

## · 临床研究 ·

## 结合 K 线分析颈椎后纵韧带骨化患者的颈椎活动度与手术预后的关系

王亚楠, 谢梦琦, 轩安武, 郭明明, 李青松, 马飞, 王琪  
(沈阳军区总医院骨科, 辽宁 沈阳, 110000)

**【摘要】** 目的: 结合 K 线(颈椎侧位 X 线片上 C<sub>2</sub> 及 C<sub>7</sub> 椎管中点的连线)分析颈椎后纵韧带骨化患者的颈椎活动度与手术预后的关系。方法: 对 2014 年 4 月至 2017 年 3 月行颈椎后路单开门椎管扩大成形术的 42 例颈椎后纵韧带骨化(cervical ossification of the posterior longitudinal ligament, OPLL)患者进行回顾性分析。根据后纵韧带骨化与 K 线的位置关系, 患者被分为 K 线(+)组及 K 线(-)组。后纵韧带骨化病灶未超过 K 线称为 K 线(+), 反之, 后纵韧带骨化病灶越过 K 线称为 K 线(-)。观察术前及术后 3 个月 JOA(Japanese Orthopedic Association)评分, 并计算术后 3 个月 JOA 改善率评估患者神经功能恢复情况。通过影像学资料测量术前及术后 3 个月后纵韧带骨化的侵占率(occupation ratio, OOR), 颈椎生理曲度(cervical lordotic angles, CLA)和颈椎前凸值(cervical lordotic value, CLV)。评估不同的 K 线分组中, CLV>0 组和 CLV≤0 组之间患者的术后神经功能恢复之间的联系。结果: K 线(+)组和 K 线(-)组患者的术前 CLA 分别为 (14.7±9.6)°和 (-6.4±9.5)°(P<0.05), 术后 3 个月分别为 (14.0±8.0)°和 (-1.4±10.4)°(P<0.05); 术前 JOA 评分分别为 10.9±3.2 和 11.2±2.5(P>0.05), 术后 3 个月分别为 14.2±1.8 和 12.6±2.2(P<0.05), 术后 3 个月 JOA 改善率分别为 (54.7±17.6)%和 (25.5±15.7)% (P<0.05)。K 线(+)组中, 术后 3 个月 CLV>0 组的患者 29 例, 其术后 3 个月 JOA 改善率 (52.3±17.2)%, 术后 3 个月 CLV≤0 组的患者 4 例, 其术后 3 个月 JOA 改善率为 (72.2±7.8)%, 术后 3 个月 CLV≤0 组患者 JOA 改善率明显优于术后 3 个月 CLV>0 组(P<0.05)。结论: 无论患者颈椎后纵韧带骨化分类为 K 线(+)或 K 线(-), 颈椎后路单开门椎管扩大成形手术都能够很好的改善患者的神经症状, 尤其 K 线(+)组的患者, 具有较好的预后效果。K 线(+)组患者术后 3 个月 CLV>0 时, 其 JOA 改善率较 CLV≤0 的患者差。

**【关键词】** 颈椎; 后纵韧带骨化; K 线; 颈椎活动度

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2018.08.015

**Combining K-line to analyse the relationship between cervical range of motion of patients with ossification of cervical posterior longitudinal ligament and surgical prognosis** WANG Ya-nan, XIE Meng-qi, XUAN An-wu, GUO Ming-ming, LI Qing-song, MA Fei, and WANG Qi. Department of Orthopaedics, the General Hospital of Shenyang Military, Shenyang 110000, Liaoning, China

