

论 著

DR及DTS在寰枢关节半脱位诊断及分型中的价值研究*

曾 桔 陈君蓉* 李向阳

四川省骨科医院医学影像科
(四川 成都 610041)

【摘要】目的 观察寰枢关节半脱位的影像学表现,探讨DR和X线数字化断层融合成像(DTS)技术在其诊断及分型中的价值。**方法** 回顾性收集67例经临床及影像学检查诊断为寰枢关节半脱位的患者,分析其CT影像学表现,比较寰枢关节X线张口正位+侧位片、断层正位+侧位片的图像质量、诊断准确率、诊断一致性。**结果** 寰枢关节前脱位的患者共有6例,侧方脱位40例,旋转脱位17例,复合脱位4例。有57%的DR片能用于诊断,有94%的DTS片能用于诊断,差异有统计学意义($P<0.05$)。DR图像的诊断总准确率为42%,DTS图像的诊断总准确率为81%,差异具有统计学意义($P<0.05$)。DR图像的诊断总准确率为24%,DTS图像的诊断总准确率为76%,差异具有统计学意义($P<0.05$)。DR片诊断侧方脱位的准确率最高,为38%,诊断前脱位的准确率为17%。DTS片诊断前脱位的准确率最高,为100%,诊断侧方脱位的准确率为92%,诊断旋转脱位的准确率为29%,诊断复合脱位的准确率为75%。二者诊断前脱位的准确率没有统计学差异,而诊断侧方脱位的准确率差异具有统计学意义($P<0.05$)。DR片诊断寰枢关节半脱位的一致性差($Kappa=0.28, P<0.05$),DTS片的诊断一致性中等($Kappa=0.68, P<0.05$)。**结论** DTS图像质量明显优于DR,在寰枢关节半脱位诊断及分型中的准确率、一致性也明显高于后者。

【关键词】 寰枢关节半脱位; X线数字化断层融合成像技术; 诊断; 一致性

【中图分类号】 R44

【文献标识码】 A

【基金项目】 成都市医学会课题(2021087)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.01.045

The Value of DR and DTS in the Diagnosis and Classification of Atlantoaxial Subluxation*

ZENG Ju, CHEN Jun-rong*, LI Xiang-yang.

Department of Medical Imaging, Sichuan Provincial Orthopedics Hospital, Chengdu 610041, Sichuan Province, China

ABSTRACT

Objective To observe the imaging findings of atlanto-axial joint subluxation and discuss the value of DR and Digital tomosynthesis (DTS) in the diagnosis and classification. **Methods** Retrospectively collected 67 cases diagnosed as atlanto-axial joint subluxation through clinical and radiographic examinations, analyzed CT imaging manifestations, and compared the image quality, diagnostic accuracy and diagnostic consistency of atlantoaxial joint X-ray AP film of open mouth view+lateral film, and tomographic AP film+lateral film. **Results** There were 6 cases of anterior dislocation of atlas, 40 cases of lateral dislocation, 17 cases of rotational dislocation and 4 cases of compound dislocation. 57% of DR images and 94% of DTS images can be used for diagnosis, with a statistically significant difference ($P<0.05$). The total diagnostic accuracy of DR images was 42%, and the total diagnostic accuracy of DTS images was 81%, with a statistically significant difference ($P<0.05$). The total diagnostic accuracy of DR images was 24%, and the total diagnostic accuracy of DTS images was 76%, with a statistically significant difference ($P<0.05$). The accuracy rate of lateral dislocation on DR images was the highest (38%), and the accuracy rate of diagnosing atlantoaxial anterior dislocation was 17%. The accuracy of DTS images in diagnosing dislocation before diagnosis was the highest, 100%, 92% for lateral dislocation, 29% for rotational dislocation and 75% for compound dislocation. There was no statistical difference in the accuracy of diagnosis of anterior dislocation between the two groups, but there was significant difference in the accuracy of diagnosis of lateral dislocation ($P<0.05$). The consistency of DR images in the diagnosis of atlantoaxial subluxation was poor ($Kappa=0.27, P<0.05$), and the consistency of DTS images was moderate ($Kappa=0.68, P<0.05$). **Conclusion** The image quality of DTS is obviously better than that of DR, and its accuracy and consistency in the diagnosis and classification of atlantoaxial subluxation are also significantly higher than that of the latter.

