

颈椎后凸畸形患者颈椎曲度运动规律及与正常人重力线的比较

周灵杰, 恽波, 殷建, 凡进, 方加虎, 殷国勇*

(南京医科大学第一附属医院骨科, 江苏 南京 210029)

[摘要] **目的:**探讨颈椎后凸畸形患者矢状位上颈椎曲度和重力线的改变,为临床颈椎后凸畸形的矫形提供参考。**方法:**对 60 例颈椎后凸畸形患者颈椎侧位片、过伸过屈片进行测量,测量 A、B、C 角,并计算 3 个角在屈伸运动中的变化值。选取 60 例颈椎正常人计算颈椎弧形的顶点和 D 值,比较他们和颈椎后凸畸形患者的区别和联系。**结果:**中立位时,A 角平均值为正值,自 C2~C7 该值逐渐增大;过伸位时,A 角平均值减少,减少的幅度逐渐减少;过屈位时,A 角平均值增加,增加的幅度仍逐渐减少。B 角变化规律和 A 角相似,但其平均值大于 A 角。在屈伸运动中,上位椎体 A 角变化(D 角)基本等于下位椎体 A 角变化和此两椎体之间 C 角的变化之和(E 角)。颈椎后凸畸形患者在屈伸运动变化的过程中,弧度的顶点上下移动在 C4~C5,与正常人一致。但颈椎后凸畸形患者的 C 值和齿突后缘到 C7 椎体后缘的间距(D 值)与正常人相比,有显著差异。**结论:**在颈椎屈伸的变化过程中,后凸畸形患者与正常人具有相同的规律,颈椎曲度的变化是以顶椎为中心,在矢状面上的旋转和位移造成的。本研究揭示了颈椎后凸畸形椎体在动态运动中的变化和规律,为颈椎后凸畸形的矫形奠定了理论基础。

[关键词] 颈椎后凸畸形;测量;矫形

[中图分类号] R682

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-4368(2016)09-1111-05

doi:10.7655/NYDXBNS20160918

Clinical significance of spinal motion in flexion and extension relative to the head gravity line in cases of cervical kyphosis

Zhou Lingjie, Yun Bo, Yin Jian, Fan Jin, Fang Jiahu, Yin Guoyong*

(Department of Orthopedics, the First Affiliated Hospital of NJMU, Nanjing 210029, China)

[Abstract] **Objective:**To investigate the changes in cervical curvature relative to the gravity line in cervical kyphosis and to provide better reference for orthopedic treatment. **Methods:**Measurements were performed on 60 patients with cervical kyphosis in the sagittal view in the standard, hyper flexion, and hyper extension position including $\angle A$ 、 $\angle B$ 、 $\angle C$, and A, B and C were calculated to ascertain the value of the changes during cervical flexion and extension. The apex of the cervical curve was determined to compare changes in the distribution characteristics with 60 normal people as well as the D value. **Results:**In standard position, $\angle A$ was positive and increased from C2 to C7. In hyper extension position, $\angle A$ was decreased and the reduction in amplitude decreased from C2 to C7, while in hyper flexion position, $\angle A$ increased and the increase in amplitude decreased from C2 to C7. $\angle B$ followed similar patterns of change with a larger mean value. During cervical flexion and extension, change in $\angle A$ of the upper vertebral body ($\angle D$) was almost equal to change in $\angle A$ of the lower vertebral body and change in $\angle C$ between the two vertebral bodies ($\angle E$). The curve apex was mainly distributed between C4 and C5. **Conclusion:**During cervical flexion and extension movement, the dynamic changes and regularities of cervical kyphosis patients is consistent with normal people. Cervical vertebral body movement is a rotation and displacement based on a central apex in the sagittal plane during dynamic flexion and extension in both cervical kyphosis patients and normal people. The correction of the cervical kyphosis can be carried out from the apex of the cervical spine, which lays a solid theoretical foundation for the correction of the cervical kyphosis.

