

## · 基础研究 ·

# 颈椎单侧关节突交锁脱位的旋转角度及 X 线和 CT 表现的试验观测

何海潮<sup>1,2</sup>, 赵宝林<sup>2</sup>, 朱庆三<sup>2</sup>, 马洪顺<sup>3</sup>, 来颖<sup>4</sup>, 刘景鑫<sup>4</sup>, 吕中文<sup>4</sup>

(1. 东阳市人民医院骨科, 浙江 东阳 322100; 2. 吉林大学中日联谊医院骨科, 吉林 长春 130021; 3. 吉林大学基础力学实验室; 4. 吉林大学中日联谊医院卫生部放射生物重点实验室)

**【摘要】** 目的: 研究颈椎单侧关节突交锁的旋转角度及影像学特点, 为早期诊断提供依据。方法: 4 具 C<sub>1</sub>-T<sub>1</sub> 段甲醛浸泡成人颈椎标本, 2 男 2 女, 年龄 28~40 岁。试验前摄 X 线片和行 CT 扫描, 用自制夹具分别固定 C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>、C<sub>5</sub>-T<sub>1</sub>, 并施加屈曲和旋转暴力, 使标本分别在侧屈旋转、前屈旋转下模拟颈椎单侧关节突交锁, 并部分模拟肌肉收缩, 最后进行影像学分析。结果: 颈椎单侧关节突交锁平均旋转角度为 19.75°, 椎体平均前方移位为 3.68 mm。以本试验摄片标准, 0°、10°、180°、190° 时损伤节段下位可见椎间孔; 150°、160°、00°、-10° 时损伤节段上位可见椎间孔, 损伤节段关节突交锁或紊乱。交锁侧前斜位椎间孔变大, 对侧前斜位椎间孔变小。CT 平扫可见椎体旋转、关节突裸露征、关节突骨折等特点; 冠状面三维重建可见双侧不对称; 矢状面重建清晰可见关节突交锁。结论: X 线和 CT 表现都可作为颈椎单侧关节突交锁的诊断依据, CT 表现能更好地诊断单侧关节突交锁。

**【关键词】** 颈椎; 椎关节突关节; 放射摄影术; 体层摄影术, X 线计算机; 诊断

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2010.12.013

**Study on the rotary angle, plain radiographs and CT appearance in unilateral locked facet of cervical spine** HE Hai-chao, ZHAO Bao-lin\*, ZHU Qing-san, MA Hong-shun, LAI Ying, LIU Jing-xin, LÜ Zhong-wen. \*Department of Orthopaedics, China-Japan Union Hospital Affiliated to Jilin University, Changchun 130021, Jilin, China

**ABSTRACT Objective:** To study the rotary angle and image features, so as to help early diagnosis. **Methods:** Four adult cervical spine (C<sub>1</sub>-T<sub>1</sub>) specimens were used, including 2 males and 2 females, ranging in age from 28 to 40 years old. X-ray and CT examination were performed before the experiment. C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> and C<sub>5</sub>-T<sub>1</sub> were fixed respectively using self-made clamp. Unilateral locked facet of cervical spine was simulated under the violence of inflection and rotation, in which the muscle contraction was partially simulated, and at last the plain radiographs and CT of unilateral locked facet of cervical spine were analyzed. **Results:** In unilateral locked facet of cervical spine, the average rotary angle was 19.75°, and average forward shift of vertebral was 3.68 mm. The intervertebral foramina below the injury plane were showed at 0°, 10°, 180°, 190°; the intervertebral foramina above the injury plane were showed at 150°, 160°, 00°, -10°, and the facet was locked or in disorder at the injury plane. The intervertebral foramina at the anterior oblique position was bigger in interlocking side, but it was smaller in the opposite side. CT scan showed rotary spine, the naked facet sign; coronal plane reconstruction showed bilateral asymmetry; sagittal plane reconstruction obviously showed unilateral locked facet. **Conclusion:** X-ray and CT both can independently diagnose unilateral locked facet of cervical spine. CT and three-dimensional reconstruction are more better than X-ray to diagnosing it.

