

下颈椎关节突关节的影像学观测及其临床意义

曾 辉¹, 邹德威², 吴继功², 马华松², 姬 勇², 张乐乐²

(1 安徽医科大学解放军 306 临床学院 230032 合肥市; 2 解放军 306 医院骨科 全军脊柱外科中心 100101 北京市)

【摘要】目的:观测下颈椎关节突关节面的形态及其三维空间角度,探讨其临床意义。**方法:**选取 60 例正常人行颈椎 CT 检查,螺旋 CT 三维重建后在横轴面、矢状面、冠状面上观察颈椎关节突关节面形态特点,并测量关节面的曲度、关节突关节角。**结果:**横轴面, C3 上关节面及 C7 的下关节面直面形多见。C3、C4、C5 II 型关节面曲度比较无显著差异, C5~C7 关节突关节面曲度逐渐变小 ($P<0.05$)。C3~C4、C4~C5、C5~C6、C6~C7、C7~T1 关节突关节面与矢状面的夹角分别为 $91.98^{\circ}\pm 9.92^{\circ}$ 、 $96.64^{\circ}\pm 9.01^{\circ}$ 、 $99.46^{\circ}\pm 7.66^{\circ}$ 、 $94.20^{\circ}\pm 8.72^{\circ}$ 、 $94.83^{\circ}\pm 10.88^{\circ}$, C4~C5、C5~C6 夹角较大 ($P<0.05$)。冠状面, C6/7 节段椭圆形多见, C2/3、C3/4 节段圆形多见。矢状面, 下颈椎 C3~C7 关节突关节倾角分别为 $52.09^{\circ}\pm 6.28^{\circ}$ 、 $48.14^{\circ}\pm 4.75^{\circ}$ 、 $45.81^{\circ}\pm 4.07^{\circ}$ 、 $55.65^{\circ}\pm 4.15^{\circ}$ 、 $58.32^{\circ}\pm 5.77^{\circ}$, C3、C6、C7 与 C5 关节突关节倾角之间差异显著 ($P<0.05$)。**结论:**正常人下颈椎关节突关节形态在诸节段及横轴面、冠状面不尽相同。横轴面上, C3~C7 的上关节面的方向逐渐从朝向正中矢状面转向外侧, 渐渐与胸椎的小关节相适应, 矢状面上, C3~C7 的关节倾角均为锐角, 且以 C5 为中心分布。

【关键词】 颈椎; 关节突关节角; 小关节面; 三维测量

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.01.12

中图分类号: R322.7, R814.4 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2012)-01-0059-06

Helical CT three-dimensional reconstruction for inferior cervical zygapophyseal joint and its clinic meaning/ZENG Hui, ZOU Dewei, WU Jigong, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2012, 22 (1): 59~64

【Abstract】 Objective: To study the three-dimensional quantitative morphology as well as the orientation of cervical zygapophyseal joint and their clinical significances. **Method:** The cervical zygapophyseal joints of 60 normal volunteers were scanned using spiral CT and reconstructed three-dimensionally. The shapes, curvatures and angulations of these joints were observed and measured in the cross-sectional, sagittal and coronal planes respectively. **Result:** At the cross-sectional plane, the superior facet joint of C3 and the inferior facet joint of C7 presented with face-type frequently. The C-shape articular surfaces in C3, C4, C5 showed no statistic significance. The angles of the articular facet orientation at C3/4, C4/5, C5/6, C6/7 and C7/T1 were $91.98^{\circ}\pm 9.92^{\circ}$, $96.64^{\circ}\pm 9.01^{\circ}$, $99.46^{\circ}\pm 7.66^{\circ}$, $94.20^{\circ}\pm 8.72^{\circ}$ and $94.83^{\circ}\pm 10.88^{\circ}$ respectively, with the angles of C4/5 and C5/6 significantly larger than others ($P<0.05$). At coronal plane, ellipsotype occurred more frequently on C6/7, while roundtype occurred more frequently on C2/3 and C3/4. At sagittal plane, the angulations from C3~C7 were $52.09^{\circ}\pm 6.28^{\circ}$, $48.14^{\circ}\pm 4.75^{\circ}$, $45.81^{\circ}\pm 4.07^{\circ}$, $55.65^{\circ}\pm 4.15^{\circ}$ and $58.32^{\circ}\pm 5.77^{\circ}$ respectively, with the angles of C3, C6 and C7 significantly larger than C5 ($P<0.05$). **Conclusion:** The cervical zygapophyseal joints differ in morphology. In the cross-sectional plane, the orientations of C3~C7 superior facet joint change from midline to lateral, and adapt to thoracic facet joint; while in sagittal plane, facet joint angles from C3~C7 are acute, and distribute on the center of C5.