**ABSTRACT** **Objective:** Combining K-line (the connecting line of the midpoint of C<sub>2</sub> and C<sub>7</sub> spinal canal on the cervical lateral X-ray film) to analyze the relationship between cervical range of motion of patients with ossification of posterior longitudinal ligament (OPLL) and surgical prognosis. **Methods:** A total 42 patients with ossification of cervical posterior longitudinal ligament underwent cervical posterior single open-door laminoplasty between April 2014 and March 2017 were retrospectively analyzed. The patients were dividing into K-line (+) group and K-line (-) group according to the position relationship of OPLL and K-line. The lesion of ossification of the posterior longitudinal ligament was not over than the K-line known as K-line (+). Conversely, the lesion of ossification of the posterior longitudinal ligament crossing the K-line was called K-line (-). Preoperative and postoperative 3 months JOA scores were observed, and postoperative 3 months JOA improvement rate were computed to assess patient's neurological function recovery. Preoperation and postoperative 3 months, OPLL occupation ratio (OOR), cervical lordotic angles (CLA) and cervical lordotic value (CLV) were measured respectively. The relationship between postoperative neurologic functional recovery in patients of CLV>0 group and CLV≤0 group was evaluated in different K-line subgroups. **Results:** For the patients in K (+) group and K (-) group, preoperative CLA were (14.7±9.6)° and (-6.4±9.5)°(P<0.05) respectively, postoperative at 3 months CLA were (14.0±8.0)° and (-1.4±10.4)°(P<0.05) respectively; preoperative JOA scores were 10.9±3.2 and 11.2±2.5 (P>0.05) respectively, postoperative at 3 months JOA scores were 14.2±1.8

基金项目: 中国博士后科学基金面上项目(编号: 2015M582821)

Fund program: China Postdoctoral Science Foundation (No. 2015M582821)

通讯作者: 王琪 E-mail: ven15@126.com

Corresponding author: WANG Qi E-mail: ven15@126.com

and  $12.6 \pm 2.2$  ( $P < 0.05$ ) respectively, and postoperative at 3 months JOA score improvement rate were  $(54.7 \pm 17.6)\%$  and  $(25.5 \pm 15.7)\%$  ( $P < 0.05$ ) respectively. In the K-line (+) group, there were 29 patients in  $CLV > 0$  group at 3 months after operation, with improvement rate of  $(52.3 \pm 17.2)\%$ , and 4 patients in  $CLV \leq 0$  group, with improvement rate of  $(72.2 \pm 7.8)\%$ . The improvement rate of the patients in  $CLV \leq 0$  group was significantly better than that of the patients in  $CLV > 0$  group ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** No matter whether the ossification of cervical posterior longitudinal ligament was classified as K-line (+) or K-line (-), the cervical posterior single open-door laminoplasty can improve the neurological symptoms of patients, especially the patients in the K-line (+) group with better prognosis. The patients in K-line (+) group, when postoperative at 3 months  $CLV > 0$ , their improvement rate was lower than that of the patients with postoperative at 3 months  $CLV \leq 0$ .

**KEYWORDS** Cervical vertebrae; Ossification of posterior longitudinal ligament; K-line; Cervical range of motion  
Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(8):763-768 www.zgsgsz.com

颈椎后纵韧带骨化 (ossification of posterior longitudinal ligament, OPLL) 是一种发病原因尚不明确的韧带异位骨化疾病,其主要分布于亚洲人群,日本较为多发<sup>[1]</sup>,其 30 岁以上患者的发病率可达 1.9%~4.3%<sup>[2]</sup>。颈椎 OPLL 可造成患者颈脊髓受压从而产生各种临床症状,如四肢麻木无力、行走不稳等。其发病原因尚不明确,可能与遗传因素、脊髓的静态压迫以及颈椎的动力位等因素有关<sup>[3-6]</sup>。手术减压是治疗颈椎后纵韧带骨化的有效方法,其中椎管扩大成形术在多节段后纵韧带骨化的治疗中取得了良好效果<sup>[7]</sup>。为了能够预测 OPLL 患者的外科预后情况指导临床工作和研究,中外学者<sup>[8-12]</sup>提出了多种预测方法,如颈椎曲度、脊髓形态以及脊髓信号改变等都是影响预后的重要因素,尤其是 Fujiyoshi 等<sup>[10]</sup>提出的 K 线理论,即在颈椎侧位 X 线片上,做 C<sub>2</sub> 及 C<sub>7</sub> 椎管中点的连线为 K 线,后纵韧带骨化病灶未超过 K 线称为 K 线(+),反之,后纵韧带骨化病灶越过 K 线称为 K 线(-),该理论很好地帮助了外科医生预测后路减压手术对于 OPLL 患者是否能够获得较好的预后。但前述研究大都为单一因素,本文将探讨 K 线与颈椎前凸值结合来预测患者的临床预后,现汇报如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选取 2014 年 4 月至 2017 年 3 月于我院行颈椎后路单开门椎管扩大成形术的颈椎后纵韧带骨化患者 42 例,其中男 30 例,女 12 例,年龄 39~68( $56.4 \pm 7.9$ )岁。术前 JOA 评分为( $11.0 \pm 3.0$ )分。42 例患者均于术前行颈椎正侧位及过伸过屈位 X 线、颈椎高分辨率 CT 平扫、颈椎 MRI 等检查,影像学与患者症状、体征符合,确诊为颈椎后纵韧带骨化、椎管狭窄症。