**KEYWORDS** Cervical vertebrae; Zygapophyseal joint; Radiography; Tomography scanners, X-ray computed; Diagnosis

Zhongguo Gushang/China J Orthop Trauma, 2010, 23(12): 925-928 www.zggszz.com

颈椎单侧关节突交锁相对少见, 有些神经症状相对较轻, 临床上容易漏诊, 在诊断上有学者认为可以通过颈椎侧位 X 线片上的椎间孔变化来早期判定<sup>[1]</sup>, 同时颈椎单侧交锁时国人的旋转角度目前无人统计且缺乏模型验证。本文通过模拟颈椎单侧关节突交锁, 用旋转角度解释了单侧关节突交锁时各个角度的 X 线、CT 及三维重建的表现。

## 1 材料和方法

**1.1 材料** 甲醛浸泡尸体 4 具, 分为 4 个模型: 模型 I, 男, 28 岁; 模型 II, 女, 30 岁; 模型 III, 男, 34 岁; 模型 IV, 女, 40 岁。切取 C<sub>1</sub>-T<sub>1</sub> 段脊柱, 置 -20 °C 冰箱中保存。试验前将标本从冰箱中取出, 室温下自然解冻 8 h, 仔细剔除附在颈椎上的肌肉组织, 去除寰椎, 完整保留棘上韧带、棘间韧带、黄韧带、椎间盘及 C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> 关节囊。在齿状突矢状轴、冠状轴、垂直轴各置入 1 枚克氏针, 并在垂直轴上置一量角器。用牙脱粉

固定颈椎,使 C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>、C<sub>5</sub>-T<sub>1</sub> 各成一整体,将标本两端固定于特制的夹具中。在 C<sub>4</sub>、C<sub>5</sub> 椎体前方、后方椎板上下相距 2 cm 双侧对称共置入 4 对螺钉,用橡皮套在螺钉上各套 10 圈,以模拟肌肉收缩。

试验前先在一标本中游离的 C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub> 椎体前方、后方椎板上下双侧对称共置入 4 对螺钉,并用橡皮套在螺钉上各套 5 圈,电子万能试验机做拉伸试验。当两椎体略分离时拉力为 50 N; 后用 10 圈橡皮套做拉伸试验,当螺钉距离 2 cm 时,拉力 108 N。与 Moroney 等<sup>[2]</sup>认为的 C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> 静态肌肉收缩力为 122 N 比较接近。摄片时以交锁侧 C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> 侧位为标准侧位并记为 0°, 旋转颈椎标本,从交锁侧往对侧 0°~200° 前方摄片; 当以交锁侧 C<sub>5</sub>-T<sub>1</sub> 侧位为标准侧位时记为 00°, 以此为基准,旋转颈椎标本,使椎体后方向前旋转 10° 为 -10°。

**1.2 方法** 模拟颈椎单侧关节突交锁采用徐华梓等<sup>[3]</sup>的方法,即以三点弯曲试验加载标本。先使用前屈或侧屈力量使双侧或单侧关节突完全分离,然后再加上一旋转扭矩来成功复制交锁模型,并在试验中初步模拟肌肉收缩。所用工具主要是特制的夹具,通过夹具边上的钢条提供前屈或侧屈力量,并通过夹具上的电子传感器记录所受力值。把扭力扳手安放在夹具中间的扭力扳手吻合口里,提供旋转扭矩,见图 1。



图 1 特制的夹具  
Fig.1 The special fixture

**1.3 观察指标及方法**

**1.3.1 模型 I (侧屈旋转复制 C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> 右侧关节突交锁)** ①试验前先摄颈椎正侧位、双侧前斜位 X 线片。②复制 C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> 右侧关节突交锁后,从右侧往左 0°、10°、20°、25°、30°、40°、45°、50°、60°、70°、80°、90°、100°、110°、120°、130°、135°、140°、150°、160°、170°、180°、190°、200° 摄 X 线片;加 00°, 并做 CT 平扫及三维重建。根据试验结果调整后续模型平片角度。

**1.3.2 模型 II (前屈旋转复制 C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> 右侧关节突交锁)** 本标本未模拟肌肉收缩以比较、分析肌肉收缩对

旋转角度的影响) ①试验前从右侧往左 0°、10°、45°、90°、135°、150°、160°、165°、180°、190°、200° 摄 X 线片,并做 CT 平扫及三维重建。②复制 C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> 右侧关节突交锁后,从右侧往左侧 0°、10°、45°、90°、135°、150°、160°、165°、180°、190°、200° 摄 X 线片,加 00°、-10°, 并做 CT 平扫及三维重建。

**1.3.3 模型 III 及模型 IV (侧屈旋转复制 C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> 左侧关节突交锁)** ①试验前从左侧往右 0°、10°、45°、90°、135°、150°、160°、165°、180°、190°、200° 摄 X 线片,并做 CT 平扫及三维重建。②复制 C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> 左侧关节突交锁后,从左侧往右侧 0°、10°、45°、90°、135°、150°、160°、165°、180°、190°、200° 摄 X 线片,加 00°、-10°, 并做 CT 平扫及三维重建。

