

· 骨骼肌肉系统放射学 ·

CT三维重组诊断寰枢关节不全脱位的实验及临床研究

段少银 蔡国祥 林清池 叶锋 黄锡恩 梁昆如

【摘要】目的 比较寰枢关节的影像检查方法及技术,评价 CT三维重组(CT 3D)诊断寰枢关节不全脱位的临床价值。方法 实验研究寰枢关节骨标本 1套,模拟出寰枢关节正常及脱位的模型,进行 X线、常规 CT及 CT 3D检查。前瞻性分析影像学特点及诊断准确率。临床患者 87例进行中立位 CT 3D检查,其中 28例加行左、右旋转位。分析 CT 3D显示脱位征象的特点及诊断寰枢关节不全脱位的临床效果。结果 实验组 CT 3D能清楚、直观的显示寰枢关节不全脱位各种征象,诊断准确率达 100%。表面阴影法(SSD)CT 3D显示寰枢外侧关节面错位最清楚,寰椎下关节面错位程度测量值与标本测量值差异无统计学意义($P > 0.05$)。87例患者中诊断为寰枢关节不全脱位 72例,其中旋转型脱位 52例,前脱位 13例,后脱位 7例。中立位显示寰枢外侧关节面错位 72例,旋转位显示为旋转固定 8例,旋转不对称 15例。结论 CT 3D能显示寰枢关节不全脱位的各种征象,特别是寰枢外侧关节面错位。其中 SSD法 3D较 X线、常规 CT的诊断准确率高,具有成为诊断寰枢关节不全脱位金标准的条件。

【关键词】寰枢关节; 脱位; 体层摄影术, X线计算机; 图像处理, 计算机辅助

Experimental and applied study of CT 3D-reconstruction in diagnosing atlantoaxial subluxation

DUAN Shao-yin, CAI Guo-xiang, LIN Qing-chi, YE Feng, HUANG Xi-en, LIANG Kun-nu Department of Imageology, The First Clinical Academy of Medical College of Xiamen University, Xiamen Zhongshan Hospital, Xiamen 361004, China

【Abstract】 Objective To compare the imaging examination and technique of atlantoaxial joint, and evaluate CT three-dimensional (3D) reconstruction in diagnosing atlantoaxial subluxation and find out the best way of 3D imaging. **Methods** In experimented study, one dry atlas (C1) and axis (C2) vertebral specimen were chosen and simulated as the models of normal atlantoaxial joint and atlantoaxial subluxation. All the models of specimen were examined by X-ray, CT scan and CT 3D. The imaging characteristic and diagnostic accuracy were prospectively analyzed. In clinical study, 87 cases were examined by CT-3D in neutral position, 28 of whom in additional rotary position. The characteristic in showing dislocation signs and effectiveness in diagnosing atlantoaxial subluxation of CT 3D were retrospectively analyzed. **Results** Our experiment shows that CT 3D imaging can demonstrate signs of atlantoaxial subluxation directly and clearly. Its diagnostic accuracy was 100%, and SSD imaging shows articular facets dislocation of lateral atlantoaxial joints most clearly in the technique of CT 3D. There is no significant difference between the dislocated measurement of inferior articular surface of atlas vertebral on specimen models and on SSD 3D-images ($P > 0.05$). In the 87 cases, diagnosis of dislocation was obtained in 72, of whom rotary dislocation in 52, anterior dislocation in 13, posterior dislocation in 7. In neutral position, there is articular facets dislocation of lateral atlantoaxial joints in 72 cases, in rotary position, there is rotatory fixation in 8 and rotational asymmetry in 15. **Conclusion** CT 3D imaging can clearly show all the signs of atlantoaxial subluxation, especially articular facets dislocation of lateral atlantoaxial joints. Diagnostic accuracy of CT 3D is higher than those of X-ray and CT scan. CT 3D is eligible to be the golden standard in diagnosing atlantoaxial subluxation.