### 1.2 临床分组

(1)根据术前的颈椎侧位 X 线平片中后纵韧带骨化与 K 线的位置关系进行分组,即 K 线(+)组和 K 线(-)组<sup>[10]</sup>(见图 1)。其中 33 例患者后纵韧带骨化分类为 K 线(+),9 例患者分类为 K 线(-),两组患者的性别、年龄、术前 JOA 评分、术前后纵韧带骨化的侵占率(occupation ratio, OOR)经统计学处理,差异无统计学意义(见表 1)。(2)根据颈椎生理曲度(cervical lordotic angles, CLA),即  $CLV > 0$  和  $CLV \leq 0$ ,将 K 线(+)组和 K 线(-)组患者分别于术前及术后 3 个月再次进行分组,分别对患者术后 3 个月的 JOA 评分及 JOA 改善率进行分析。



图 1 连接 C<sub>2</sub> 及 C<sub>7</sub> 椎管中点的连线即为 K 线 1a. 后纵韧带的骨化灶超过 K 线,视为 K 线(-) 1b. 后纵韧带骨化灶未超过 K 线,视为 K 线(+)  
**Fig.1** The connecting line the midpoints of spinal canal C<sub>2</sub> and C<sub>7</sub> was K-line 1a. The lesion of ossification of the posterior longitudinal ligament was not over than the K-line known as K-line(-) 1b. The lesion of ossification of the posterior longitudinal ligament crossing the K-line known as K-line (+)

**表 1 两组颈椎后纵韧带骨化患者的术前临床资料比较**  
**Tab.1 Comparison of clinical data of patients with OPLL between two groups before operation**

组别	例数	性别(例)		年龄 ( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	OOR ( $\bar{x}\pm s$ , %)	JOA 评分 ( $\bar{x}\pm s$ , 分)
		男	女			
K 线(+)组	33	23	10	57.0±8.1	46.1±8.2	10.9±3.2
K 线(-)组	9	7	2	54.1±7.5	49.7±6.6	11.2±2.5
检验值	-	$\chi^2=0.004$		$t=0.966$	$t=-1.194$	$t=-0.197$
P 值	-	0.953		0.340	0.239	0.845

**1.3 观察项目与方法**

观察指标:术前及术后 3 个月 OOR<sup>[13]</sup>,CLA,颈椎屈曲度(cervical flexion angles,CFA),颈椎后伸度(cervical extension angles,CEA),颈椎曲度(range of motion in cervical flexion angles,RCFA),颈椎伸度(range of motion in cervical extension angles,RCEA),颈椎前凸值(cervical lordotic value,CLV)<sup>[14]</sup>及 JOA 评分,术后 3 个月 JOA 改善率。实施方法:由 1 位骨科临床医师进行 2 次颈椎 X 线片的测量,取其平均值并录入数据。根据 JOA 评分标准随访患者并记录。测量方法:应用电脑软件 Surgimap 2.2.12.1 进行影像学测量。测量时将 DICOM 格式的 X 线片导入程序中打开,采用 Surgimap 的测量工具进行测量。具体测量内容及计算方法如下。(1)OOR:[颈椎侧位 X 线中的后纵韧带骨化的厚度/椎管的前后径]×100%。(2)CLA:颈椎侧位 X 线前凸 Cobb 角(图 2a)。(3)CFA:颈椎屈曲位 X 线前凸 Cobb 角(图 2b)。(4)CEA:颈椎过伸位 X 线前凸 Cobb 角(图 2c)。