【Key words】 Cervical spine; Zygapophyseal joints; Articular facets; Three-dimensional measurement

【Author's address】 Department of Orthopaedics Spinal Center of PLA, the 306th Hospital of PLA, Beijing, 100101, China

第一作者简介: 男(1984-), 硕士研究生在读, 研究方向: 脊柱外科
电话: (010)66356729-2509 E-mail: zengh12@163.com
通讯作者: 邹德威 E-mail: zoudewei@vip.163.com

颈椎关节突关节是参与颈椎运动的重要结构,也是引起慢性颈痛、颈源性头痛及继发神经根型颈椎病的重要原因之一^[1],而其形态学观测对临床研究和治疗相关疾病具有较为重要的意义。

国内外学者多局限在尸体标本或 X 线、MRI 上观察,CT 观察也多局限在横轴面观察^[2,3],三维立体的形态描述报道较少。我们利用多排双源 CT 机及数字骨科系统,对颈椎关节突关节的关节面形态、角度和方向进行了观测,总结报告如下。

1 材料和方法

1.1 临床资料

选择 2010 年 1 月~2011 年 7 月在我院影像科螺旋 CT 室行颈椎检查的体检人员的 CT 资料,筛查出近期无颈背部疼痛,体格检查阴性,且 CT 图像显示无颈椎生理曲度异常、颈椎间盘突出、颈椎管狭窄、肿瘤、感染及明显骨质增生者 60 例,年龄在 18~45 岁之间。其中男性 30 例、女性 30 例,男、女年龄构成比相同。利用 SuperImage™ orthopedics edition 1.2.4 数字骨科系统行多平面重建技术分别在横轴面、矢状面、冠状面图像上进行观察、测量。

1.2 关节突关节面形态观察

关节突横轴面上,即平行相应椎体上终板切面(图 1),分别观察分析 C3~C7 共 1200 个上、下关节突面的形态并将其分为七种类型(图 2):I 型为直面形;II 型为对称曲凸形;III 型为不对称曲凸形;IV 型为弯曲反环抱形;V 型为双凸形;VI 型为成角形;VII 型为不规则形。

冠状面上,在关节面矢状位的图像上,取与关节间隙相切的一个面 CO(图 3),即得到关节突的冠状位图像(图 4),分别观察关节冠状面的形态,可将其分为 3 种不同形态:I 型为类圆形(图 4a)、II 型为类椭圆形(图 4b)、III 型为不规则形(图 4c)。

1.3 II 型关节突关节面的曲度

关节突横轴位的 II 型关节面均测量其曲度,即弦高(BO)/基底宽(AA')(图 5)。

1.4 关节突关节面的倾斜角度

在关节面的矢状位图像上(图 3)选取与关节面平行的一个面 CO,与平行椎体上终板切面 DD' 相交,测量这两个面之间的夹角($\angle COD$),即为倾斜角度。

1.5 关节突关节面与矢状面的夹角

在横轴面上,取平分椎体的矢状线为基线,上关节突关节面的切线与矢状线所成的夹角($\angle AOB$)(图 6)。

1.6 统计学处理

全部病例均由同一名医师在数字骨科工作站上测量 2 次取均数,测量时窗宽、窗位、放大率相同。所有观察的形态及测量的数据通过 SPSS 17.0 软件进行统计学分析,计量资料采用 t 检验,计数资料采用 χ^2 检验。设 $P < 0.05$ 差异有显著性。