【Key words】 Atlantoaxial joint; Dislocation; Tomography, X-ray computed; Image processing, computer-assisted

寰枢关节不全脱位包括寰齿关节脱位和寰枢外侧关节脱位,目前诊断主要依据 X线平片、CT扫描及少量 MR

检查^[1,2],临床中上述影像检查方法只能直接显示寰齿关节脱位,对寰枢外侧关节脱位往往显示不理想,确定性差,诊断较困难。利用 CT 三维重组(CT three-dimensional reconstruction, CT 3D)诊断寰枢关节不全脱位有少量临床报道^[3-6],但关于 CT 3D成像诊断寰枢关节不全脱位的检查技术特点、显示脱位征象的影像学比较研究均未见报道,笔者

基金项目:厦门市科技项目(3502Z 20024018)

作者单位:361004 厦门中山医院 厦门大学医学院第一临床学院影像科

就相关的实验及临床应用研究报道如下。

一、材料与方 法

1. 实验研究: (1)对象:配套完整的寰枢关节骨标本 1套,要求寰齿关节及寰枢外侧关节的关节面吻合良好,各解剖标志明确。(2)标本制作:利用植物茎秆,粗细如横突孔,固定于寰椎两侧横突孔及枢椎棘突,以控制两椎体的位置。外力作用模拟成寰枢关节无脱位及不全脱位模型,脱位分型包括前脱位、双侧旋转型脱位及单侧旋转型脱位。脱位程度以寰枢外侧关节面错位为标准,包括无错位、3 mm 错位、5 mm 错位,胶布固定成型(图 1)。共分别制成 7种寰枢关节骨标本模拟模型:无脱位、前脱位 3 mm 和 5 mm、双侧旋转型脱位 3 mm 和 5 mm、单侧旋转型脱位 3 mm 和 5 mm。(3)影像检查方法:分别对不同分型、不同脱位程度的骨标本模型进行 X线、CT及 CT 3D 检查。X线检查为寰枢关节正、侧位摄片,曝光条件为电压 75 kV、电流 320 mA、时间 0.9 ms。CT 横断扫描时,标本模型放置呈解剖仰卧位,做侧位定位像,扫描平面与寰齿关节面垂直,包括寰、枢椎体及附件。扫描电压 120 kV、电流 90 mA、层厚为 2 mm、5 mm,螺距 1.5。获取常规重组、回顾性重组图像。其中常规重组间隔为 90%层厚,回顾性重组间隔小于 50%层厚,文献报道使用该重组间隔(increment)时三维图像最佳^[7],本实验使用重组间隔分别为 0.9 mm、2.4 mm。CT 3D 重组方法包括多平面重组法(multiplanar reformatting, MPR)、表面遮盖法(surface shade display, SSD)、最大强度投影法(maximum intensity project, MIP)及容积重组法(volume rendering, VR)。(4)资料处理:3名主治医师以上的影像诊断医师分别对实验模型的影像图像进行分析及诊断。7种寰枢关节骨标本模拟模型的 X线图像 3名医师共获取诊断结果 21个。7种骨标本模拟模型经 4种 CT 横断扫描(常规扫描 2 mm、常规扫描 5 mm、回顾性重组 2 mm、回顾性重组 5 mm),共 28组 CT 横断扫描图像,3名医师共获取诊断结果 84个。28组 CT 3D 图像 3名医师共获取诊断结果 84个。分别作出脱位诊断、可疑脱位诊断、无脱位诊断,最后统计出正确诊断、可疑诊断、遗漏诊断及过度诊断结果的个数。

2. 临床研究: (1)一般资料:本组 87例经临床或 X线平片或 CT 常规扫描检查,诊断或可疑诊断为寰枢关节不全脱位。其中女 50例,男 37例,年龄 9~70岁,平均 30岁。外伤 58例(其中交通伤 38例),无明确外伤史 29例。临床表现主要为颈部酸痛伴活动受限或上肢麻木 1 d至 10年。(2)影像检查方法:扫描参数同实验研究。中立位 CT 3D 检查,患者仰卧,头部固定,保证头矢状面、听眦线与扫描床垂直,避免头部过度伸屈。首先做侧位定位像,扫描角度与寰齿关节面垂直,包括寰、枢 2个椎体及附件,扫描层厚 2 mm 或 5 mm(66例为 2 mm),螺距 1.5,49例做回顾性重组,重组间隔 1.4 mm 或 2.4 mm。其中 28例患者加行左、右旋转位检查,检查时头部作自主左右旋转运动,并保持在最大的旋转角度位,扫描方法及扫描参数同中立位。

3名主治以上影像医师对 87例临床应用患者进行 CT

3D 影像分析,包括诊断结果、脱位分型、脱位征象显示情况、错位程度的测量等。(3)诊断标准:根据文献[7,8]关于寰枢关节正常及旋转功能异常的表现,提出三维影像诊断寰枢关节不全脱位的依据:(1)中立位时显示寰枢外侧关节面错位(测量值大于 2 mm)。(2)左、右旋转位时表现为旋转固定或旋转不对称。旋转性脱位按 Fielding 和 Hawkins 分型标准^[8]。