(5)RCFA:颈椎生理曲度减去颈椎屈曲度(CLA-CFA)。(6)RCEA:颈椎后伸度减去颈椎生理曲度(CEA-CLA)。(7)CLV:颈椎曲度减去颈椎伸度(RCFA-RCEA)。(8)JOA 评分:根据 JOA 评分表逐项询问、检查患者后记录。并计算 JOA 改善率,JOA 改善率=[(治疗后评分-治疗前评分)/(17-治疗前评分)]×100%<sup>[15]</sup>。

**1.4 统计学处理**

应用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析,计量资料以均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,组间数据分析采用 *t* 检验,如患者年龄、OOR、CLA、JOA 评分及 JOA 改善率等;分类资料的组间比较采用  $\chi^2$  检验,如 K 线(+)组和 K 线(-)组之间患者性别差异。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

**2 结果**

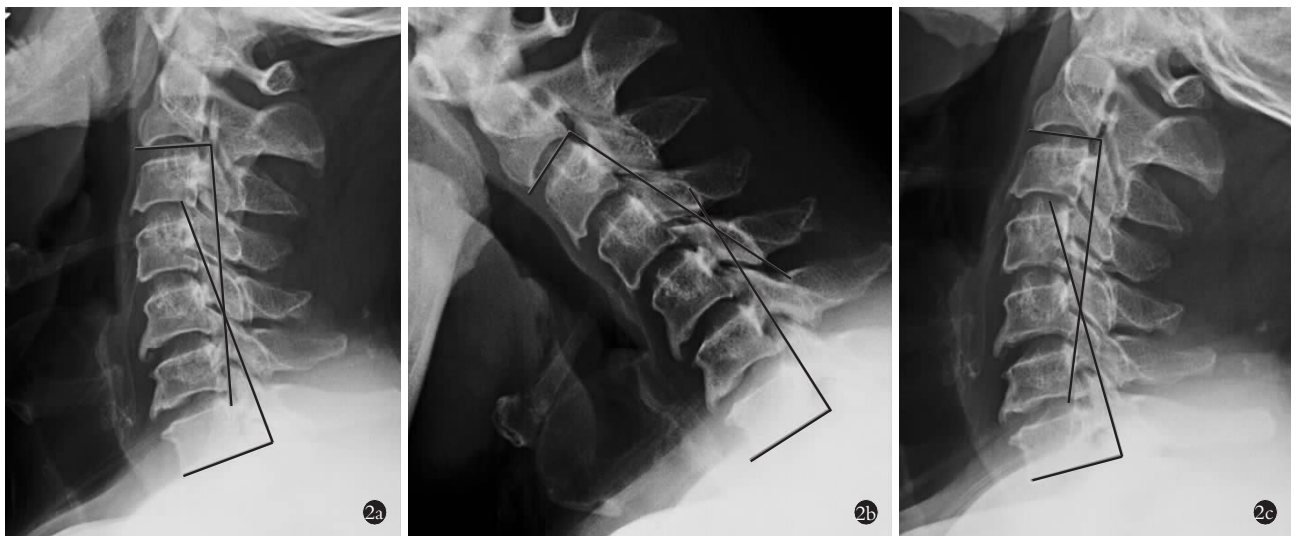
本组手术时间(159.6±21.6)min,术中失血量(231.7±117.9)ml。

**2.1 K 线(+)组和 K 线(-)组之间的比较**

两组患者手术前后的 CLA、OOR 和 JOA 评分见表 2。术前及术后 3 个月两组患者的 CLA 差异均有统计学意义,K 线(+)组患者相对于 K 线(-)组患者有更大的前凸角。术后 3 个月两组患者 JOA 评分均较术前明显改善,两组间差异有统计学意义;术后 3 个月 K 线(+)组和 K 线(-)组 JOA 改善率分别为(54.7±17.6)%和(25.5±15.7)%( $t=-0.088, P=0.930$ )。K 线(+)组患者具有更好的术后改善。

