

短篇论著

带线锚钉在颈椎前路椎体-后纵韧带骨化物复合体可控前移融合术中的辅助提拉作用及效果观察

Assisted hoisting and effect of suture anchor during anterior controllable antedisplacement fusion

石 岩¹,姜成浩^{1,2},吴海龙¹,雍 磊¹,于滨生^{1,2,3}

(1 北京大学深圳医院脊柱外科 深圳市脊柱外科重点实验室 518036 深圳市;2 安徽医科大学北京大学深圳医院临床学院 518036 深圳市;3 深圳北京大学香港科技大学医学中心骨病研究所 518036 深圳市)

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2022.05.12

中图分类号:R681.5,R687.3 文献标识码:B 文章编号:1004-406X(2022)-05-0460-04

2017年上海长征医院史建刚教授团队首次报道颈椎前路椎体-后纵韧带骨化物复合体可控前移融合术(anterior controllable antedisplacement and fusion,ACAF)治疗严重颈椎后纵韧带骨化症(ossification of posterior longitudinal ligament,OPLL)^[1],其可在不切除骨化物的前提下实现脊髓原位减压,已被证明是一种安全有效的治疗严重颈椎 OPLL 的新型前路减压术式^[2-5]。然而,目前尚无系统地针对 ACAF 手术制定的器械,如钛板、螺钉及提拉工具等,尤其是对于提拉工具,仍需要进一步的改进^[6]。我们团队在早期开展 ACAF 的过程中,发现使用高速磨钻或超声骨刀开槽后游离椎体-后纵韧带骨化物复合体(vertebrae-OPLL complex,VOC)不彻底,导致不能顺利地完成前移提拉,而在进一步开槽游离椎体的过程中又会增加对神经的干扰,从而导致术后神经根损伤的症状。基于此,我们开发了带线锚钉辅助提拉 VOC 的方法,在临床应用中取得满意疗效,现对其总结报道。

临床资料 病例纳入标准:(1)确诊为颈椎 OPLL;(2)行 ACAF 治疗,术中使用带线锚钉辅助提拉 VOC;(3)手术前后影像学资料完整。排除标准:(1)颈椎畸形、风湿免疫性疾病累及颈椎;(2)颈椎外伤、既往手术史;(3)严重骨质疏松。所有患者均在告知手术方案、预期获益、风险及并发症后,签署手术知情同意书。从 2018 年 11 月~2021 年 4 月,我院共有 5 例颈椎 OPLL 患者行 ACAF 术术中用带线锚钉提拉 VOC。术前采用日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association,JOA) 评分评估患者脊髓神经功能,颈椎功能障碍指数(neck disability index,NDI)评估患

者颈椎功能。所有患者术前行颈椎正侧位 X 线片、动力位 X 线片、三维 CT 及 MRI 检查。在侧位 X 线片上测量 C2-C7 Cobb 角评估患者颈椎曲度,在 CT 扫描横截面中,选取预开槽节段骨化最严重的层面测量椎管前后径^[7],并计算椎管骨化物侵占率(椎管骨化物侵占率=骨化物厚度/椎管矢状径×100%)。采用 Kang's MRI 椎管狭窄分级^[8]评价手术前后颈脊髓受压变形程度。5 例患者术前资料见表 1。根据 Kang's 分级标准,所有患者术前颈脊髓受压程度均为 3 级。

手术具体方案及相关技巧同史建刚教授团队报道^[6]:①全身麻醉下,常规颈前路显露,暴露至椎前;②去除责任节段骨赘、椎间盘;③根据骨化韧带厚度磨除椎体前部部分骨质,一般不超过 6mm;④双侧钩椎关节处开槽,置入融合器,向拟提拉椎体正中拧入锚钉;⑤放置颈前路钛板并拧入钛板头、尾两侧螺钉,将锚钉缝线穿出钛板;⑥VOC 与周围组织实现骨性分离,提拉缝线使 VOC 充分前移并保持张力;⑦向提拉椎体拧入螺钉,锁紧钛板,C 型臂 X 线机术中透视,确认椎体及内固定物位置满意(图 1),将缝线抽出,在两侧骨槽内植骨;⑧放置引流管,逐层关闭伤口。

