合术后生理曲度变直是导致 ASD 发生的因素。

Falsini 等^[28]认为维持适当的生理前凸矢状位置能够预防术后出现 ASD。

本研究对于 ASD 的评价不仅使用了最传统的 X 线平片,清晰地显示出骨性结构,早期发现增生的骨赘,并且能更清晰的辨别出上下椎间盘边界,同时增加 MRI 评估,MRI 是观察颈椎间盘退变最敏感的方法,T2 像能够清晰地显示出椎间盘的信号强度、髓核结构、椎间盘高度及椎间盘突出程度,两者结合对于 ASD 的评估达到更加精准的目的,这是既往大多数研究未曾应用过的方法。

总之,本研究结果显示,颈椎曲度欠佳的脊髓型颈椎病患者行颈椎后路 C3~C7 椎板减压内固定融合术后,中期随访可以有效的保证颈椎生理曲度的存在,同时并不会引发 ASD,其机制可能是颈椎后柱的单纯融合不能达到颈椎总体的全刚性固定,同时通过部分减少了颈椎总活动度,加之维持了正常的颈椎生理曲度,使得原本就不容易发生 ASD 的 C2/C3 和 C7/T1 节段,术后生理荷载没有显著增加,从而维持了椎间盘的生理功能,避免了 ASD 的发生。但是这一结论尚有待大样本病例的远期随访结果进行评估。

参考文献:

- [1] Traynelis V C, Arnold P M, Fournay D R, et al. Alternative procedures for the treatment of cervical spondylotic myelopathy: arthroplasty, oblique corpectomy, skip laminectomy: evaluation of comparative effectiveness and safety[J]. Spine, 2013, 38(22 Suppl 1):S210
- [2] 刘正军,姜康.颈椎后路全椎板减压侧块螺钉内固定术治疗多节段脊髓型颈椎病的疗效[J].中华临床医师杂志(电子版), 2015,16 (16):3136
- [3] 程真,王林峰,申勇,等.颈椎曲度及椎间高度变化对颈后路减压术后疗效的影响[J].中华骨科杂志, 2012, 32(4): 304
- [4] Robertson J T, Papadopoulos S M, Traynelis V C. Assessment of adjacent-segment disease in patients treated with cervical fusion or arthroplasty: a prospective 2-year study [J]. J Neurosurg Spine, 2005,3(6):417
- [5] Kim S W, Limson M A, Kim S B, et al. Comparison of radiographic changes after ACDF versus bryan disc arthroplasty in single and bi-level cases[J].Eur Spine J,2009,18(2):218
- [6] Miyazaki M, Hong S W, Yoon S H, et al. Reliability of a magnetic resonance imaging-based grading system for cervical intervertebral disc degeneration[J]. J Spinal Disord Tech, 2008, 21(4):288
- [7] Cauthen J C, Theis R P, Allen A T. Anterior cervical fusion: a comparison of cage, dowel and dowel-plate constructs [J].Spine J, 2003,3(2):106
- [8] 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
- [9] Baba H,Furusawa N,Imura S, et al.Late radiographic findings after anterior cervical fusion for spondylotic myeloradiculopathy[J].Spine, 1993,18(15):2167
- [10] Gore D R, Sepic S B. Anterior cervical fusion for degenerated or protruded discs. A review of one hundred forty-six patients[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1984,9(7): 667
- [11] Yue W M, Brodner W, Highland T R. Long-term results after anterior cervical discectomy and fusion with allograft and plating:a 5-to 11-year radiologic and clinical follow-up study[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30(19): 2138
- [12] 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
- [13] Williams J L, Allen M B Jr, Harkess J W. Late results of cervical discectomy and interbody fusion: some factors influencing the results[J]. J Bone Joint Surg Am, 1968, 50(2): 277
- [14] Chung J Y, Kim S K, Jung S T, et al. Clinical adjacent-segment pathology after anterior cervical discectomy and fusion: results after a minimum of 10-year follow-up[J]. Spine J, 2014, 14(10): 2290
- [15] 杨晋才,海涌,裴葆青,等.颈前路融合节段数对上位邻近节段影响的生物力学研究[J].中华外科杂志, 2014, 52(9):692
- [16] 张睿,周文钰,顾洪生,等.颈椎单节段融合术后相邻各节段运动补偿的规律研究[J].中国临床实用医学, 2014, 5(1):11
- [17] Lee J C, Lee S H, Peters C, et al. Adjacent segment pathology requiring reoperation after anterior cervical arthrodesis: the influence of smoking, sex, and number of operated levels[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2015, 40(10): E571
- [18] Duan Y, Zhang H, Min S X, et al. Posterior cervical fixation following laminectomy: a stress analysis of three techniques[J]. Eur Spine J, 2011, 20(9):1552
- [19] 张振辉,陶志强,伍绍成,等.多节段脊髓型颈椎病前后路手术疗效的临床观察[J].中国骨与关节损伤杂志, 2012, 27(1): 37
- [20] Barbarawi M A, Allouh M Z. Cervical lateral mass screw-rod fixation: surgical experience with 2500 consecutive screws, an analytical review, and long-term outcomes[J]. Br J Neurosurg, 2015, 29(5): 699
- [21] Audat Z A, Barbarawi M M, Obeidat M M. Posterior cervical decompressive laminectomy and lateral mass screw fixation[J]. Neuroences, 2011,16(3): 248
- [22] 李亮,燕树义,于学忠,等.两种颈后路术式对颈椎曲度及椎间高度的中期影响[J].中国矫形外科杂志, 2013,21(19): 1929
- [23] Kotil K, Sengoz A. The management in the C2-C3 disc herniations: a clinical study[J].Turk Neurosurg, 2011,21(1):15
- [24] 王洪立,姜建元,吕飞舟,等.颈椎前路融合术后邻近节段退变性疾病的原因分析及治疗策略[J].中华骨科杂志, 2014, 34(9): 915
- [25] Park M S, Kelly M P, Lee D H, et al. Sagittal alignment as a predictor of clinical adjacent segment pathology requiring surgery after anterior cervical arthrodesis[J]. Spine J, 2014,14(7):1228
- [26] 邓志龙,张晓星,王令,等.颈椎前路减压植骨融合术后邻近节段退变情况分析[J].创伤外科杂志,2011,13(6): 507
- [27] Lee S E, Jahng T A, Kim H J. Correlation between cervical lordosis and adjacent segment pathology after anterior cervical spinal surgery[J].Eur Spine J, 2015,24(12):2899
- [28] Faldini C, Pagkrati S, Leonetti D, et al. Sagittal segmental alignment as predictor of adjacent-level degeneration after a cloward procedure[J]. Clin Orthop Relat Res, 2011, 469(3): 674

(2020-03-16 收稿)