Keywords: Atlantoaxial Subluxation; X-ray Digital Tomographic Fusion Imaging Technology; Diagnosis; Uniformity

寰枢关节半脱位是指寰椎与枢椎之间的稳定性丧失,导致正常的关节对应关系丧失。以往的文献中,也将其称为寰枢关节错缝、寰枢关节失稳、寰枢关节旋转固定、寰枢关节紊乱等^[1]。该病最常见于儿童,发病机制与外伤、炎症、特发性或先天性畸形等有关,其临床症状可表现为颈部疼痛、颈部活动受限、无力或麻木、锥体神经体征甚至四肢瘫痪、死亡^[2],所以寰枢关节半脱位的准确诊断及治疗是十分重要的。寰枢关节半脱位的影像学检查方法包括X线、CT、MRI检查。X线检查简便、经济,辐射剂量小,其中X线张口正位片及侧位片是诊断寰枢关节半脱位的最常用检查方法,其缺点是受患者体位限制,患者配合不佳时重叠的二维图像不能清楚地显示寰枢关节的对应情况。近年来数字化断层X线摄影(digital tomosynthesis)的出现弥补了传统X线检查的不足,它通过后处理一次采集的原始数据,消除了复杂解剖结构的重叠影响,得到与CT断层影像相似的图像^[3]。多层螺旋CT(multi slice spiral CT, MSCT)检查则是公认的诊断寰枢关节半脱位的“金标准”^[4-6]。本研究分析寰枢关节半脱位的影像学表现,并探讨、比较DR及DTS在其诊断及分型中的价值,有助于放射科医生加深对该病的认识和临床选择合适的治疗方式。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集2020年1月至2022年8月在四川省骨科医院行X线和CT检查,并经临床确诊的67名寰枢关节半脱位患者。

纳入标准:同时具备X线检查与CT检查图像;行影像学检查前未经临床治疗。其中男性31例,女性36例;儿童36例(年龄 ≤ 14 岁),成人31例;年龄2岁-73岁,中位年龄13(6, 45)岁;51例表现为无明显诱因出现颈部疼痛数天到数年不等,伴或不伴有头颈部歪斜、头晕、头痛、颈部活动受限,15例因外伤后出现颈部疼痛伴活动受限,1例自述低头伏案抬头突感颈部疼痛,头部歪斜,伴颈部活动受限。

1.2 仪器及方法 X线检查采用岛津 Sonialvision Safire II DR机,摄寰枢关节张口正位和侧位片、寰枢关节正位断层片,扫描参数:76Kv, 20mAs。CT检查采用GE 64排多层螺旋CT,患者取仰卧位头先进,扫描范围从枕骨大孔到颈4椎体层面。扫描参数:100KV, 150mA;扫描视野150mm \times 150mm;矩阵512 \times 512;层厚/层间距0.6mm/0.6mm。

1.3 图像分析 由2名具有10年以上肌骨影像诊断经验的副主任医师共同阅片,出现分歧时商议后决定,以MSCT图像作为金标准,比较DR片与DTS片的图片质量、诊断准确率。观察指标包括:寰齿前间隙(atlanto dental interval, ADI)、两侧齿突侧块间

【第一作者】 曾 桔, 女, 医师, 主要研究方向: 肌骨影像诊断学。E-mail: 326210689@qq.com

【通讯作者】 陈君蓉, 女, 主任医师。主要研究方向: 肌骨影像诊断学。E-mail: 475470567@qq.com

隙 (lateral atlanta dental interval, LADI)及齿突侧块间隙差值 (variance of bilateral LADI, VBLADI)、两侧寰椎侧块形态、两侧LADI形态。记录内容：(1)图片能否用于诊断：不能评估上述任一指标的图像被判为不能用于诊断。(2)是否有寰枢关节半脱位及半脱位的类型：①前脱位：X线图像、MSCT多平面重建图像显示ADI增宽，成人寰齿前间隙 $\geq 3\text{mm}$ ，儿童 $\geq 5\text{mm}$ ；②侧方脱位：双侧LADI不等，成人VBLADI $\geq 2.05\text{mm}$ ，儿童VBLADI $\geq 2.45\text{mm}$ 。另外，双侧寰椎侧块关节面侧方错位、寰椎侧块侧缘弧形连线中断也提示侧方脱位；③旋转脱位：两侧寰椎侧块形态不一、两侧LADI明显不等，MSCT轴位图像还可以显示两侧LADI形态不一致，一侧呈伞状；④复合脱位：上述半脱位类型中同时出现两种或两种以上的可诊断复合脱位。之后由2名具有2年肌骨影像诊断经验的住院医师在不知道CT结果的情况下，分别对每位患者的DR片及DTS片做出影像学诊断，评价其诊断结果的一致性。