记录手术时间、出血量,观察记录术后吞咽困难、C5

表 1 患者术前资料

	病例				
	1	2	3	4	5
性别	男	女	男	女	男
年龄(岁)	61	45	50	56	60
JOA评分(分)	10	11	8	9	9
NDI(分)	14	15	13	14	14
C2-C7 Cobb 角(°)	9.7	7.5	3.8	9.8	6.2
OPLL类型	节段型	节段型	混合型	节段型	连续型
骨性椎管矢状径(mm)	8.1	7.2	7.4	4.8	7.2
椎管侵占率(%)	37.2	24.2	42.7	46	40.5

基金项目:深圳市工业和信息化局“创新链+产业链”融合专项扶持计划(201806081018272960)

第一作者简介:男(1986-),医学硕士,主治医师,研究方向:脊柱外科

电话:(0755)83923333 E-mail:doctor.shiyan@qq.com

通讯作者:于滨生 E-mail:hpyubinsheng@hotmail.com

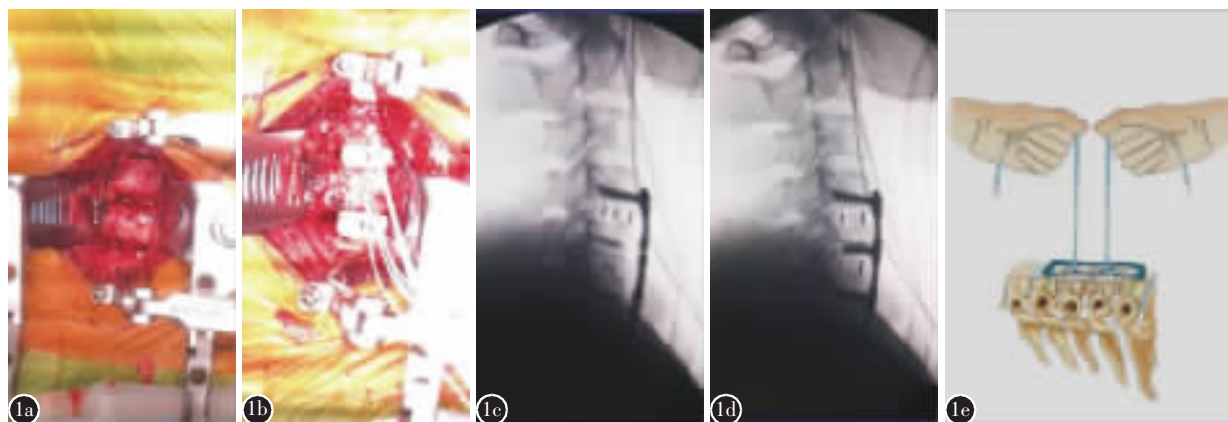


图 1 ACAF 术中带线锚钉的应用 a 双侧开槽、游离椎体 b 置入 cage 及带线锚钉 c 术中透视提拉 VOC 前可见椎体与钛板之间空隙 d 术中透视椎体-骨化物复合体前移后空隙消失 e 带线锚钉提拉椎体-骨化物复合体示意图

神经根麻痹、脑脊液漏等相关并发症的发生情况。采用 JOA 评分标准评价患者术后神经功能,并通过 NDI 评价术后颈椎功能。计算 JOA 评分改善率(improvement rate, IR), $IR=(\text{术后 JOA 评分}-\text{术前 JOA 评分})/(\text{17}-\text{术前 JOA 评分}) \times 100\%$ 。术后复查颈椎正侧位 X 线片、CT 平扫+三维重建、MRI 检查,在 X 线片上测量颈椎 C2-C7 Cobb 角,在 CT 横断面上测量椎体开槽后椎管矢状径及椎体后缘“开槽”的宽度,取平均值。通过 MRI 评价术后脊髓减压情况。术后所有患者随访时间不少于 6 个月,最长随访时间 3 年。