2 结果

2.1 关节突关节面形态观察

横轴面小关节形态分型见表 1、表 2,C3 上关节面和 C7 下关节面为 I 型的分别占 70% 和 53%,其余节段上下关节面 II 型多见。

关节突关节冠状面的形态观察结果见表 3,I 型类圆形多见,II 型椭圆形其次,III 型不规则形最少见。各节段构成无性别差异($P > 0.05$)。C6/7 节段椭圆形多见,C2/3、C3/4 节段圆形多见。

2.2 II 型关节突关节面的曲度

II 型关节突关节面的曲度值见表 4。C3、C4 及 C5 关节面曲度之间差异无差异($P > 0.05$),上下关节面无性别差异($P > 0.05$)。C5~C7 关节面曲度逐渐变小($P < 0.05$),关节面形态越来越趋向于 I 型直面形。

2.3 关节突关节面的关节倾角

关节突关节面的关节倾角见表 5。C3、C6、C7 与 C5 关节突关节倾角之间差异有统计学意义($P < 0.05$),各关节倾角无性别差异($P > 0.05$)。下颈椎 C3~C7 关节突关节倾角均为锐角,范围在 $38^\circ \sim 75^\circ$ 之间,其中 C7 倾角最大,C5 最小($C3 > C4 > C5 < C6 < C7$)。

2.4 关节突关节面与矢状面夹角及其朝向

关节突关节面与矢状面的夹角数据见表 6,左右两侧比较均无显著差异($P > 0.05$),C5~C6 组与 C4~C5 组无显著差异,但与 C3~C4、C6~C7 及 C7~T1 组之间差异有统计学意义($P < 0.05$)。关节突关节面的方向有较明显的变化规律(表 7)。C3~C7 的上关节面方向从朝向正中矢状面逐渐转向朝向外侧,渐渐与胸椎的小关节角相适应。