1.4 统计学方法 采用SPSS 22.0统计分析软件。符合正态分布的计量资料采用(均数 \pm 标准差)描述，不符合正态分布的计量资料采用中位数(四分位数间距 P_{25} , P_{75})描述，计数资料用百分比表示。率的比较采用配对卡方检验，观察者一致性评价采用Kappa一致性检验。kappa值在0到0.4说明一致性很差，kappa值在0.4到0.75之间说明一致性中等，kappa值在0.75到1之间说明一致性较好。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 寰枢关节半脱位的MSCT影像学表现 寰枢关节前脱位的患者共有6例，均表现为ADI的增宽，MSCT多平面重建矢状位图像显示寰椎相对于枢椎前移，寰椎侧块部分下关节面位于枢椎侧块上关节面前缘前方。1例由于先天发育异常所致，表现为颅底凹陷、寰枕融合；3例为滑膜炎(类风湿)所致，表现为骨质侵蚀，

进一步的MR检查显示寰枢关节滑膜增生；1例二羟焦磷酸盐钙晶体沉积症的患者可见“齿突加冠”征，表现为寰齿前间隙、横韧带区域的钙化(图1A-F)。寰枢关节侧方脱位的患者共有40例，均表现为双侧LADI明显不等，双侧寰椎侧块关节呈“阶梯”状，即双侧寰椎侧块关节面侧方错位。其中2例是由于寰椎jefferson骨折所致；1例由于枢椎粉碎性骨折所致；1例由于先天发育异常所致，表现为颅底凹陷，颈2、3阻滞椎(图1G-H)。寰枢关节旋转脱位的患者有17例，6例为左侧旋转，11例为右侧旋转，均表现为前移的侧块对应的LADI增宽，两侧LADI明显不等，两侧LADI形态不对称，其中1例伴有齿状突骨折(图1I-J)。寰枢关节复合脱位的患者有4例，均为前脱位合并侧方脱位，1例为先天性发育异常所致，表现为颅底凹陷、寰枕融合(图1K-L)。

2.2 DR与DTS诊断寰枢关节半脱位的价值比较 67例病例中，X线张口正位+侧位片能用于诊断的有38例(57%)，而不能用于诊断的有29例。正位断层+侧位片能用于诊断的有63例(94%)，4例不能用于诊断，差异有统计学意义($P < 0.05$)(表1，图2A-B)。DR图像中诊断正确的有16例(24%)，DTS图像中诊断正确的有51例(76%)，差异具有统计学意义($P < 0.05$)(表2，图2C-D)。DR片诊断侧方脱位的准确率最高，为38%，诊断前脱位的准确率为17%，本组研究中DR片无法诊断寰枢关节旋转脱位以及复合脱位。DTS片诊断前脱位的准确率最高，为100%，诊断侧方脱位准确率为92%，诊断旋转脱位的准确率为29%，诊断复合脱位的准确率为75%。二者诊断侧方脱位的准确率差异具有统计学意义($P < 0.05$)，见表3。

2.3 观察者间一致性评价 2名具有2年肌骨影像诊断经验的住院医师在不知道CT结果的情况下，独立对每位患者的X线图像进行判读，用Kappa一致性检验对2人诊断结果的一致性做出评价。结果显示：普通X线检查诊断寰枢关节半脱位的一致性差(Kappa=0.28, $P < 0.05$)，见表4；断层X线检查的诊断一致性中等(Kappa=0.68, $P < 0.05$)，见表5。