结果 5 例患者手术时间 160~210min(182±19min);出血量 50~300ml(130±104ml)。1 例患者术后出现吞咽不适感,术后 4 周消失;所有患者均无 C5 神经根麻痹、脑脊液漏、Horner 综合征等并发症。末次随访时,JOA 评分较术前显著升高,NDI 较术前明显降低,颈椎曲度改善,手术节段骨性椎管矢状径扩大,椎体后缘开槽宽度为 15.3~19.0mm,平均 16.7mm(表 2)。无内固定物松动、移位、断裂等发生,术后 MRI T2 像上脊髓压迫解除,形态恢复正常,脊髓高信号较术前有明显改善(图 2)。

讨论 带线锚钉辅助提拉在 ACAF 术中应用的技术要点包括:(1)钛板的选择。目前临床上颈椎前路钛板设计各异,我们建议选择中间窗口较大的钛板,以便锚钉缝线能从钛板正中轻松穿出而获得垂直提拉。如使用小窗口设计的钛板,操作空间局限,锚钉缝线不能直接从钛板正中穿出,需要从两侧绕过钛板,会显著降低提拉力,且可能因为两侧拉扯力量不平衡导致椎体旋转,椎管空间不能恢复两侧自然对称的形态,会导致硬膜囊和(或)脊髓异位,并可能引起术后 C5 神经根麻痹^[9]。(2)锚钉的选择。锚钉选用 3.5×13mm 型号,锚钉直径过大会影响随后螺钉的拧入,直径大的锚钉长度也较长,会有进入椎管导致脊髓损伤的风险;而直径过小,又不能提供足够把持力。椎体前移的幅度需要在术前根据骨化物的厚度提前规划,国人颈椎椎体前后矢状径平均在 18mm 左右,为保证术后骨性融合,切除后椎体前后径应≥12mm,故切除椎体表面骨质不应超过

表 2 5 例患者术后末次随访时的资料

	病例				
	1	2	3	4	5
JOA 评分	14	14	15	15	13
NDI	8	10	9	10	9
C2-C7 Cobb 角(°)	10.1	11.0	10.9	10.8	9.7
骨性椎管矢状径(mm)	13.8	12.4	15.9	11.8	11.3
椎体后缘宽度(mm)	15.5	15.3	17.6	19.0	16.3

6mm,既保证去除了足够骨质,使得提拉后 VOC 刚好被移出椎管,又避免了残留椎体过薄而使锚钉拧入椎管。对于韧带骨化物超过 6mm 的节段,可通过加大钛板预弯的弧度来增加提拉距离^[10]。锚钉位于待提拉椎体正中心为最佳,因为在椎体正中心提拉力最大,且提拉时不会导致椎体的翻转和倾斜,其次锚钉从正中拧入椎体,可避免对钛板螺钉植入位置的阻挡,减少对后续操作的影响。(3)提拉力度的把控。在椎体两侧开槽不必追求完全咬除槽底的皮质骨,以避免对椎管内的过度干扰,保证神经根的安全。利用骨剥或骨凿进行撬拨,感觉到椎体已经松动,然后将锚钉拧入待提拉椎体,置入融合器和钛板,将锚钉缝线穿过钛板,并拧入头、尾两侧的螺钉,在体外拽拉锚钉缝线保持垂直张力。拧入椎体内的锚钉可获得牢固的把持力,安装好的钛板可限制椎体的过度前移,用力提拉缝线感知椎体的进一步松动,然后使用精细的枪钳、带刃神经钩等进行逐步、适当的松解,利用向上提拉力使残留的皮质骨断裂,从而使椎体-骨化物复合体游离并获得充分的前移。向上提拉时需要注意把控力度,以既可拉动 VOC 又不晃颈颈部为度。提拉完成后拧入椎体钉固定,锁紧钛板,将锚钉所带的缝线去除,避免形成占位效应以及增加感染风险,锚钉则留在椎体内。