**2 结果**

**2.1 旋转角度及椎体前方移位** 模型 I (侧屈旋转) 旋转角度 19.0°, 椎体前方移位 3.9 mm; 模型 II (前屈旋转) 旋转角度 20.0°, 椎体前方移位 4.0 mm; 模型 III (侧屈旋转) 旋转角度 20.5°, 椎体前方移位 3.0 mm; 模型 IV (侧屈旋转) 旋转角度 19.5°, 椎体前方移位 3.8 mm。颈椎单侧关节突交锁平均旋转角度 19.75°, 椎体平均前方移位 3.68 mm。

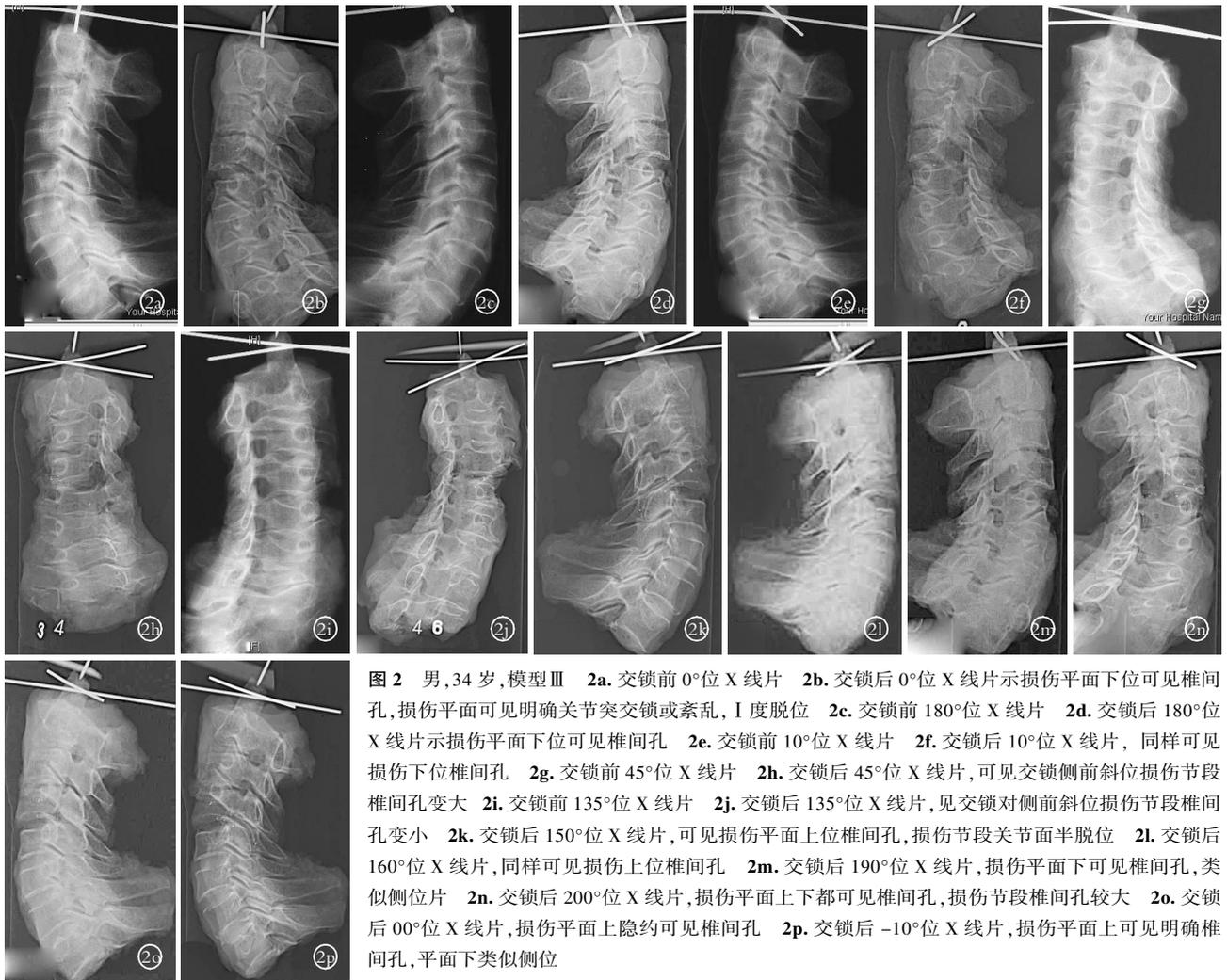
**2.2 影像学特点**

**2.2.1 X 线表现** 本试验复制颈椎单侧交锁模型后摄 X 线片,侧位像损伤平面上位或下位可见到椎间孔,损伤平面可见明确关节突交锁或紊乱, I 度脱位。若以交锁侧 C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> 侧位为标准侧位,从交锁侧至对侧,0°、10°、180°、190° 损伤节段下位可见椎间孔; 150°、160° 和 00°、-10° 损伤平面上位可见椎间孔。交锁侧前斜位损伤节段椎间孔变大,交锁对侧前斜位损伤节段椎间孔变小(见图 2)。

**2.2.2 CT 表现** CT 薄扫可见关节裸露征及关节突骨折;矢状面重建,可见明确关节突交锁, I 度脱位;冠状面重建,可见损伤节段上位左右不对称(见图 3)。CT 可以更好地明确单侧关节突交锁。另外,模型 I 发现在 20°、70° 隐约可见椎间孔,即椎间孔的显示范围是 20°~70°。按照模型 I 的拍摄密度,我们认为 50° 时,前斜位椎间孔最大。

**3 讨论**

**3.1 颈椎单侧关节突交锁的损伤机制及交锁节段的选取** 颈椎小关节的关节面与水平的交角较胸椎小,约 45°, 关节面平滑,前高后低,在矢状面的角度很小,这种结构对颈椎的前屈、后伸运动提供了优势。但这种结构易受屈曲暴力导致脱位,当在屈曲暴力的基础上伴有旋转暴力,某椎体一侧下关节突跳跃到下一椎体的上关节突前方而形成交锁,是单侧关节突交锁。Holmes 等<sup>[4]</sup>通过 X 线摄片测量后得出



**图 2** 男,34 岁,模型 III 2a. 交锁前 0°位 X 线片 2b. 交锁后 0°位 X 线片示损伤平面下位可见椎间孔,损伤平面可见明确关节突交锁或紊乱, I 度脱位 2c. 交锁前 180°位 X 线片 2d. 交锁后 180°位 X 线片示损伤平面下位可见椎间孔 2e. 交锁前 10°位 X 线片 2f. 交锁后 10°位 X 线片, 同样可见损伤下位椎间孔 2g. 交锁前 45°位 X 线片 2h. 交锁后 45°位 X 线片,可见交锁侧前斜位损伤节段椎间孔变大 2i. 交锁前 135°位 X 线片 2j. 交锁后 135°位 X 线片,见交锁对侧前斜位损伤节段椎间孔变小 2k. 交锁后 150°位 X 线片,可见损伤平面上位椎间孔,损伤节段关节面半脱位 2l. 交锁后 160°位 X 线片,同样可见损伤上位椎间孔 2m. 交锁后 190°位 X 线片,损伤平面下可见椎间孔,类似侧位片 2n. 交锁后 200°位 X 线片,损伤平面上下都可见椎间孔,损伤节段椎间孔较大 2o. 交锁后 00°位 X 线片,损伤平面上隐约可见椎间孔 2p. 交锁后 -10°位 X 线片,损伤平面上可见明确椎间孔,平面上类似侧位

**Fig.2** Male, 34-year-old, model III 2a. X-ray of cervical spine at 0 degree position before locked 2b. X-ray of cervical spine at 0 degree position after locked, the intervertebral foramina below the injured plane were showed, the facet was locked or in