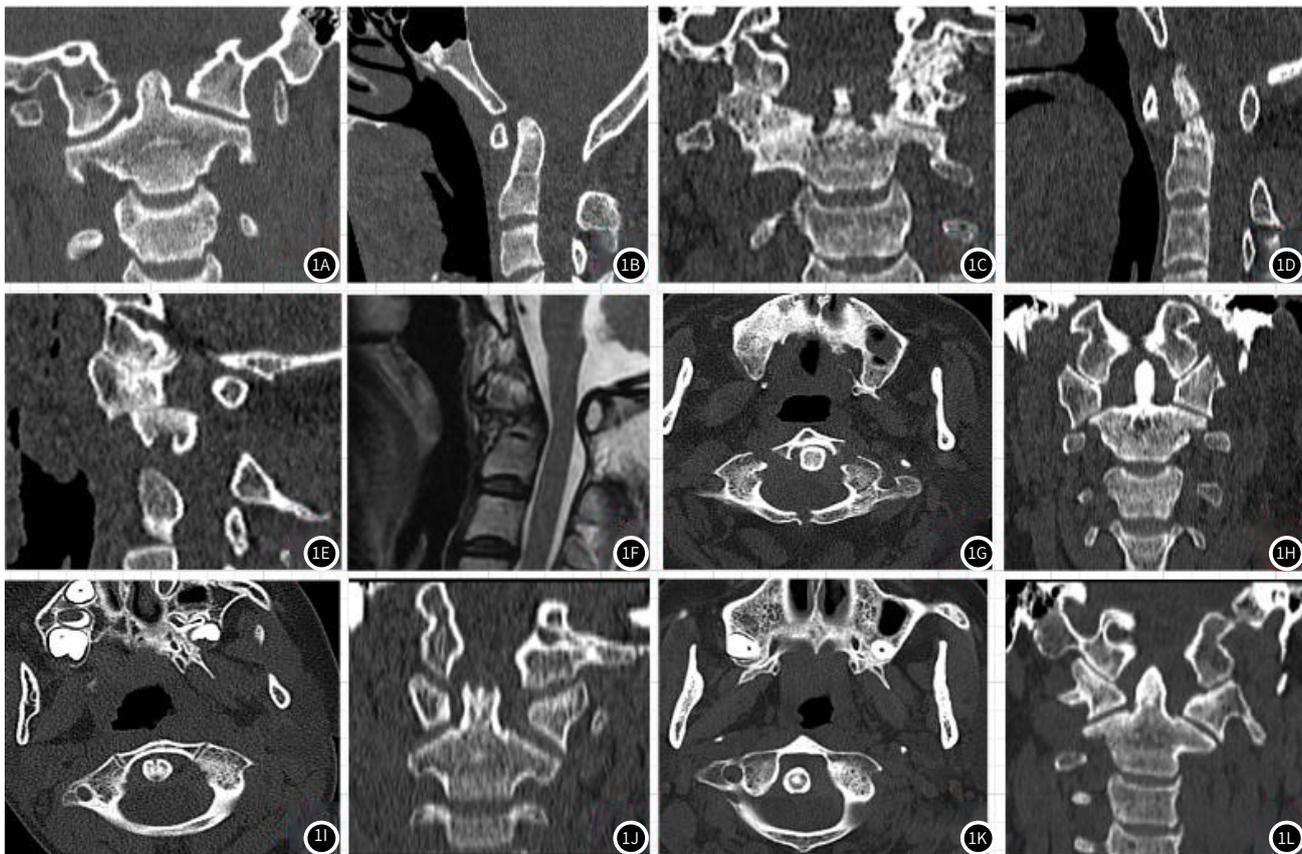


图1A-图1B 寰枢椎前脱位，17岁男性，低头伏案抬头头感颈部疼痛，头部歪斜，伴颈部活动受限7天，MSCT显示颅底凹陷，寰枕融合，ADI为3.65mm；
图1C-图1F 寰枢椎前脱位，43岁女性，无明显诱因出现颈部疼痛伴活动受限3月，类风湿病史，MSCT显示齿状突陈旧性骨折，寰枕关节、寰枢关节骨质侵蚀，关节间隙变窄，ADI值6.12mm，寰椎侧块部分下关节面位于枢椎侧块上关节面前缘前方，MR PDWI序列显示滑膜增生，骨质侵蚀；
图1G-图1H 寰枢椎侧方脱位，64岁男性，外伤后颈部疼痛伴活动受限，MSCT显示寰椎前弓粉碎性骨折，VBLADI约3.42mm，两侧寰椎侧块关节“阶梯”征；
图1I-图1J 寰枢椎旋转脱位，6岁男性，无明显诱因颈部歪斜4年，MSCT显示寰椎右侧旋转，左侧侧块前移，冠状位显示两侧寰椎侧块形态不一，左侧LADI增宽，两侧差值约3.43mm；
图1K-图1L 寰枢椎复合脱位，48岁女性，无明显诱因颈部疼痛，MSCT显示ADI约5.42mm，左侧LADI增宽，两侧差值约4.96mm，两侧寰椎侧块关节“阶梯”征。