**2.2 CLV>0 组和 CLV≤0 组之间的比较**

(1)术前分组情况:K 线(+)组患者中,术前



**图 2** 根据颈椎侧位 X 线,测量患者 C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub> 在中立位(2a)、屈曲位(2b)及后伸位(2c)的前凸角,分别为颈椎生理曲度(CLA),颈椎屈曲度(CFA)和颈椎后伸度(CEA)

**Fig.2** Measuring lordotic angles of patients between C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub> in neutral (2a), flexion (2b) and extension (2c), which respectively was CLA, CFA and CEA according to cervical lateral X-rays

表 2 两组后纵韧带骨化患者手术前后的影像学测量及 JOA 评分结果 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.2 Results of imaging measure and JOA scores in patients with OPLL before and after operation ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	CLA(°)		ORR(%)		JOA 评分(分)	
		术前	术后 3 个月	术前	术后 3 个月	术前	术后 3 个月
K 线(+)组	33	14.7±9.6	14.0±8.0	46.1±8.2	26.6±4.8	10.9±3.2	14.2±1.8
K 线(-)组	9	-6.4±9.5	-1.4±10.4	49.7±6.6	28.7±4.5	11.2±2.5	12.6±2.2
t 值	-	5.881	4.819	-1.194	-1.171	-0.197	2.270
P 值	-	<0.001	<0.001	0.239	0.249	0.845	0.029

表 3 两组后纵韧带骨化患者术前 CLV 分组中术后 3 个月时 JOA 评分及 JOA 改善率 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.3 Comparison of the postoperative JOA score and JOA improvement rate at 3 months between different preoperative CLV groups in patients with OPLL( $\bar{x} \pm s$ )

组别	K 线(+)组			K 线(-)组		
	例数	JOA 评分(分)	JOA 改善率(%)	例数	JOA 评分(分)	JOA 改善率(%)
术前 CLV>0 组	29	14.3±1.9	54.6±18.4	5	13.5±1.6	28.1±20.6
术前 CLV≤0 组	4	13.9±1.5	55.4±11.2	4	11.5±2.5	22.3±8.1
t 值	-	0.407	-0.088	-	1.478	0.531
P 值	-	0.686	0.930	-	0.183	0.612

表 4 两组后纵韧带骨化患者术后 3 个月 CLV 分组中术后 3 个月 JOA 评分及 JOA 改善率 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.4 Comparison of the postoperative 3 months JOA score and JOA improvement rate between different postoperative 3 months CLV groups in patients with OPLL( $\bar{x} \pm s$ )

组别	K 线(+)组			K 线(-)组		
	例数	JOA 评分(分)	JOA 改善率(%)	例数	JOA 评分(分)	JOA 改善率(%)
术后 3 个月 CLV>0 组	29	14.0±1.8	52.3±17.2	6	12.7±2.5	27.2±18.5
术后 3 个月 CLV≤0 组	4	15.6±0.9	72.2±7.8	3	12.5±1.8	22.1±9.9
t 值	-	-1.684	-2.261	-	0.102	0.435
P 值	-	0.102	0.031	-	0.922	0.677

CLV>0 组患者 29 例,CLV≤0 组患者 4 例;K 线(-)组患者中,术前 CLV>0 组患者 5 例,术前 CLV≤0 组患者 4 例。各组术后 3 个月 JOA 评分及 JOA 改善率见表 3。(2)术后 3 个月分组情况:K 线(+)组患者中,术后 3 个月 CLV>0 组患者 29 例,CLV≤0 组患者 4 例;K 线(-)组患者中,术后 3 个月 CLV>0 组患者 6 例,CLV≤0 组患者 3 例。各组术后 3 个月 JOA 评分及 JOA 改善率见表 4。由表 4 可知,术后 3 个月 CLV≤0 组患者的术后 3 个月 JOA 改善率明显优于 CLV>0 组。