3 讨论

3.1 颈椎关节突关节解剖学特点

颈椎关节突关节位置隐匿,解剖形态复杂,常不易在影像上及手术中对其形态全面观察,因而常被忽视,以往的颈椎小关节的观察和测量主要

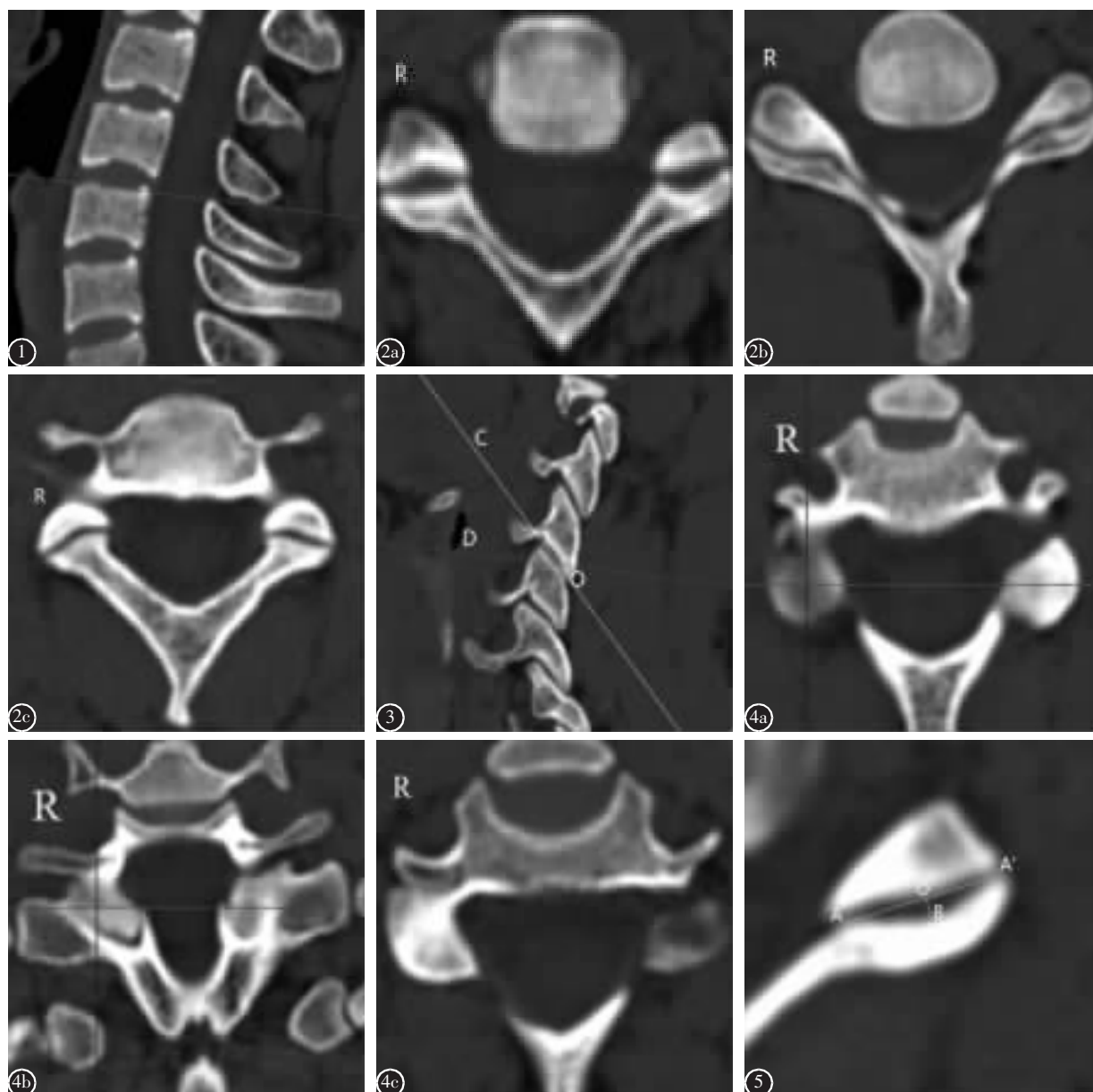


图 1 平行相应椎体上终板切面即关节面横轴位 图 2 横轴面观察关节面形态 a 左上为 I 型直面形, 左下为 II 型对称曲凸形, 右上为 VI 型成角形 b 左上为 VII 型为不规则形, 右上为 IV 型弯曲反环抱形 c 左上为 V 型双凸形, 右上为 III 型不对称曲凸形 图 3 平行相应椎体上终板切面(DO)与关节间隙的切面的夹角($\angle COD$)即为倾斜角度 图 4 冠状面 a I 型类圆形 b II 型类椭圆形 c III 型不规则形 图 5 II 型关节面曲度, 即弦高(BO)/基底宽(AA')

Figure 1 Horizontal plane was parallel to the tangent plane of upper surface of centrums **Figure 2** The shape of articular surfaces a Top left corner was type I, lower left corner was type II and top right corner was type VI b Top left corner was irregular type VII and top right corner was type IV c Top left corner was type V and top right corner was type III **Figure 3** In the sagittal plane, $\angle COD$ was the inclinations of the zygapophyseal joints **Figure 4** In coronal plane a The type I was ellipse b The type II was round c The type III was irregular **Figure 5** Curvature of type II joint, namely arch height/chordal length(BO/AA')