带线锚钉辅助提拉的优缺点:(1)改进提拉前移方式,利于 ACAF 手术推广。ACAF 手术是将多个椎体骨化

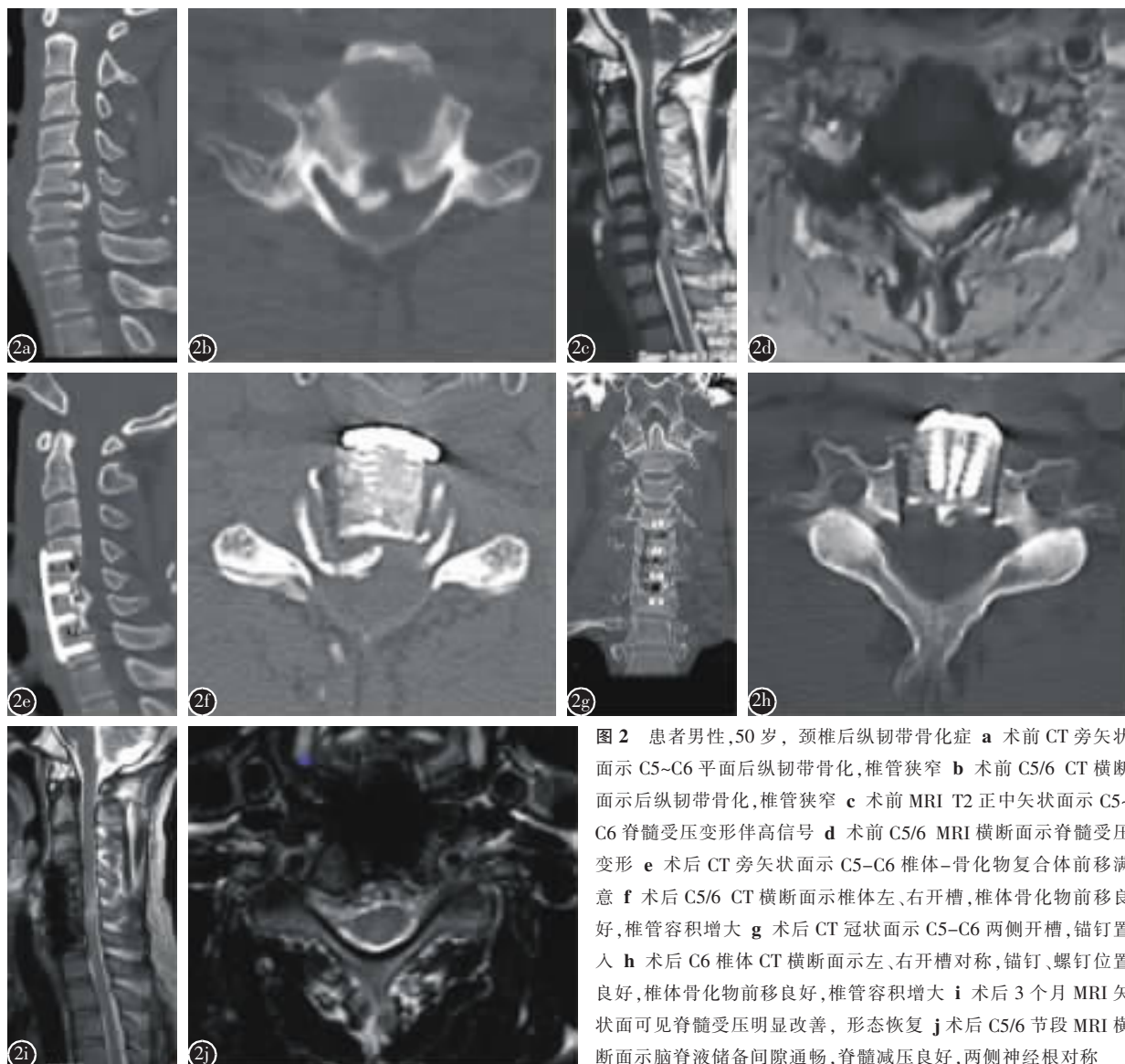


图2 患者男性,50岁,颈椎后纵韧带骨化症 a 术前CT旁矢状面示C5~C6平面后纵韧带骨化,椎管狭窄 b 术前C5/6 CT横断面示后纵韧带骨化,椎管狭窄 c 术前MRI T2正中矢状面示C5~C6脊髓受压变形伴高信号 d 术前C5/6 MRI横断面示脊髓受压变形 e 术后CT旁矢状面示C5~C6椎体-骨化物复合体前移满意 f 术后C5/6 CT横断面示椎体左、右开槽,椎体骨化物前移良好,椎管容积增大 g 术后CT冠状面示C5~C6两侧开槽,锚钉置入 h 术后C6椎体CT横断面示左、右开槽对称,锚钉、螺钉位置良好,椎体骨化物前移良好,椎管容积增大 i 术后3个月MRI矢状面可见脊髓受压明显改善,形态恢复 j 术后C5/6节段MRI横断面示脑脊液储备间隙通畅,脊髓减压良好,两侧神经根对称