3. 研究设备及资料处理: (1)研究设备与工具: X线机(GE800mA DDR,美国 GE 公司)、螺旋 CT 机(SOMATOM Plus 4型,德国西门子公司)、图像工作站及配备的三维重组软件(SUN magic view1000,德国西门子公司提供)、游标卡尺(精确度 0.1 mm)。(2)统计学处理:测量出脱位模型的寰椎下关节面错位实际值及三维图像测量值,计算出图像测量值的均数及标准差,进行测量均数与实际值比较的 *t* 检验,计算出 *t* 值及 *P* 值。

二、结果

1. 实验模型:正常骨标本模型关节吻合良好(图 1),脱位模型模拟出不同脱位分型及脱位程度,具有真实感,位置固定不易松动,实验过程、研究对象符合实验要求。

2. 实验诊断结果: X线诊断结果 21个,诊断寰枢关节无脱位及前脱位者 9个,其中正确 8个,过度诊断 1个;诊断双侧及单侧旋转型脱位 12个,其中正确 0个,可疑 8个,漏诊 4个。常规 CT 诊断结果 84个,诊断寰枢关节无脱位及前脱位 36个,其中正确 34个,可疑 2个;诊断双侧及单侧旋转型脱位 48个,正确 13个(27.1%),可疑 12个(43.7%),漏诊 14个(29.2%)。CT 3D 成像 84个诊断结果全部正确。

3. 脱位征象显示比较: 7组实验模型影像学检查显示寰枢关节不全脱位征象见表 1,其中 CT 3D 成像显示脱位征象最佳,特别是显示寰枢外侧关节面错位最直观、清楚。7组实验模型及临床 87例患者 CT 3D 成像方法显示寰枢关节不全脱位征象见表 2。其中 SSD 法对寰枢外侧关节错位显示最直观、清楚。

4. SSD 法重组阈值选择:以 CT 值范围表示,阈值的选择直接影响 3D 图像的质量,CT 值范围的下限值在 -666~-566 HU 之间,上限值为 +2000 HU 时重组图像的测量结果与实体标本相同或相近(图 2)。当下限阈值降低时,图像边缘变钝,寰枢椎体变大,错位关节面的测量边界不易确定;当下限阈值升高时,图像轮廓出现结构缺损,错位关节面变形,测量值不准。

5. 关节面错位的显示及测量:扫描层厚 5 mm 时进行 SSD 法 3D 成像不能显示枢椎上关节面,层厚 2 mm 时,SSD 法 3D 成像能很好地显示寰枢关节错位的上、下关节面。对原始资料进行回顾性重组时可提高 3D 图像分辨解剖结构的能力。对错位 3 mm 骨标本模拟模型的寰椎下关节面,常规重组、回顾性重组及 5 mm、2 mm 扫描测量值分别为(3.0230 ± 0.0825) mm、(3.0070 ± 0.0714) mm、(3.0100 ± 0.1010) mm、(3.0070 ± 0.0412) mm,与标本实际错位值(3 mm)比较,差异无统计学意义(*t* 值分别为 0.6829、

0.2401, 0.2425, 0.4162, P 值均 >0.05 。对错位 5 mm 骨标本模拟模型的寰椎下关节面,常规重组、回顾性重组及 5 mm、2 mm 扫描测量值分别为 (5.0600 ± 0.0825) mm、 (4.9800 ± 0.1225) mm、 (5.0430 ± 0.1478) mm、 (5.0000 ± 0.0539) mm,与标本实际错位值 (5 mm) 比较,差异无统计学意义 (t 值分别为 1.7815, 0.3999, 0.7126, 0.0000, P 值均 >0.05)。

6 临床诊断结果: 87例患者中 CT 3D 诊断为寰枢关节不全脱位 72例,其中 5例为复查患者。诊断为旋转性脱位

52例 (按 Fielding和 Hawkins分型标准: Ⅰ型 29例, Ⅱ型 12例, Ⅲ型 5例, Ⅳ型 6例),前脱位 13例,后脱位 7例 (图 2~6)。中立位显示寰枢外侧关节面错位征 72例,错位范围为 2~9 mm,其中错位 2~5 mm 44例、5~9 mm 28例。28例旋转位显示旋转固定 8例,旋转不对称 15例,旋转对称 5例。齿突侧距不对称 65例,寰齿间隙增宽伴骨折 28例 [寰椎前弓和 (或)后弓骨折 9例,枢椎椎体或齿突骨折 7例]。