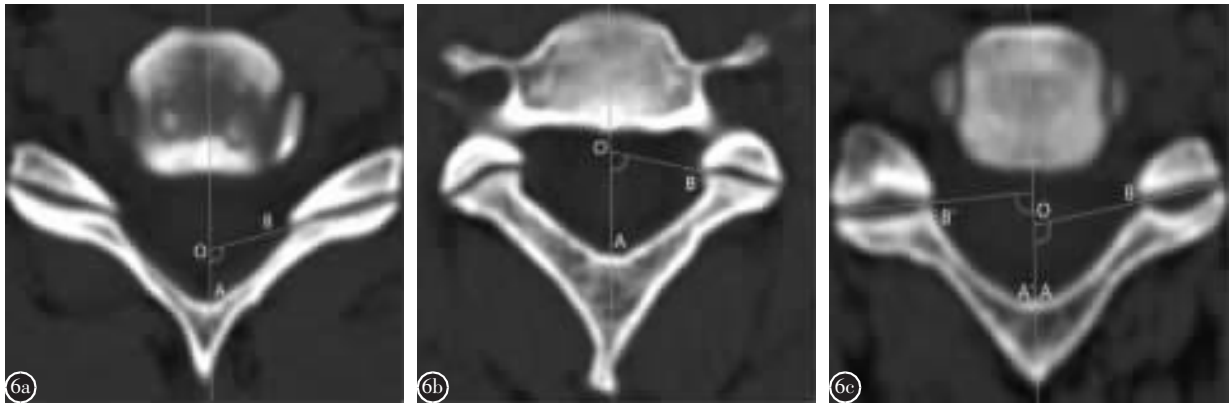


图 6 横轴面,关节面的切线与矢状线所成的夹角($\angle AOB$) **a** 上关节突关节面朝向正中矢状面 **b** 上关节突关节面朝向外侧 **c** 左右关节面方向相反不对称

Figure 6 The included angle of articular plane and sagittal plane ($\angle AOB$) **a** the superior articular facets towards the sagittal plane **b** the superior articular facets towards the outside **c** the right and left articular facets toward in the opposite direction

表 1 横轴面上方各型关节突关节面形态分布

Table 1 In the horizontal plane, the distribution of superior articular facet (n=60)

分型 type	C3		C4		C5		C6		C7		总数 total
	男 M	女 F	男 M	女 F	男 M	女 F	男 M	女 F	男 M	女 F	
I	41	43	12	18	13	21	23	16	24	17	228
II	7	10	22	25	23	17	12	12	6	7	141
III	5	3	10	5	9	9	6	8	6	8	69
IV	4	4	8	6	7	7	10	7	9	12	74
V	0	0	5	4	3	2	4	9	7	7	41
VI	3	0	1	2	2	2	2	4	1	1	18
VII	0	0	2	0	3	2	3	4	7	8	29

表 2 横轴面下方各型关节突关节面形态分布

Table 2 In the horizontal plane, the distribution of inferior articular facet (n=60)

分型 type	C3		C4		C5		C6		C7		总数 total
	男 M	女 F	男 M	女 F	男 M	女 F	男 M	女 F	男 M	女 F	
I	11	8	8	14	6	4	14	17	29 ^①	35 ^①	146
II	38	47	43	41	38	42	24	26	15	11	325
III	2	2	2	1	6	6	5	3	4	5	36
IV	4	1	5	1	4	4	6	5	4	6	40
V	1	1	1	1	4	2	3	6	2	1	22
VI	1	1	0	2	1	1	2	2	2	0	12
VII	3	0	1	0	1	1	6	1	4	2	19

表 3 冠状面小关节面形态的分布

Table 3 In coronal plane, the distribution of articular facet (n=60)

类型 type	C2/3		C3/4		C4/5		C5/6		C6/7		总数 total
	男 M	女 F	男 M	女 F	男 M	女 F	男 M	女 F	男 M	女 F	
I	48	46	43	45	38	33	28	26	16	18	341
II	10	14	13	14	20	24	32	28	42	42	239
III	2	0	4	1	2	3	0	6	2	0	20

表 4 II 型颈椎关节突面曲度 ($\bar{x}\pm s, ^\circ$)

Table 4 type II facet joint curvature

节段 seg- ment	上关节面 superior facet		下关节面 inferior facet	
	男 M	女 F	男 M	女 F
C3	0.139±0.018	0.146±0.020	0.144±0.034	0.144±0.034
C4	0.135±0.040	0.148±0.035	0.147±0.037	0.151±0.035
C5	0.121±0.027	0.139±0.022	0.151±0.045	0.143±0.033
C6	0.109±0.058 ^①	0.121±0.035 ^①	0.129±0.042	0.127±0.022
C7	0.085±0.054 ^①	0.109±0.015 ^①	0.129±0.032	0.140±0.032