物复合体作为整体前移出椎管从而获得脊髓神经的减压,但如果无法提供足够的把持力,则很可能造成提拉失败。ACAF手术两侧槽宽通常为2.5~3mm,过宽则不利于颈椎前柱重建^[10]。但这个宽度只允许在提拉前移过程中刚好置入神经剥离子辅助提拉,使用辅助工具(神经剥离器、神经钩)无法获得足够的把持力,提拉无法成功;使用椎体钉起子也会存在提拉困难,强行提拉过程中常造成钉道破坏滑丝,导致后期螺钉拧入后无法稳定游离椎体-骨化物复合体。目前临床使用的各种类型的颈椎前路钛板螺钉内固定系统拧入螺钉时并不能获得提拉作用,一旦螺钉经钛板固定到了待提拉椎体,钛板的位置和螺钉所固定的椎体的位置就不能再调整了。史建刚教授团队发明了专用的ACAF提拉工具,可以辅助发挥提拉VOC的作用,但此配套工具目前并不能普及到每家医院。而如果没有此专用工具,在向往提拉椎体拧入螺钉的过程并不能获得前移甚至可能会将游离VOC顶入椎管,产生适得其反的作用。我们通过

预先拧入带线锚钉,提供受力锚定点,使VOC获得安全有效的前移,并可保持临时拽拉,在随即拧入椎体螺钉时防止将VOC顶入后方椎管,轻松实现手术目的。而带线锚钉现已广泛应用于临床,获取方便,可满足ACAF的需求。(2)减少C5神经根麻痹的发生。ACAF术中关键技术点首先是对VOC的充分游离^[9],因为在椎体两侧开的槽较窄、较深,没有充分的操作空间,无法准确判断待提拉椎体是否完全游离,需要在提拉过程中反复探查VOC四周是否残留未断开骨质或软组织,术中往往会因为无法提拉椎体而需要使用枪钳或超声骨刀反复操作,解剖学上,钩椎关节参与构成颈神经根出口前壁,因此两侧开槽时,不恰当的操作或过多的骚扰可能增加神经根损伤的风险。在史建刚教授团队初期的研究中,2例患者术后早期出现暂时性单侧上肢无力,不能除外术中神经根的直接损伤。而使用锚钉辅助后会增加提拉把持力,减少开槽游离的操作步骤,由此减少直接损伤神经根的风险。此外,史建刚教授团

队最新的文献报道中 42 例行 ACAF 手术的患者中发生 2 例 C5 神经根麻痹,占比 4.8%,其中 1 例 C5 椎体不对称提拉,另 1 例为 C5 椎体过度提拉,作者认为提拉后椎管空间未能恢复自然对称的形态,当硬膜囊和脑脊液因顺应椎管形态而发生明显的腹侧膨胀时,脊髓可随之产生漂移,使神经根受到牵拉,导致 C5 神经麻痹发生^[9]。我们报道的 5 例患者使用了锚钉辅助提拉,通过拽拉穿过钛板正中的缝线进行提拉,所有 VOC 都获得了垂直提拉,确保了椎管前壁的重建效果,并恢复了椎管的自然形态,避免了脊髓异位。(3)改善提拉的同步性,减少脑脊液漏的发生。脑脊液漏是颈椎 OPLL 前路手术的主要并发症之一,文献报道甚至高达 12.5%^[11,12]。而 ACAF 手术并不需要切除颈椎后纵韧带,VOC 前移后,后纵韧带与硬膜之间仍处于正常连接状态,整体随着向前方移动,远离脊髓,扩大了脊髓前方的空间,从理论上降低了脑脊液漏发生的概率。史建刚教授团队在 2017 年^[13]和 2020 年^[9]所报道的两组颈椎 OPLL 行 ACAF 手术的病例中,均有(2 例 4.5%、1 例 3.5%)脑脊液漏的发生,但均明显低于其他颈椎前路椎间盘切除植骨融合术(anterior cervical discectomy and fusion,ACDF)和颈椎前路椎体次全切除减压融合术(anterior cervical corpectomy and fusion,ACCF)的发生率。分析 ACAF 发生脑脊液漏的原因,可能与提拉过程中各椎体未能同时前移,使硬膜骨化节段在前移时出现前后落差,导致硬膜损伤。因此,对于术前 CT 提示硬膜骨化的病例,在提拉时需要严格确保各节段前移的同步性^[9]。使用带线锚钉辅助提拉时,待提拉的椎体是可以同步通过缝线提拉的,不同于使用专用提拉工具时需要依次进行提拉。本组病例中均未发生脑脊液漏,可能与带线锚钉辅助改善了提拉同步性有关。