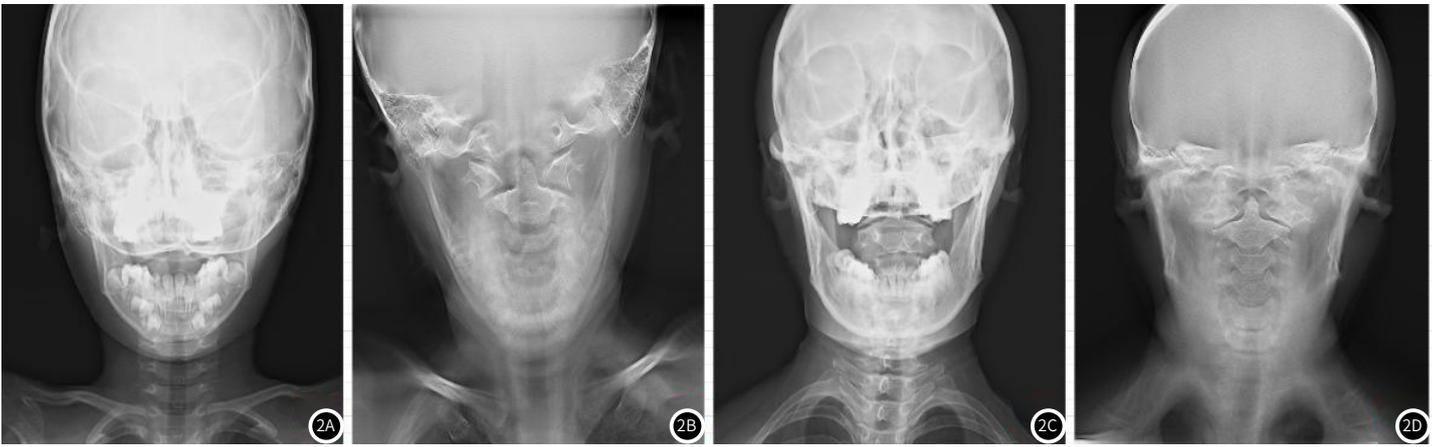


图2A-图2B 7岁男性，外伤后颈部疼痛伴活动受限，X线张口正位片由于上颌骨的遮挡不能显示寰枢关节而不能诊断，正位断层片显示右侧LADI增宽，两侧差值约2.87mm，两侧寰枢侧块关节“阶梯”征(侧方脱位)；

图2C-图2D 41岁女性，无明显诱因颈部疼痛1月，X线张口正位片显示寰椎关节对应关系未见明显异常，正位断层片显示右侧LADI增宽，两侧差值约2.24mm，两侧寰枢侧块关节“阶梯”征(侧方脱位)。

表1 DR与DTS的图像质量比较

DR	DTS		合计
	+	-	
+	38	0	38
-	25	4	29
合计	63	4	67

注：“+”为图像能用于诊断，“-”为图像不能用于诊断；P=0.00。

表2 DR与DTS的总诊断准确率比较

DR	DTS		合计
	+	-	
+	15	1	16
-	36	15	51
合计	51	16	67

注：“+”为诊断准确，“-”为诊断错误；P=0.00。

表3 DR与DTS的诊断侧方脱位的准确率比较

DR	DTS		合计
	+	-	
+	14	1	15
-	23	2	25
合计	37	3	40
合计	51	16	67

注：“+”为诊断准确，“-”为诊断错误；P=0.00。

表4 DTS图像观察者间一致性评价

医生1	医生2						合计
	无脱位	前脱位	侧方脱位	旋转脱位	复合脱位	无法判断	
	无脱位	2	0	3	0	0	
前脱位	0	4	0	0	3	0	7
侧方脱位	6	0	19	5	0	0	30
旋转脱位	0	0	1	0	0	0	1
复合脱位	0	0	0	0	3	0	3
无法判断	0	0	0	0	0	24	24
合计	8	4	23	5	3	24	67

注：Kappa值=0.28，P=0.00。

表5 DTS图像观察者间一致性评价

医生1	医生2						合计
	无脱位	前脱位	侧方脱位	旋转脱位	复合脱位	无法判断	
无脱位	0	0	0	0	0	0	0
前脱位	0	6	0	0	0	0	6
侧方脱位	0	0	41	6	0	0	47
旋转脱位	0	0	3	4	0	0	7
复合脱位	0	0	0	0	3	0	3
无法判断	0	0	0	0	0	4	4
合计	0	6	44	10	3	4	67