### 3 讨论

#### 3.1 颈椎后纵韧带骨化

颈椎后纵韧带是位于颈椎体后方的长韧带,能够限制颈椎的过度屈曲,与其他颈椎结构一起维持颈椎的稳定性。在基因、环境等因素下可能发生韧带的异常骨化现象,其具体发病机制不明确。OPLL 病理过程较为缓慢,患者一旦出现临床症状,常常是骨

化病灶巨大且对脊髓造成严重压迫。对于具有严重临床症状的颈椎 OPLL 患者,目前多采用外科手术干预的方法,通过前路或后路手术减压,解除神经压迫,挽救神经功能。一般来讲,致压因素来自椎管前方,首选前路手术,但颈椎 OPLL 的骨化病灶范围往往较大,跨越多个节段,脊髓受压严重,并且多合并黄韧带肥厚或骨化,椎管狭窄,导致前路手术中脊髓避让能力受限,极易造成神经损伤。另外前路手术相关并发症较多、手术复杂,因此后路手术在颈椎 OPLL 治疗中获得了更多的关注<sup>[16]</sup>,其中后路椎管扩大成形术在治疗各种原因导致的颈椎病、颈椎管狭窄中取得了良好预后效果<sup>[17-19]</sup>。本组研究中选取了本院行颈椎后路椎管扩大成形术的患者进行研究,所有患者的神经症状在术后获得了一定的改善。

#### 3.2 影响颈椎后纵韧带骨化预后的因素

能够影响颈椎预后情况的因素有很多,国内外学者做了大量的研究,寻找与颈椎 OPLL 外科预后



最为密切相关的影响因素。Fujiyoshi 等<sup>[10]</sup>于 2008 年提出了 K 线的概念, 并用以预测患者的外科预后, 其认为 K 线(-)的患者在脊髓减压后不能获得良好的脊髓漂移及预后效果。Vedantam 等<sup>[8]</sup>根据患者术前颈脊髓的 MRI 信号分类, 评估了患者术前颈脊髓信号与预后的关系, 证实了术前颈脊髓一旦出现 T2 加权像高亮(Type 2)或 T1 加权像低信号改变常提示不良预后。黄吉军等<sup>[9]</sup>研究证实, 患者颈椎后纵韧带骨化形态与预后无关, 而术后脊髓功能的改善与术前颈脊髓在磁共振 T2 加权像上的形态变化有密切联系。Maruo 等<sup>[11]</sup>研究认为, 患者术前颈椎活动度与其预后具有一定的相关性, 术前颈椎活动度较小的患者相比于活动度大的患者具有更好的预后 (ROM=14.4°, 23.1°, P=0.009), 且术前颈椎活动度>20°的患者外科预后较差的风险增加 4.583 倍。Iwasaki 等<sup>[12]</sup>回顾了 66 例 OPLL 患者的预后情况, 认为后纵韧带骨化的椎管侵占率同样影响患者神经功能恢复。研究表明骨化侵占率>60%的患者具有较差的临床预后, 骨化的形态和术前 JOA 评分同样能够影响患者预后。Gu 等<sup>[20]</sup>对 184 例患者进行了 2 年随访, 根据术后 JOA 改善率分为优良组 (改善率≥50%) 和不良组 (改善率<50%), 研究发现病程和 MRI T1 加权像的低信号改变都是高度提示 OPLL 患者外科预后不良的因素, 其他因素则包括手术年龄、糖尿病史、术前 JOA 评分、脊髓轴位面积以及 MRI T2 加权像的高信号改变, 同样与外科预后有密切关系。Park 等<sup>[17]</sup>对 204 例颈椎管狭窄的患者行颈椎后路单开门、迷你钛板内固定术, 术后评估发现患者的预后与术后椎板角度 (laminar angle, LA) 具有一定的相关性, 当 LA 改变<33° (25%) 时患者表现出更好的神经功能改善情况。