综上所述,带线锚钉辅助提拉应用于 ACAF 手术可有效改进 VOC 的前移方式,并可能降低 C5 神经根麻痹的风险和减少脑脊液漏的发生,其有利于 ACAF 手术的全面推广。但是目前病例数仍较少,随访时间较短,虽然获得了满意效果,但患者手术长期疗效仍需继续随访观察,且目前无法进行对比研究分析使用带线锚钉提拉和使用专用提拉工具在减少 C5 神经根麻痹及脑脊液漏等并发症上的差异。另外,ACAF 手术存在学习曲线,尚不能明确早期病例并发症是否与手术技术尚未完全熟练有关。

参考文献

1. 孙璟川,史建刚,王元,等. 颈椎前路椎体骨化物复合体前移融合术治疗严重颈椎后纵韧带骨化症[J]. 第二军医大学学报, 2017, 38(8): 1053-1059.
2. Kong QJ, Luo X, Tan Y, et al. Anterior controllable antedisplacement and fusion (ACAF) vs posterior laminoplasty for multilevel severe cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: retrospective study based on a two-year follow-up[J]. Orthop Surg, 2021, 13(2): 474-483.
3. Chen Y, Sun J, Yuan X, et al. Comparison of anterior controllable antedisplacement and fusion with posterior laminoplasty in the treatment of multilevel cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: a prospective, randomized, and control study with at least 1-year follow up [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2020, 45(16): 1091-1101.
4. Sun K, Wang S, Huan L, et al. Analysis of the spinal cord angle for severe cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: comparison between anterior controllable antedisplacement and fusion(ACAF) and posterior laminectomy[J]. Eur Spine J, 2020, 29(5): 1001-1012.
5. Yang H, Sun J, Shi J, et al. Anterior controllable antedisplacement fusion (ACAF) for severe cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: comparison with anterior cervical corpectomy with fusion (ACCF)[J]. World Neurosurg, 2018, 115: e428-e436.
6. 孟亚珂,孙荣鑫,王顺民,等. 颈椎前路椎体致压物复合体前移融合术治疗多节段脊髓型颈椎病的手术技巧及临床分析[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2018, 11(10): 726-730.
7. 袁文. 对多节段脊髓型颈椎病手术方案选择的要素[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(7): 483-484.
8. Kang Y, Lee JW, Koh YH, et al. New MRI grading system for the cervical canal stenosis [J]. AJR Am J Roentgenol, 2011, 197(1): 134-140.
9. 罗溪,朱健,孙璟川,等. 前路椎体骨化物复合体可控前移技术治疗颈椎后纵韧带骨化症的脊髓原位减压效果[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2020, 30(3): 202-211.
10. 孙璟川,史建刚. 颈椎前路椎体骨化物复合体可控前移融合术的关键技术和并发症预防[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2020, 30(3): 282-288.
11. 雷涛,王林峰,申勇,等. 颈椎严重后纵韧带骨化症前路手术脑脊液漏的预防和处理[J]. 中华骨科杂志, 2012, 32(10): 962-967.
12. Hannallah D, Lee J, Khan M, et al. Cerebrospinal fluid leaks following cervical spine surgery [J]. J Bone Joint Surg Am, 2008, 90(5): 1101-1105.
13. 史建刚,孙璟川,郭永飞,等. 颈椎后纵韧带骨化前路骨化物复合体前移技术及临床疗效分析[J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(15): 919-926.

(收稿日期:2021-11-30 末次修回日期:2022-02-07)

(本文编辑 卢庆霞)