注：Kappa值=0.68，P=0.00。

3 讨论

在不同外力和损伤机制下,寰枢关节可以发生不同类型的骨折和关节脱位,造成寰枢椎相对位置关系及有关间隙的改变^[7]。当枕颈部受屈曲暴力时,横韧带受枢椎齿突剪切力而发生断裂,致使枕骨和寰椎在枢椎上向前移位^[8-10]。在枕颈部屈伸运动受到轴向旋转暴力时翼状韧带最易断裂,寰椎的关节面和齿突关节面的对合面积减少,导致关节的稳定性下降,最终引起寰枢关节旋转半脱位^[11]。本研究有78%的病例为非外伤所致的寰枢关节半脱位,可能与先天发育异常、类风湿性关节炎、退行性骨关节炎、上呼吸道感染等有关,这些疾病通过改变关节囊、韧带的胶原纤维含量和分布,或者使其充血、水肿、痉挛或松弛,从而使寰枢椎骨性结构不能完全对合,向前方、侧方等移位^[12-13]。

Fielding等^[14]基于影像学表现将寰枢关节半脱位分为4型, I型以齿突为旋转轴心,一侧寰椎侧块向前旋转,寰齿前间距不超过3mm,寰椎横韧带无损伤,寰枢椎旋转运动范围正常; II型以一侧寰枢关节为旋转轴心,另一侧寰椎侧块向前旋转,ADI在3~5mm; III型双侧寰椎侧块均向前移位,ADI大于5mm; IV型为寰椎后移位,常伴有齿状突骨折,临床少见。有学者提出了新的分型,包括寰枢关节前脱位、旋转脱位、侧方脱位、复合脱位和后脱位五种^[4,12]。Fielding的1型相当于旋转脱位,2型和3型相当于复合脱位中的旋转脱位合并前脱位,4型则相当于复合脱位中的旋转脱位合并后脱位。目前对于是否存在寰枢关节侧方脱位还存在一些争议。有学者认为正常人的齿突也可能存在偏倚,导致双侧LADI不等,这可能与先天发育因素、齿突周围局部肌张力不平衡及脊柱侧弯的代偿等原因有关^[15-16]。也有研究通过随访双侧LADI不对称的患者,发现随着临床症状的缓解,大部分患者的LADI不对称的程度减轻甚至恢复对称,说明这寰枢关节两侧LADI不等确实是一种病理状态,故认为寰枢关节侧方脱位是存在的^[17-18]。齿突侧块间距不等虽常见于正常人,但是不对称的程度是在一定范围内的,超过一定范围就认为是病理的。本研究采纳崔巍^[17]等研究结果作为诊断寰枢关节侧方脱位的标准(儿童双侧VBLADI \geq 2.45mm、成人双侧VBLADI \geq 2.05mm),结果表明本院临床工作中侧方脱位最为常见,除了两侧LADI不等外,双侧寰枢侧块关节面侧方错位也提示侧方脱位,我们将这一征象称为寰枢外侧关节“阶梯”征。本组研究中所有旋转脱位的病例均属于Fielding分型中的I型,与正常旋转不同。正常旋转时前移的寰椎侧块对应的LADI变窄,对侧的LADI变宽,在X线正位图像显示两侧侧块形态不一,前移的侧块增宽,对侧侧块变窄^[19-20],且VBLADI与非旋转体位时无明显差异^[21]。而当寰枢关节旋转脱位时,前移的侧块对应的LADI变宽,与正常旋转时相反^[20],且本研究发现旋转脱位时VBLADI明显增大,不同于正常旋转。