[Key words] cervical kyphosis; measurement; orthopedic

[Acta Univ Med Nanjing, 2016, 36(09): 1111-1115]

[基金项目] 国家自然科学基金(81271988)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: guoyong_yin@sina.com

正常人颈椎生理曲度通过生理性前凸、前后椎间盘边缘的空间高度来维持颈椎生物力学的基本平衡,当这种平衡被打破之后,就可能演变为后凸畸形。颈椎后凸畸形可由多种病因诱发多个节段颈椎生理前凸丢失,颈椎后伸力矩变为前屈力矩,并继发椎体前缘高度减小、关节突关节脱位、颈椎不稳,可伴有局部椎体后移、颈椎管狭窄及邻近节段退变^[1-4]。如今,对于颈椎椎体本身以及椎体之间关系的研究相对较少,特别是后凸畸形。之前本课题组已经对正常人的颈椎屈伸运动规律进行了初步研究^[5],但对于颈椎后凸畸形尚未有研究。颈椎后凸畸形通常发生在矢状面,可能由退行性疾病、创伤、肿瘤或手术后恢复不良引起^[6-8]。后凸畸形的矫形呈现较高的手术风险,缺乏标准,外科医生无法准确进行手术,并且也无法预计术后的康复情况^[9-12]。为了找到颈椎后凸畸形患者颈椎的运动规律,以及头重力线的变化情况,本研究对颈椎后凸畸形患者矢状位上的各个位置进行了测量,从而为临床上后凸畸形的矫正提供更加准确的理论指导。

1 对象和方法

1.1 对象

在本院门诊治疗的颈椎后凸畸形患者中,排除患者的影像测量数据丢失或者其身高体重测量不当者,经简短的研究介绍,患者同意列入研究队列,分别拍摄颈椎正侧位片和伸屈侧位片。共 60 例列入本研究(排除颈椎外伤、肿瘤、椎体破坏或椎体增生较明显及椎体边界不清者)。其中男 28 例,女 32 例,平均年龄 50 岁(18~76 岁)。其中 C2~3 后凸畸形 7 例,C3~4 后凸畸形 12 例,C4~5 后凸畸形 5 例,C5~6 后凸畸形 12 例,C6~7 后凸畸形 6 例,C2~4 后凸畸形 1 例,C3~5 后凸畸形 3 例,C4~6 后凸畸形 6 例,C5~7 后凸畸形 4 例,C2~5 后凸畸形 1 例,C3~6 后凸畸形 3 例。另 60 例满足以下要求者纳入对照组:无脊柱方面的疾病史,无颈痛和腰腿痛,无颈脊髓、神经压迫的症状和体征。拍片姿势:拍摄所有患者颈椎标准侧位 X 线片、颈椎过伸过屈侧位 X 线片。拍摄时要求患者双脚并拢,双肩自然下垂,双眼平视前方。中心线对准第 4 颈椎,拍摄距离 1.5 m。拍摄侧位片时要求患者硬腭与 X 线片的上缘平行,下颌角投影于 X 线上,并取右侧立位;伸屈位要求伸屈充分。所有 X 线片由日本 FUJI 公司 FCR ACY3 X 线机拍摄,具有曝光量