disorder in the injured plane, and the dislocation was degree I 2c. X-ray of cervical spine at 180 degree position before locked 2d. X-ray of cervical spine at 180 degree position after locked showed intervertebral foramina below the injured plane 2e. X-ray of cervical spine at 10 degree position before locked 2f. X-ray of cervical spine at 10 degree position after locked showed intervertebral foramina below the injured plane 2g. X-ray of cervical spine at 45 degree position before locked 2h. X-ray of cervical spine at 45 degree position after locked showed the intervertebral foramina at anterior oblique position was bigger at the interlocking side 2i. X-ray of cervical spine at 135 degree position before locked 2j. X-ray of cervical spine at 135 degree position after locked showed the intervertebral foramina at anterior oblique position was smaller 2k. X-ray of cervical spine at 150 degree position after locked showed the intervertebral foramina above the injured plane and the subluxation at the injured plane 2l. X-ray of cervical spine at 160 degree position after locked showed the intervertebral foramina above the injured plane 2m. X-ray of cervical spine at 190 degree position after locked showed the intervertebral foramina below the injured plane 2n. X-ray of cervical spine at 200 degree position after locked showed the intervertebral foramina above and below the injured plane, and the intervertebral foramina was bigger at the injury plane 2o. X-ray of cervical spine at 00 degree position after locked showed the intervertebral foramina above the injured plane indistinctly 2p. X-ray of cervical spine at -10 degree position after locked showed the intervertebral foramina above the injured plane clearly