K 线、MRI 中脊髓信号的改变、骨化灶的形态大小、颈椎活动度以及椎板开门的角度等都是预测颈椎外科预后的有效因素, 本研究中将 K 线和颈椎活动度 (ROM) 结合, 分别研究了 K 线 (+) 组、K 线 (-) 组患者的颈椎前凸值与 OPLL 患者的外科预后关系。从结果可以看到, 两组患者的性别、年龄、术前 OOR 及术前 JOA 评分之间差异无统计学意义, 但术后神经功能恢复存在差异, K 线 (-) 组患者的术后 3 个月 JOA 评分明显低于 K 线 (+) 组 (P<0.05), 其可能与 K 线 (-) 组患者的正常颈椎生理曲度改变及减压后脊髓后移有限有关, 提示临床预后较差, K 线 (+) 组的患者则具有较好的神经功能改善结果, 这与之前其他学者的研究结果一致。根据 CLV>0 和 ≤0 的分组结果来看, 不同的术前 CLV 分组中, 其患者术后 3 个月的 JOA 评分和 JOA 改善率之间差异均

无统计学意义。而术后 3 个月 CLV≤0 分组中的 K 线 (+) 组患者相比较于术后 3 个月 CLV>0 分组中的 K 线 (+) 组的患者则可能具有较好的 JOA 改善率 (P<0.05), 但其术后 3 个月 JOA 评分差异无统计学意义 (P>0.05), K 线 (-) 组中, 两组术后 3 个月 CLV 分组中 2 项评价指标之间差异均无统计学意义 (P>0.05)。因此 OPLL 患者的预后改善情况可能与患者的颈椎活动度有关, 若患者颈椎的屈曲活动度小于伸展活动度, 则可能提示术后具有较好的神经改善情况。Kanbara 等<sup>[14]</sup>同样比较了颈椎的屈曲活动度减去伸展活动度后与患者术后 JOA 改善率之间的关系, 证明了颈椎的屈曲活动度小于伸展活动度的患者具有更好的术后 JOA 改善率。本研究使用同样的计算方法, 收集了 42 例国人病例, 其研究结果与 Kanbara 相同。

### 3.3 小结

综上所述, 无论患者颈椎后纵韧带骨化分类为 K 线 (+) 或 K 线 (-), 颈椎后路单开门椎管扩大成形手术都能够很好的改善患者的神经症状, 尤其 K 线 (+) 组的患者, 具有较好的预后效果。K 线 (+) 组患者术后 3 个月 CLV>0 时, 其术后 3 个月 JOA 改善率较术后 3 个月 CLV≤0 的患者差。K 线结合 CLV 是一项能够有效预测颈椎 OPLL 患者预后神经功能改善率的参数, 能够帮助外科医师指导患者预防相关影响因素、明确手术指征及选择合适的手术时机。但是本研究样本量较小、随访时间较短, 仅将接受单开门椎管扩大成形、迷你钛板内固定手术的患者纳入研究, 远期仍需大样本量、长期随访以及对不同手术方式的预后进行研究。

### 参考文献

- [1] 张健, 贾连顺. 颈椎后纵韧带骨化的病因学研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(7): 628-631.  
ZHANG J, JIA LS. The etiology of ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2017, 25(7): 628-631. Chinese.
- [2] Matsunaga S, Sakou T. Ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine: etiology and natural history[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2012, 37(5): E309-E314.
- [3] Azuma Y, Kato Y, Taguchi T. Etiology of cervical myelopathy induced by ossification of the posterior longitudinal ligament: determining the responsible level of OPLL myelopathy by correlating static compression and dynamic factors[J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23(3): 166-169.
- [4] Abiola R, Rubery P, Mesfin A. Ossification of the posterior longitudinal ligament: etiology, diagnosis, and outcomes of nonoperative and operative management[J]. Global Spine J, 2016, 6(2): 195-204.
- [5] Fujiyoshi T, Yamazaki M, Okawa A, et al. Static versus dynamic factors for the development of myelopathy in patients with cervical ossification of the posterior longitudinal ligament[J]. J Clin Neu-

roschi, 2010, 17(3):320-324.