三、讨论

1. 实验模型及研究意义: (1)利用寰枢关节骨标本模拟

表 1 实验标本模型脱位征象在各影像学检查的显示情况

脱位征象	X线检查 (7组)	CT横断面 (28组)	CT 3D (28组)
寰枢外侧关节面错位	差、难分辨	差、难分辨	最清楚、直观
寰枢外侧关节间隙不对称	较清楚、直观	差、分辨难	较清楚、直观
齿突侧距不对称	较清楚、直观	最清楚、直观	最清楚、直观
寰齿间隙增宽	最清楚、直观	最清楚、直观	最清楚、直观

注: 3名医师一起观察同一图片判断脱位征象显示级别,以 2名医师认同为准

表 2 28组实验模型图像资料及 87例临床应用患者脱位征象在 CT 3D 成像的显示情况

脱位征象	MPR	SSD	MIP	VR
寰枢外侧关节面错位	差、分辨难	直观、清楚	欠直观、清楚	差、分辨难
寰枢外侧关节间隙不对称	较直观、清楚	欠直观、清楚	差、分辨	差、分辨难
齿突侧距不对称	直观、清楚	直观、清楚	直观、清楚	直观、清楚
寰齿间隙增宽	直观、清楚	直观、清楚	直观、清楚	直观、清楚