注:①与 C5 比较(compared with C5) $P<0.05$ 表 6 C3~C7 关节突关节面与矢状面夹角 ($\bar{x}\pm s, ^\circ$)

Table 6 the angle of the superior articular facet orientation in relation to the sagittal plane

节段 segment	左侧角度 left angle	右侧角度 right angle
C3-C4	91.98±9.92 ^①	90.73±9.49 ^①
C4-C5	96.64±9.01	97.55±9.93
C5-C6	99.46±7.66	99.38±8.66
C6-C7	94.20±8.72 ^①	94.32±8.20 ^①
C7-T1	94.83±10.88 ^①	94.19±11.16 ^①

注:①与 C5-C6 比较(compared with C5-C6) $P<0.05$

通过 X 线摄正侧位及斜位片,而 X 线的图像是平面一维的,观察小关节面的形态和角度有局限性,看不到关节突关节的整体三维形态。多层螺旋 CT 的出现,加上数字骨科系统拥有强大的后处理功能,可以在三维任意角度调整观察平面,其形态真实,所测径线也准确。

Stemper 等^[4]的研究发现,颈椎椎间盘退变导致椎间隙狭窄,引起关节突关节承受的压力显著递增,造成相应的关节囊和关节周围软组织结构的损伤,并可引起“颈椎关节突关节痛”。反之也有报道提示,椎间关节的退变可导致椎间盘病变的可能^[5,6],其因果关系目前尚存在争议。本研究发现颈椎关节突关节的形态在诸节段之间不尽相同,这种不同是否与颈椎关节突关节炎的发病机制有关、是否与椎间盘及关节的退变有关,尚需进一步研究。

3.2 颈椎关节突关节面的方向与角度

在横轴面的图像上,C3~C7 的关节面与矢状面约成 90° ,与冠状面近似平行,有利颈椎的侧屈。C2-C3 的关节面 100%朝向正中矢状面,有利于颈椎在运动过程中处于稳定。当关节面与矢状面成角越大时,相应的椎间关节易于旋转运动;反

表 5 C3~C7 关节突关节倾角 ($\bar{x}\pm s, ^\circ$)

Table 5 Inclinations of zygapophysial joints from C3 to C7

节段 segment	男性 M	女性 F
C3	52.09±6.28 ^①	52.05±6.26 ^①
C4	48.14±4.75	49.35±5.13
C5	45.81±4.07	46.43±6.95
C6	55.65±4.15 ^①	54.77±7.72 ^①
C7	58.32±5.77 ^①	58.63±8.33 ^①

注:①与 C5 比较(compared with C5) $P<0.05$ 表 7 横轴面上各节段关节突上关节面的方向 ($n=60$)

Table 7 In the horizontal plane, the orientation of C3 to C7 superior facet joint

节段 segment	朝向正中矢状面 midline	朝向外侧 lateral	双侧不对称 dissymmetry
C3	60(100%)	0	0
C4	41(68%)	9(15%)	10(17%)
C5	25(42%)	19(32%)	16(27%)
C6	11(18%)	42(70%)	7(12%)
C7	9(15%)	45(75%)	6(10%)
T1	6(10%)	54(90%)	0

之,当关节面与矢状面成角越小时,相应的椎间关节则不易旋转运动^[7]。Sohn 等^[8]提出,颈椎关节突关节的不对称可导致关节突关节角大的一侧抗椎间剪力的能力降低,从而容易造成该侧纤维环损伤,至椎间盘病变。颈椎双侧关节突的形态或水平倾角发育不对称,破坏了颈椎间闭合性五点动力支持系统,可导致颈椎受力不平衡。当颈部旋转、侧屈运动时,椎间盘受到的扭曲力、正应力会成倍增加,从而会导致椎间盘退变引起颈椎病^[9]。本研究发现正常成人 C4-C5, C5-C6 的两侧小关节不对称的几率比其他节段大,临床上颈椎病的好发节段也在这两个节段,因此可能是引起颈椎病的解剖基础。C3~C7 过渡过程中,关节面的方向变化有两种形式,一种是:C3~C7 关节角度逐渐从前外侧过渡到后外侧;另一种是:C3~C7 中的某个节段突然与上一节段的关节角完全相反,没有明显的渐变过程,这种突变的节段多发生在 C5-C6。这与 Pal 等^[10]在尸体标本的研究结果一致。