颈椎屈伸运动在 50°~90°之间,单个颈椎的屈伸运动在 C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> 和 C<sub>5</sub>-C<sub>6</sub> 最大,分别为平均 17.9°和 15.6°。临床上颈椎交锁以低位颈椎较为多见,本试验选择 C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> 关节突为研究对象。

### 3.2 颈椎单侧关节突交锁旋转角度及椎体移位

Onan 等<sup>[5]</sup>认为单纯的颈椎小关节旋转可达 17°,颈椎的耦合运动因由完整的椎体环和 2 个颈椎小关节组成,运动范围较单纯的颈椎小关节运动范围小。而

Crawford 等<sup>[6]</sup>认为旋转角度平均达到 22.4°时,单侧关节突发生交锁成为可能,载荷消除后,单侧关节突交锁的角度平均为 19.4°(其中有 14%小于最大的 22.4°)。本试验通过屈曲(前屈、侧屈)旋转创建单侧关节突模型,认为旋转角度平均 19.75°,屈曲旋转和侧屈旋转模型旋转角度基本一致,与 Crawford 等<sup>[6]</sup>的旋转角度比较符合,比 Onan 等<sup>[5]</sup>认为的正常旋转角度稍大。椎体的移位程度基本和徐华梓等<sup>[3]</sup>的试

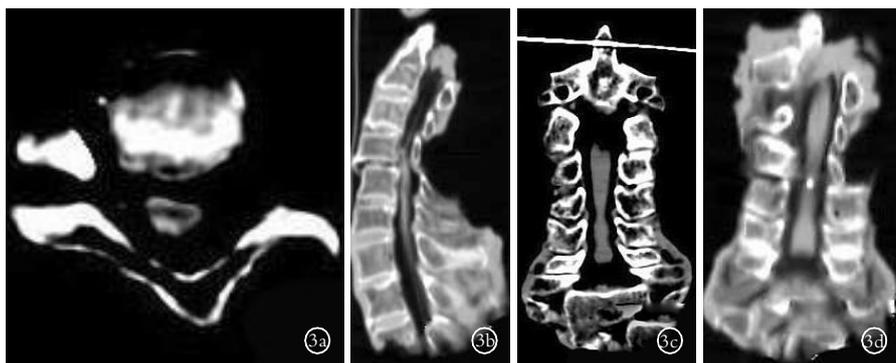


图 3 男, 34 岁, 模型 III 3a. CT 平扫可见关节裸露征 3b. 矢状面重建, 可见关节突交锁, I 度脱位 3c. 交锁前冠状面重建 3d. 交锁后冠状面重建, 可见损伤节段上位左右不对称-椎体旋转

Fig.3 Male, 34-year-old, model III 3a. CT scan showed the naked facet sign 3b. The CT sagittal reconstruction showed the locked facet and degree I dislocation 3c. The CT coronal reconstruction of cervical spine before locked 3d. The CT coronal reconstruction of cervical spine after locked, the vertebral rotation was seen