低、简便快捷、成像清晰、层次丰富、可微机同步储片等特点。

1.2 方法

将研究对象的 X 线片直接输入电脑,用 Photoshop CS3 进行测量,测量由 3 位有 3 年以上工作经验的脊柱专科医师完成。将所有患者的影像资料打乱后随机平均分成 3 份,交 3 位测量者进行测量,之后交换直至测完所有 3 份影像资料。测量 C2~C7 椎体矢状面上的空间位置角(A 角);C2~C7 下终板倾斜角(B 角,椎体前缘和下缘交点和椎体后缘和下缘交点的连线与摄片水平基线的角度);C2/3~C6/7 椎间角(C 角,同一椎间隙上下终板连线的夹角)。计算颈椎弧形的顶点和 C 值,选用临床最常用的 Borden 氏测量法,沿颈椎各椎体后缘画一连线为 a 线,自枢椎齿突后上缘到 C7 椎体后下缘画一直线为 b 线,在 a、b 线间最宽处的垂直于 a 线且与 b 线相交的线为 c 线,a 线至 b 线的垂直距离为 C 值,此即为颈椎生理曲线的深度。a 线与 c 线的交点即为颈椎曲度的弧顶点。测量颈椎后凸畸形组与正常组齿突后缘到 C7 椎体后缘的间距(D 值);测量相邻两个椎体后缘的后切线夹角(F 角),具体的测量方法和数据的正负值规定如图 1 所示。

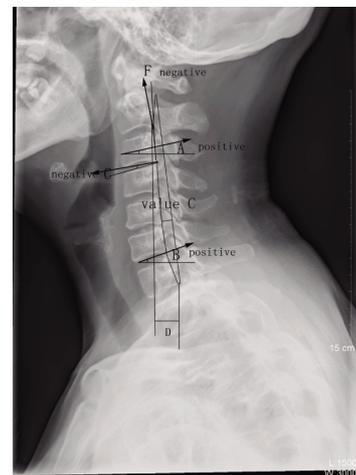


图 1 测量指标的具体测量方法和正负值规定

Figure 1 Specific measurement method and the positive and negative value rules

1.3 统计学方法

所有测量数据用 Excel 形式输入电脑,经 SPSS19.0 统计软件处理,对在过伸和过屈运动中,不同颈椎节段的 A 角和 B 角变化值用两独立样本的 *t* 检验,对 D 角值和 E 角值比较用配对 *t* 检验。对颈椎后凸畸形组与对照组 C 值、D 值比较用两独立样本的 *t* 检验。 $P \leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 颈椎后凸畸形中立位

在颈椎后凸畸形患者标准中立侧位片中, 各个椎体的空间位置角(A 角)平均值均为正值, 并且从 C2 至 C7 逐渐增大(表 1)。

2.2 颈椎后凸畸形过伸位

颈椎后凸畸形组在过伸位时, A 角平均值相对于标准侧位片均有减小, 且减小的幅度从 C2 至 C7 逐渐减小, 到 C7 节段时, 两者平均值基本相同, 但总体而言和侧位片一样, A 角平均值从 C2 至 C7 也是逐渐增大的, 只是 C2 的 A 角平均值为负值(表 1)。

2.3 颈椎后凸畸形过屈位

颈椎后凸畸形组在过屈位时, A 角平均值相对

于标准侧位片均有增大, 且增加的幅度从 C2 至 C7 仍逐渐减少, 到 C7 节段时, 两者的平均值基本相同, 不同的是 A 角平均值从 C2 至 C7 逐渐减小(表 1)。

下终板倾斜角(B 角)的变化规律与椎体的空间位置角(A 角)类似, 但其平均值比 A 角略大。A 角的变化值(过屈位上和过伸位上的 A 角值之差)从 C2 至 C7 逐渐减小, B 角变化值(过屈位上和过伸位上的 B 角值之差)也是同样的变化趋势(图 2)。通过 *t* 检验比较各节段 A 角和 B 角的变化值, 结果无统计学差异(C3, *t* = -0.606, *P* = 0.820; C4, *t* = -0.587, *P* = 0.731; C5, *t* = 0.930, *P* = 0.890; C6, *t* = -1.102, *P* = 0.788; C7, *t* = -0.841, *P* = 0.113)。

2.4 颈椎后凸畸形屈伸运动

在颈椎的屈伸运动中, 上位椎体 A 角变化值(D

表 1 矢状位各个椎体空间位置角和下终板倾斜角

Table 1 Indicating individual vertebral segment spatial alignment and inferior terminal lamina tilt angles (°)