注: 3名医师一起观察同一图片判断脱位征象显示级别,以 2名医师认同为准

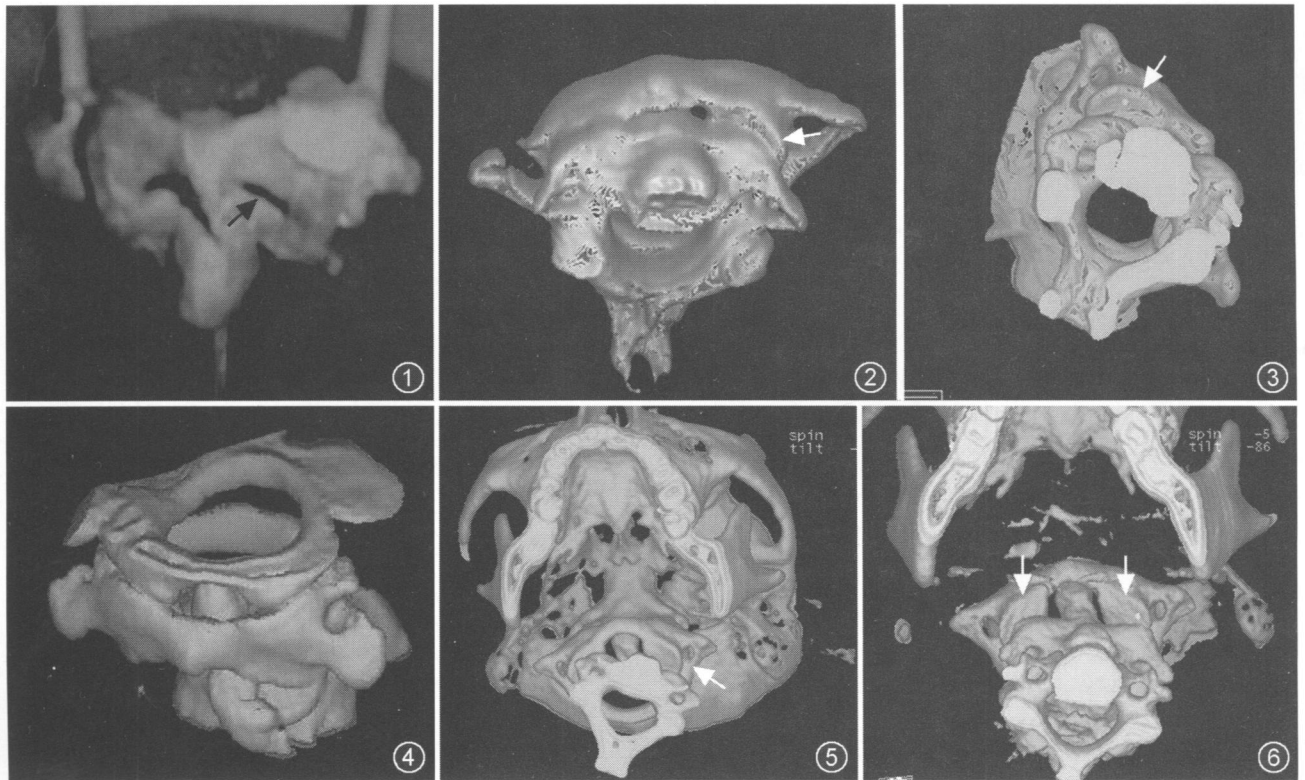


图 1 寰枢关节标本实验模型。显示关节面吻合良好 (黑箭) 图 2 实验标本重组阈值为 - 698 ~ +2000 HU 时, SSD 法成像轴面观显示错位关节面,关节面清楚 (白箭) 图 3,4 图 3 为 SSD 法成像轴面观,显示关节面错位 (白箭),患者为旋转型脱位。图 4 为 SSD 法重组前面观,显示旋转型脱位并枢椎左侧关节面线形骨折 图 5,6 图 5 为 SSD 法轴面观,显示关节面错位 (白箭),为旋转型脱位 (以左侧旋转明显)。图 6 为患者术后复查, SSD 法轴面观,显示关节面错位,为前脱位 (双白箭)

正常及脱位模型,进行实验研究具有如下优势:骨标本结构清楚,周围无其他结构干扰,容易模拟及调整出不同分型及程度脱位的模型,容易固定、不易松动;错位关节面观察清楚,且容易测量,具有良好的可比性及对照性;模型影像学检查,有利于实现影像检查技术及三维成像方法的比较,评价各项成像技术显示脱位征象的优缺点及诊断价值,制定检查寰枢关节不全脱位的优选原则。(2)不足之处:骨标本为干置处理,其内有空气,影响三维重组参数的实用性;骨标本无韧带固定,利用模型观察关节面错位与寰齿关节增宽的关系存在不确定因素,下一步应对尸体标本进行相关的研究。

2 影像检查对脱位征象的显示及诊断价值: X线正侧位摄片能较好显示寰齿关节间隙及齿突侧距,对寰枢关节前脱位具有较好的显示及诊断能力,本组实验研究结果与相关的文献报道相符^[5-8]。螺旋 CT进行寰枢关节薄层扫描对钙化及骨性结构的敏感度和分辨率均较高,显示寰齿间隙增宽、齿突侧距不对称等征象清楚,对寰枢关节旋转征象有一定的分辨能力,因此不仅对前脱位的诊断较准确,对旋转性脱位也有一定的应用价值。本组实验结果显示对旋转性脱位的肯定诊断及可疑诊断率达 70.8%,与相关的临床应用报道相近^[3]。CT 3D 可从不同角度立体观察寰枢关节正常结构及脱位的病理改变,展现寰枢关节脱位征象及其相邻结构的解剖关系。其中 MPR法可行任意切面,显示解剖多断面图像,可较好观察寰枢外侧关节间隙不对称, MIP、VR法 3D重组显示齿突侧距不对称、寰齿关节间隙增宽具有一定的优势。CT 3D能提供比普通 X线平片和常规 CT更多有意义的诊断信息^[5,6,8,9]。本研究结果证明了上述观点,实验诊断寰枢关节不全脱位的准确率达 100%,临床应用发现可减少可疑诊断,明显提高肯定诊断的百分率。

3 SSD 3D成像特点及优势:寰枢关节 3D成像方法包括 MPR、SSD、MIP、VR法,但各有特点,目前 SSD 3D成像受到临床的关注^[5,6]。SSD法成像对扫描层厚要求不高,具有显示表面结构的优势,图像清楚、表面光滑。本研究证明,通过选择合适的骨重组阈值,可获得与实物大小、形态相同的三维影像。利用切割技术,可较容易地显示错位关节面的形状及错位程度,图像显示直观、清楚,特别是对寰椎下关节面的显示,受扫描层厚及回顾性重组的影响较少,具有良好的临床应用价值。错位程度的测量值与实际值比较差异无统计学意义,能够对脱位进行准确定量诊断,而确定寰枢关节脱位的分型及分度。另外 SSD 3D成像可显示寰枢关节脱位的其他征象,如寰齿间隙增宽、齿突侧距不对称等。本研究显示,通过 SSD法成像观察寰枢外侧关节面错位,可提高寰枢关节不全脱位的影像诊断准确性,减少过度诊断及漏诊,具有较高的临床应用价值。当然,同时进行 MPR、MIP、VR 3D成像,可以相互补充,提高影像显示及分辨脱位征象的能力,减少不必要的失误。