[6] Nishida N, Kanchiku T, Kato Y, et al. Cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: Biomechanical analysis of the influence of static and dynamic factors[J]. J Spinal Cord Med, 2015, 38(5):593-598.

[7] Matsumoto M, Chiba K, Toyama Y. Surgical treatment of ossification of the posterior longitudinal ligament and its outcomes: posterior surgery by laminoplasty[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2012, 37(5): E303-E308.

[8] Vedantam A, Jonathan A, Rajshekhar V. Association of magnetic resonance imaging signal changes and outcome prediction after surgery for cervical spondylotic myelopathy[J]. J Neurosurg Spine, 2011, 15(6):660-666.

[9] 黄吉军, 王静成, 冯新民, 等. CT 及 MRI 成像对颈椎后纵韧带骨化的评估价值[J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21(7):639-644. HUANG JJ, WANG JC, FENG XM, et al. Evaluation of the cervical posterior longitudinal ligament by the CT and MRI imaging [J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2013, 21(7):639-644. Chinese.

[10] Fujiyoshi T, Yamazaki M, Kawabe J, et al. A new concept for making decisions regarding the surgical approach for cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: the K-line[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(26):E990-E993.

[11] Maruo K, Moriyama T, Tachibana T, et al. The impact of dynamic factors on surgical outcomes after double-door laminoplasty for ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine[J]. J Neurosurg Spine, 2014, 21(6):938-943.

[12] Iwasaki M, Okuda S, Miyauchi A, et al. Surgical strategy for cervical myelopathy due to ossification of the posterior longitudinal ligament: Part 1: Clinical results and limitations of laminoplasty[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(6):647-653.

[13] Kato Y, Iwasaki M, Fuji T, et al. Long-term follow-up results of laminectomy for cervical myelopathy caused by ossification of the posterior longitudinal ligament[J]. J Neurosurg, 1998, 89(2):217-223.

[14] Kanbara S, Imagama S, Ito K, et al. A retrospective imaging study of surgical outcomes and range of motion in patients with cervical ossification of the posterior longitudinal ligament[J]. Eur Spine J, 2018, 27(6):1416-1422.

[15] Yukawa Y, Kato F, Ito K, et al. Postoperative changes in spinal cord signal intensity in patients with cervical compression myelopathy: comparison between preoperative and postoperative magnetic resonance images[J]. J Neurosurg Spine, 2008, 8(6):524-528.

[16] Liu X, Min S, Zhang H, et al. Anterior corpectomy versus posterior laminoplasty for multilevel cervical myelopathy: a systematic review and meta-analysis[J]. Eur Spine J, 2014, 23(2):362-372.

[17] Park JH, Ahn JS, Lee HJ, et al. Comparison between radiological and clinical outcomes of laminoplasties with titanium miniplates for cervical myelopathy[J]. Clin Orthop Surg, 2016, 4:399-406.

[18] Tung KL, Cheung P, Kwok TK, et al. Single-door cervical laminoplasty using titanium miniplates alone[J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2015, 23(2):174-179.

[19] Yeh KT, Yu TC, Chen IH, et al. Expansive open-door laminoplasty secured with titanium miniplates is a good surgical method for multiple-level cervical stenosis[J]. J Orthop Surg Res, 2014, 9:49.

[20] Gu Y, Shi J, Cao P, et al. Clinical and imaging predictors of surgical outcome in multilevel cervical ossification of posterior longitudinal ligament: an analysis of 184 patients[J]. PLoS One, 2015, 10(9):e0136042.

(收稿日期:2018-01-02 本文编辑:王宏)

·读者·作者·编者·

### 《中国骨伤》杂志正式启用稿件远程处理系统通知

《中国骨伤》杂志已于 2010 年 1 月正式启用稿件远程处理系统。通过网站 <http://www.zggszz.com> 可实现不限时在线投稿、审稿、编辑、退修、查询等工作。我刊不再接受纸质版和电子信箱的投稿。

欢迎广大的作者、读者和编者登录本刊网站,进入稿件处理系统进行网上投稿、审稿和稿件查询等工作。

咨询电话:010-64089489。

《中国骨伤》杂志社