观察角度	中立位			过伸位			过屈位		
	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值
A 角									
C2	21.3	-15.3	48.8 ± 8.9	15.4	-39.0	-6.0 ± 10.8	64.3	11.7	35.4 ± 11.2
C3	24.6	-8.9	10.0 ± 7.3	20.7	-30.2	2.1 ± 10.0	61.1	12.6	35.0 ± 10.4
C4	30.6	-1.8	12.9 ± 6.8	28.1	-19.1	8.0 ± 8.6	55.3	14.8	32.8 ± 8.8
C5	35.3	2.0	15.5 ± 6.7	33.1	-11.0	13.1 ± 7.7	48.6	11.2	28.8 ± 8.6
C6	31.9	1.9	17.0 ± 6.9	31.8	-3.0	17.0 ± 7.3	44.5	8.3	26.1 ± 8.4
C7	36.6	5.2	22.4 ± 7.4	37.5	6.3	23.1 ± 7.4	47.2	7.8	26.8 ± 9.0
B 角									
C2	26.6	-13.1	8.6 ± 8.4	17.5	-40.9	-1.2 ± 11.1	67.0	15.4	38.2 ± 11.2
C3	25.3	-9.2	11.0 ± 7.3	18.3	-37.1	2.7 ± 10.2	61.5	14.8	36.7 ± 10.2
C4	31.3	-4.2	13.2 ± 7.1	28.6	-28.0	7.8 ± 9.3	55.0	14.3	33.5 ± 9.0
C5	34.5	-3.0	14.7 ± 7.4	33.0	-15.5	11.7 ± 8.3	47.3	11.8	28.5 ± 9.3
C6	35.2	1.9	17.5 ± 7.5	32.8	-5.3	17.2 ± 7.4	49.6	5.8	27.2 ± 9.2
C7	38.9	7.5	24.2 ± 7.5	39.6	6.8	24.9 ± 7.1	49.6	7.4	29.2 ± 9.4

角)基本等于其下一位椎体 A 角变化值和此两椎体之间 C 角的变化值(过屈位上和过伸位上的 C 角值之差)之和(E 角)(图 3)。经配对 *t* 检验, D 角和 E 角无统计学差异(C2, *t* = 1.637, *P* = 0.103; C3, *t* = -1.127, *P* = 0.261; C4, *t* = 1.401, *P* = 0.163; C5, *t* = 1.891, *P* = 0.060; C6, *t* = 1.831, *P* = 0.069)。

2.5 颈椎后凸畸形颈椎弧度顶点

颈椎在标准侧位时, 弧度的顶点多分布于 C4~C5 之间, C4(42%)、C5(44%)椎间盘为颈椎前凸弧度的顶点, 而以 C3(1%)和 C6(13%)为颈椎弧度顶点为少数(图 4)。在屈伸运动变化中, 弧度的顶点基本不变, 上下移动仍在 C4~C5 之间, 与正常人基本相同。但颈椎后凸畸形患者的 C 值和齿突后缘到 C7 椎体后缘的间距(D 值)与正常人相比, 有显著差异,

(C 值: *t* = 0.209, *P* = 0.045; D 值: *t* = 2.928, *P* < 0.05, 表 2)。

3 讨论

绝大部分正常人颈椎序列都存在 -22°~-21°的生理前凸。各椎体在矢状面上的空间位置决定了椎间盘具有前高后低的特性, 进而维持正常的生理弧度, 当然椎体前缘高度也是维持颈椎生理曲度的重要因素之一。不过一旦椎体在矢状面上的空间位置发生变化, 就会打破平衡状态, 正常的生理前凸逐渐丧失甚至出现不同程度的后凸畸形。导致后凸畸形的原因很多, 其中颈椎骨折导致椎体高度降低, 是引起颈椎后凸畸形的常见原因。虽然后凸畸形患者颈椎生理弧度发生了变化, 但是椎体形状不会发生变化, 在颈椎的屈伸动态运动中, 和正常人一样, 也是椎体空间位