验结果相符, 为 I 度脱位。旋转角度和椎体移位可以很好地解释 X 线像及 CT 表现, 并可为临床前路手术的复位提供理论依据。

**3.3 影像学特点及对诊断的指导** Holmes 等<sup>[7]</sup>通过多中心前瞻性试验来比较 CT 和 MRI 在颈椎损伤中的作用, 认为 CT 对单、双侧颈椎关节突交锁的诊断率为 97%, MRI 为 78%, 并有 1 例单侧关节突交锁 CT 漏诊而 X 线片发现、诊断。可见在 CT 和 MRI 普及的今天, X 线片对颈椎单侧关节突交锁的诊断仍具有现实的意义。以往 X 线判定颈椎单侧关节突交锁主要靠正位片棘突的侧偏及棘突间隙的增宽, 侧位片的交锁、椎间孔变小及“蝶形领结”等<sup>[8]</sup>。但侧位像有时候显示不清楚, 容易引起漏诊, 同时患者反复行各种检查容易加重脊髓损伤。朱庆三等<sup>[1]</sup>认为颈椎单侧关节突交锁侧位像上, 损伤平面上位或下位可见到椎间孔, 斜位片可见到损伤阶段的椎间孔更大。本试验发现, 不但侧位像损伤平面上位或下位可见到椎间孔, 投射角度在 0°、10°、180°、190°时, 损伤节段下位可见椎间孔; 在 150°、160°、00°、-10°位置时, 损伤平面上位可见椎间孔。但其机制则不尽相同, 0°、10°、150°、160°显示的损伤节段上位或下位椎间孔是椎体前方投射时成像的椎间孔; 180°、190°、00°、-10°显示的椎间孔是椎体后方投射的对侧椎间孔, 其原理与后斜位时成像对侧椎间孔相同。因椎体旋转约 20°, 当 150°、160°时, 损伤节段下就已经接近正常的侧位位置, 同时椎间孔在 20°~70°可见(20°只是隐约可见), 故有以上表现。本试验发现, 颈椎斜位 X 线片中, 交锁侧损伤节段椎间孔变大, 而损伤节段对侧椎间孔变小, 这与刘宏滨等<sup>[9]</sup>认为脱位侧前斜位片椎间孔狭窄甚至消失且有脱位征象, 健侧前斜位片椎间孔增大观点不同, 可能是因拍摄前斜

位基准不一样所致。本试验验证了朱庆三等<sup>[1]</sup>的观点, 并对其观点加以补充并详细解释其机制, 这对早期通过 X 线片诊断颈椎单侧关节突交锁具有很好的临床指导意义。

CT 平扫可见关节突骨折, 特征性的表现是椎体旋转和“关节突裸露征”<sup>[10]</sup>——交锁侧关节面背靠背或者只显示一个关节突。矢状位重建可明确显示关节突交锁及椎体前脱位; 冠状面重建显示椎体左右侧不对称, 可见

旋转。CT 及三维重建能更好地明确诊断颈椎单侧关节突交锁, 是怀疑颈椎单侧关节突交锁时必查项目。

一般传统的观点认为显示椎间孔的最佳角度是 45°, 而卞玉刚等<sup>[11]</sup>认为颈椎椎间孔显示的最佳位置为 55°。本试验按照模型 I 的拍摄密度, 认为 C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub> 段椎间孔的显示范围是 20°~70°, 且 50°时, 前斜位椎间孔最大, 为影像学拍摄前斜位时提供参考。

参考文献

- [1] 朱庆三, 武汉, 杨小玉, 等. X 线侧位片判定颈椎损伤单侧关节突交锁[J]. 中国实验诊断杂志, 2005, 9(1): 124-125.
- [2] Moroney SP, Schultz AB, Miller JA. Analysis and measurement of neck loads[J]. J Orthop Res, 1988, 6(5): 713-720.
- [3] 徐华梓, 池永龙, 林焱, 等. 颈椎单侧关节突交锁损伤机制和临床治疗[J]. 中华创伤杂志, 2000, 16(8): 466-468.
- [4] Holmes A, Wang C, Han ZH, et al. The range and nature of flexion-extension motion in the cervical spine[J]. Spine, 1994, 19(22): 2505-2510.
- [5] Onan OA, Heggeness MH, Hipp JA. A motion analysis of the cervical facet joint[J]. Spine, 1998, 23(4): 430-439.
- [6] Crawford NR, Duggal N, Chamberlain RH, et al. Unilateral cervical facet dislocation; injury mechanism and biomechanical consequences[J]. Spine, 2002, 27(17): 1858-1864.
- [7] Holmes JF, Mirvis SE, Panacek EA, et al. Variability in computed tomography and magnetic resonance imaging in patients with cervical spine injuries[J]. J Trauma, 2002, 53(3): 524-529.
- [8] Keynan O, Dvorak M. Reduction techniques in cervical facet dislocations[J]. Techniques in Orthopaedics, 2003, 17: 336-344.
- [9] 刘宏滨, 宋一平, 陈启忠. 颈椎单侧小关节脱位的 X 线观察及临床处理[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 1999, 9(5): 295.
- [10] Lingawi SS. The naked facet sign [J]. Radiology, 2001, 219(2): 366-367.
- [11] 卞玉刚, 张纪, 郭炜, 等. 颈椎斜位最佳投照角度的模拟测试[J]. 实用放射学杂志, 2000, 16(12): 753-754.

(收稿日期: 2010-04-07 本文编辑: 连智华)