在矢状位面的图像上,C5 小关节矢状面的倾斜角最小,可能是 C5 在正常生理状况下需承受较大的压力、应力的解剖基础。由于 C4-C5 和 C5-C6 节段生理状况下承受的应力较大,较其他

节段易引起损伤,反复损伤性炎症可致使关节突关节增生等改变,是导致颈椎退变的常见原因^[11]。另外,临床上颈椎关节脱位经常发生在 C5-C6 节段,也可能跟这种解剖变化有关。

3.3 颈椎小关节界面撑开装置研究中的应用

解除神经根压迫有以下两种方式可使椎间孔变大,一个是垫高在椎间孔后侧两小关节界面间的间隙;另一个是恢复椎间孔前侧的两椎体之间的高度^[12]。理想的方式是通过颈椎后路将小关节间隙平行撑开,达到直接的纵向扩大椎间孔,使神经可以得到彻底的减压。本研究可以为颈椎小关节界面间撑开装置的制作及安装提供详细、可靠的数据。在制作撑开装置时,可以此为依据,符合横轴面、冠状面、矢状面生理形态及曲面设计相应形状,制备不同规格的小关节撑开装置,为颈椎小关节界面撑开微创治疗神经根型颈椎病的成功提供保证。本研究仅测量了正常人群的数据,并不能代表病变人群数据,同时研究的样本量较少,尚需多中心大样本的研究结果证实。

4 参考文献

1. 付裕. 颈椎生物力学中的三维有限元分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2004, 14(10): 632-634.
2. 席新华, 吴强, 唐华军, 等. 成人下颈椎椎体与关节突关节倾角的 X 射线测量数据 [J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009, (4): 662-666.
3. 孙锡和, 曹来宾, 张立安. 颈椎关节突关节形态和水平倾角的 CT 研究[J]. 中华放射学杂志, 1996, (5): 51-53.
4. Stemper BD, Yoganandan N, Pintar FA. Effects of abnormal posture on capsular ligament elongations in a computational model subjected to whiplash loading [J]. Biomech J, 2005, 38(6): 1313-1323.
5. Hoppenfeld JD. Cervical facet arthropathy and occipital neuralgia: headache culprits [J]. Curr Pain Headache Rep, 2010, 14(6): 418-423.
6. 贾连顺. 颈椎关节突关节骨性关节炎[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(1): 72-73.
7. Lee RY, McGregor AH, Bull AM, et al. Dynamic response of the cervical spine to posteroanterior mobilisation [J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2005, 20(2): 228-231.
8. Sohn HM, You JW, Lee JY. The relationship between disc degeneration and morphologic changes in the intervertebral foramen of the cervical spine: a cadaveric MRI and CT study[J]. J Korean Med Sci, 2004, 19(1): 101-106.
9. 吴强, 李康华. 下颈椎关节突关节解剖及生物力学研究进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(9): 715-718.
10. Pal GP, Routal RV, Saggi SK. The orientation of the articular facets of the zygapophyseal joints at the cervical and upper thoracic region[J]. J Anat, 2001, 198(Pt 4): 431-441.
11. Decker RC. Surgical treatment and outcomes of cervical radiculopathy [J]. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2011, 22(1): 179-191.
12. Kettler A, Werner K, Wilke HJ. Morphological changes of cervical facet joints in elderly individuals[J]. Eur Spine J, 2007, 16(7): 987-992.

(收稿日期: 2011-09-15 修回日期: 2011-10-25)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 刘彦)