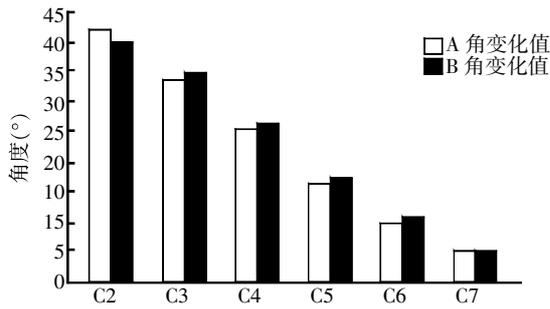


图 2 C2~C7 A 角和 B 角屈伸位变化值的比较

Figure 2 Comparison of angle A and angle B during cervical flexion and extension of C2~C7

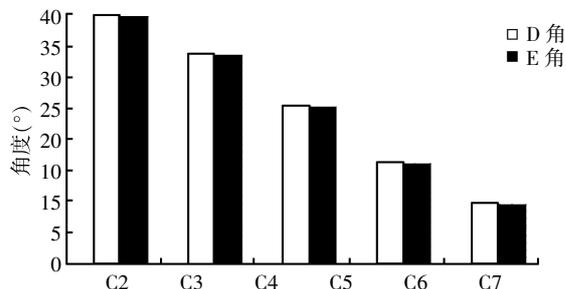
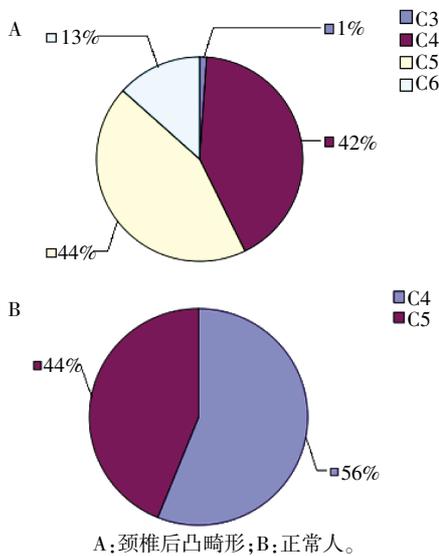


图 3 C2~C6 颈椎屈伸位 D 角和 E 角的比较

Figure 3 Comparison of angle D and angle E during cervical flexion and extension of C2~C6



A: 颈椎后凸畸形; B: 正常人。

图 4 颈椎后凸畸形患者和正常人顶椎的分布情况

Figure 4 Distribution of the curve apex between patients with cervical kyphosis and normal controls

置的变化带动椎间盘前后缘高度的变化和关节突关节的协调运动,导致颈椎生理曲度的变化,但后凸畸形患者生理曲度变化的幅度有所改变。

本研究中,颈椎后凸畸形患者在颈椎侧位片中立位时,各个颈椎椎体 A 角是正值,并且从 C2~C7 是逐渐增大的,这说明椎体向前向下的倾斜度从 C2~C7 是逐渐增大的,符合颈椎生理性前凸的一般

表 2 颈椎后凸畸形患者与正常人 C 值和 D 值的比较
Table 2 Comparison of C value and D value between patients with servical hyphosis and normal controls

观察值	正常组		后凸畸形组	
	D 值(cm)	C 值(mm)	D 值(cm)	C 值(mm)
最大值	3.68	15.40	5.01	17.40
最小值	0.24	4.50	-0.94	-9.40
平均值	1.27 ± 0.61	9.34 ± 2.54	1.70 ± 1.16	6.41 ± 4.68