4 检查体位对脱位诊断的影响:实验研究及临床应用中发现,检查体位的不正确或偏差将直接影响对脱位征象的认识,同时影响诊断的准确性。X线摄片时颈椎侧位位置不

准,将影响寰齿间隙测量的准确性。CT扫描及三维重组时,要求检查体位为中立位,即双侧听眦线、头颅矢状面垂直于检查平面。如果中立位不准确,而又没有进行旋转位三维重组检查,将难于鉴别正常的寰枢关节旋转型移位与寰枢关节旋转型脱位,易造成误诊或过度诊断。此时加作寰枢关节旋转位检查,有利于观察寰枢关节的旋转功能,如果旋转功能正常,可排除脱位可能,出现旋转功能异常如旋转固定、旋转不对称,可肯定脱位诊断。关于患者进行头部左、右旋转时是否存在危险性,由于强调患者的自主性旋转,无外力损伤的可能。本组进行旋转位检查 28例,无检查意外发生。

5. 脱位影像诊断标准的讨论:本研究发现,影像学检查可以显示如下的征象:寰齿间隙增宽、寰枢外侧关节面错位、旋转功能异常及寰齿侧距不对称、齿状突骨折或发育不良等。寰齿间隙增宽见于寰枢关节前脱位及旋转性脱位。寰枢外侧关节面错位见于寰枢关节前、后脱位及旋转性脱位,但必须排除寰枢关节正常旋转而造成的脱位假象。寰枢关节旋转功能异常是寰枢关节脱位的有力证据,用于鉴别寰枢关节的正常旋转。寰齿侧距不对称、齿状突骨折或发育不良为脱位的间接征象,提示有寰枢关节脱位的可能。CT 3D图像可直观显示上述脱位征象,并进行脱位程度的测量。但关于寰枢关节周围韧带损伤的观察及研究,笔者注意不够,有实验研究报道,CT扫描及 MR检查能较好的显示寰枢关节周围韧带,同时以后者为优^[10]。

CT 3D具有立体显示寰枢关节解剖及功能的特点,有利于观察寰枢关节不全脱位及相关疾患如骨折、炎症等,具有良好的临床应用价值。CT 3D较 X线、常规 CT检查显示的脱位征象多,观察全面,诊断准确率高,具有成为诊断寰枢关节不全脱位金标准的条件,值得进一步临床推广应用。

参 考 文 献

- 1 夏成德,颜小琼,许灼新,等. 寰枢椎损伤的 CT诊断(附 50例分析). 中华放射学杂志,1999,33: 702-704.
- 2 Niibayashi H. Atlanto-axial rotatory dislocation: a case report Spine, 1998, 23: 1494-1496
- 3 Lui TN, Lee ST, Wong CW, et al C1-C2 fracture-dislocations in children and adolescents J Trauma, 1996, 40: 408-411.
- 4 胡有谷. 寰枢椎的解剖及其损伤. 中华骨科杂志,1997, 17: 779-783.
- 5 Duan SY, Lin QC, Pang RL. Application of CT 3D reconstruction in diagnosing atlantoaxial subluxation. Chin J Traumatol, 2004, 7: 118-121.
- 6 段少银,林清池,黄锡恩,等. CT三维成像诊断寰枢关节不全脱位的临床价值. 中华创伤杂志,2004, 20: 206-208.
- 7 Fielding JW. Cine-roentgenography of the normal cervical spine. J Bone Joint Surg Am, 1957, 39: 1208-1288.
- 8 Fielding JW, Hawkins RJ. Atlanto-axial rotatory fixation (Fixed rotatory subluxation of the atlanto-axial joint). J Bone Joint Surg Am, 1977, 59: 37-44.
- 9 Subach BR, Mclaughlin MR, Albright AL, et al Current management of pediatric atlantoaxial rotatory subluxation. Spine, 1998, 23: 2174-2179.
- 10 陆明,巫北海,张绍祥,等. 枕大孔区韧带结构的断面解剖和 CT、MR I对照研究. 中华放射学杂志,2004, 38: 1047-1050.

(收稿日期: 2005-07-05)

(本文编辑:隋行芳)