状态。同样在过伸位时,各个椎体 A 角平均值相对于中立位均有减少,减少的幅度自 C2~C7 逐渐减少,并且 C2 和 C3 的 A 角平均值为负值,但是总体来说 A 角平均值自 C2~C7 仍为逐渐增大,与中立位相同。这说明在颈椎过伸运动时,椎体是顺时针旋转,向前向下的倾斜度自 C2~C7 小幅度减小,并且上位椎体在矢状面上的旋转幅度略大于下位椎体的旋转幅度,甚至出现 C2 和 C3 椎体由向前向下倾斜转变成向前向上的倾斜,这种状况是颈椎前凸进一步增大的表现。而在过屈位中,各椎体 A 角平均值相对于中立位均有增加,增加的幅度自 C2~C7 也逐渐减少,但是 A 角平均值自 C2~C7 逐渐减小,这与中立位和过伸位恰恰相反。这说明颈椎在屈曲运动时,颈椎椎体是逆时针旋转。同样,上位椎体在矢状面上的旋转幅度略大于下位椎体的旋转幅度,虽然下位椎体的逆时针旋转,表面上增加了颈椎的前凸状态,但由于上位椎体向前下倾斜相对大于下位椎体,使颈椎曲度由前凸变成了后凸。B 角的变化规律和 A 角相似,但平均值多大于 A 角的平均值,这说明椎体并不是一个规则的矩形,椎体前缘有向前下延伸的特征,与颈椎生理性前凸和直立负重有关。

图 2 比较了颈椎后凸畸形患者在过伸位和过屈位运动过程中 A 角和 B 角变化的角度,更能明确地反映颈椎椎体在矢状面上运动幅度及变化情况,总体来说,椎体变化的角度从 C2~C7 逐渐减小,说明椎体在矢状面上的旋转幅度从上往下逐渐减小。通过 t 检验比较各个节段 A 角和 B 角变化值,结果显示无统计学差异 (P > 0.05),表明在颈椎后凸畸形患者颈椎椎体伸屈运动中,椎体下终板和椎体本身在矢状面上有相同的变化幅度,因此椎体下终板在矢状面的运动也就能反映椎体在矢状面的运动状况。

图 3 比较了颈椎后凸畸形患者在过伸位和过屈位运动过程中 D 角和 E 角的情况,结果显示:同一椎体节段的 D 角和 E 角的值相近,差异无统计学意义 (P > 0.05)。此结果说明:在椎体屈伸运动中,上位椎体空间位置角的变化值是由其下位椎体空

间位置角变化值不断向上传递叠加的结果即 $C2-D$ 角值 = $C7-D$ 角值 + $C6/7$ C 角变化值 + $C5/6$ C 角变化值 + $C4/5$ C 角变化值 + $C3/4$ C 角变化值 + $C2/3$ C 角变化值。

图4表明无论是正常人还是颈椎后凸畸形患者,其颈椎弧度的顶点基本都在C4椎体上缘和C5椎体的下缘之间。在椎体伸屈运动变化中,弧形的顶点基本不变,上下移动仍在C4~C5之间。

表2比较了正常人和颈椎后凸畸形患者C2~C7垂直距离D值和Borden氏测量法测得C值,结果显示:正常人和颈椎后凸畸形患者D值和C值差异均有统计学意义($P < 0.05$)。此结果说明正常人颈椎由于生理弧度的存在,使得由Borden氏测量法测得的C值在正常范围内,C2~C7垂直距离D值也在正常范围内,而颈椎后凸的患者,由于其椎体本身生理前凸消失甚至变成后凸,使得其颈椎椎体变直,生理弧度丧失,C值也显著减小,甚至可以为负值,D值由于各个椎体变直也相应减小。

在病理条件下,颈椎后结构牵拉力量减弱,或前结构压力增加,导致椎体空间位置变化引起椎间盘前低后高的变化,继续发展可导致椎体前方软骨坏死、椎体不对称生长、椎体楔形改变,这些都可以造成颈椎后凸畸形。通过上述分析,这些结果可以阐明颈椎后凸畸形患者颈椎在屈伸运动中,是以C4或C5为弧形的中心,颈椎椎体在矢状面的旋转从而造成了椎间盘前后缘间隙的改变,引起颈椎生理曲度的变化,在伸屈运动中上位椎体的旋转幅度是下部椎体旋转传递叠加的结果,再加上颈椎椎体在旋转同时有椎体在矢状面上前后移位,所以颈椎曲度的顶点基本不变。可以认为:在伸屈运动中,颈椎椎体的运动是以颈椎弧形顶点为中心在矢状面上的旋转和位移。颈椎生理前凸的维持主要依靠颈椎骨性结构的完整,及颈椎前结构(如颈长肌、前纵韧带等)和后结构肌肉韧带(如项韧带、头夹肌等)力量的平衡。大多数颈椎后凸畸形开始是可复性的,但如果继续发展会形成僵硬型的后凸畸形,导致椎体和关节突关节的骨性融合而无法进行矫形手术。在可复性颈椎后凸畸形中,椎体空间位置发生了改变(椎体在矢状面上发生了异常旋转),而矫形目的之一是恢复每个椎体本来的空间位置(通过矫形手术将椎体逆行旋转),重建其生理曲度。本研究揭示了后凸畸形患者的颈椎动态运动中的变化和规律,在临床中,已经开始对柔韧性颈椎后凸畸形患者进

行简单的矫形手术,本研究进一步验证了这种矫形手术可行有效,是颈椎后凸畸形矫形的良好方法。

[参考文献]

- [1] 王震,田纪伟. 颈椎后凸畸形的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2009, 17(18): 1393-1396
- [2] 方加虎,周许辉,袁文,等. 颈椎后凸畸形患者影像学测量指标与临床症状的相关性研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(8): 601-604
- [3] 方加虎,贾连顺. 颈椎后凸畸形的影像学测量和诊断的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2008, 16(19): 1477-1479
- [4] 沈晓龙,田野,东人,等. 青少年特发性颈椎后凸畸形的影像学特征及其临床指导意义[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(9): 745-749
- [5] Zhou XH, Fans JH, Jia LS, et al. Clinical significance of cervical vertebral flexion and extension spatial alignment changes[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2009, 34(1): E21-26
- [6] Shen XL, Zhou XH, Jian C, et al. Weakness of the neck extensors, possible causes and relation to adolescent idiopathic cervical kyphosis[J]. Med Hypotheses, 2011, 77(3): 456-459
- [7] Sharan AD, Krystal JD, Singla A, et al. Advances in the understanding of cervical spine deformity[J]. Instr Course Lect, 2015, 64: 417-426
- [8] Scheer JK, Tang JA, Smith JS, et al. deformity, and clinical implications: spine alignment, sagittal cervical review [J]. J Neurosurg Spine, 2013, 19(2): 141-159
- [9] 钟沃权,姜亮,孙宇,等. 单纯前路与前后联合入路矫形手术治疗重度颈椎后凸畸形[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(3): 235-240
- [10] Han K, Lu C, Li J, et al. Surgical kyphosis cervical of treatment[J]. Eur Spine J, 2011, 20(4): 523-536
- [11] Grosso MJ, Hwang R, Krishnaney AA, et al. Complications and outcomes for surgical approaches to cervical kyphosis [J]. J Spinal Disord Tech, 2015, 28(7): E385-393
- [12] 王超,智晓东. 一期颈椎后前路手术治疗伴有后凸畸形的多节段颈椎管狭窄的临床研究[J]. 医学与哲学, 2014, 35(7): 35-38
- [13] Chen Y, He Z, Yang H, et al. Clinical and radiological results of total disc replacement in the cervical spine with preoperative reducible kyphosis [J]. Int Orthop, 2013, 37(3): 463-468
- [14] 杨凡柱. 前路与后路矫形手术治疗颈椎后凸畸形的临床疗效分析[D]. 南宁: 广西医科大学, 2015
- [15] Jain AK, Dhammi IK, Jain S, et al. Kyphosis in spinal tuberculosis: Y prevention and correction[J]. Indian J Orthop, 2010, 44(2): 127-136

[收稿日期] 2016-04-03