DR由于其检查方便、费用低廉及辐射剂量低等优点,目前仍是诊断寰枢关节半脱位的首选影像学方法,但对一些不能配合检查的患者其诊断价值十分有限,很难利用DR来诊断是否存在半脱位以及确定脱位类型^[6]。本研究结果表明仅有57%的DR图像可以用于诊断,且诊断准确率低、诊断一致性差,与颈椎张口位对体位摆放的要求较高,且头颈部复杂解剖结构的重叠影响较大有关^[5,22-23]。X线张口正位片由于颌骨的遮挡而不能清晰显示齿突位置、两侧LADI、寰椎侧块形态等重要影像信息,从而不能诊断或者漏诊、误诊。DTS作为一种先进的影像技术,通过提供高质量的断层图像得到相关感兴趣结构的深度信息^[3]。其连续扫描时间短、操作简单,患者可以采取自由体位,通过后处理重建出任意数目、任意层面的图像,消除了复杂解剖结构的重叠影响,得到与CT断层影像相似的图像,但辐射剂量又远远低于CT^[3,24]。本研究结果显示DTS的图像质量明显优于DR,诊断准确率也明显高于后者,其对寰枢关节结构的清楚显示,也提高了诊断脱位类型的准确率,大大增加了医生的诊断信心。低年资医生受到DR图像重叠结构干扰、自身缺乏诊断经验的两重挑战,不同医师对同一患者的诊断结果可能会大相径庭,而DTS接近于CT的图像显示,提高了低年资医生的诊断一致性,有利于减少医疗差错的发生。

综上所述,寰枢关节半脱位是一种常见的影响患者生活,甚至威胁生命的疾病,影像学检查对其诊断至关重要。DTS能得到

和CT类似的图像,其图像质量、诊断准确率及诊断一致性明显优于DR,利于该病的确诊,指导临床选择合适的治疗方式。本研究的局限性:(1)为回顾性研究,可能存在一定的选择偏移。(2)没有常规进行MRI检查显示韧带结构,欠缺脱位机制的生物力学分析。(3)没有对患者的治疗方式及临床结果进行随访分析。

参考文献

- [1]周春香,孟俊非.寰枢关节脱位的影像诊断[J].国际医学放射学杂志,2017,40(4):441-449.
- [2]Na MK,Chun HJ,Bak KH,et al.Risk factors for the development and progression of atlantoaxial subluxation in surgically treated rheumatoid arthritis patients,considering the time interval between rheumatoid arthritis diagnosis and surgery[J].Korean Neurosurg Soc,2016,59:590-6.
- [3]Machida H,Yuhara T,Tamura M,et al.Whole-body clinical applications of digital tomosynthesis[J].Radiographics,2016,36(3):735.
- [4]刘尊瀚,黄伟,吴向东.探讨运用螺旋CT制定寰枢关节脱位的影像学诊断标准[J].重庆医科大学学报,2017,42(12):1653-1657.
- [5]韩志巍,赵妮妮,杨勇,等.寰枢关节脱位的比较影像学诊断价值[J].医疗卫生装备,2015,36(6):79-82.
- [6]沙一帆,周鑫权,王玮姝,等.成人寰枢关节半脱位的影像学诊断研究进展[J].中医正骨,2019,31(1):30-32.
- [7]Soderman T,Olerud C,Shalabi A,et al.Static and dynamic CT imaging of the cervical spine in patients with rheumatoid arthritis[J].Skeletal Radiology,2015,44(2):241-248.
- [8]刘静文,黄菊英,曹凤增.寰枢关节脱位病因及其相关作用机制研究[J].中国现代神经疾病杂志,2017,17(3):228-231.
- [9]Chaput CD,Walgama J,Torres E,et al.Defining and detecting missed ligamentous injuries of the occipitocervical complex[J].Spine,2011,36(9):709-714.
- [10]Laheri V,Chaudhary K,Rathod A,et al.Anterior transoral atlantoaxial release and posterior instrumented fusion for irreducible congenital basilar invagination[J].European Spine J,2015,24(12):2977-2985.
- [11]Radcliff KE,Hussain MM,Moldavsky M,et al.In vitro biomechanics of the craniocervical junction—a sequential sectioning of its stabilizing structures[J].Spine J,2015,15(7):1618-1628.
- [12]王玉东,姜召福,孔丽丽,等.寰枢关节脱位的影像学表现及分型探讨[J].罕少疾病杂志,2013(3):22-26.
- [13]李晔晖,胡晓萌.多层螺旋CT旋转功能位检查技术在青少年寰枢关节旋转半脱位诊断中的应用[J].实用医学影像杂志,2018,19(1):62-63.
- [14]Fielding JW,Hawkins RJ.Fixed rotatory subluxation of the atlanto-axial joint[J].J Bone Joint Surg Am,1977,59:37-44.
- [15]Guenkel S,Scheyerer MJ,Osterhoff G,et al.It is the lateral head tilt,not head rotation,causing an asymmetry of the odontoid-lateral mass interspace[J].Eur J Trauma Emerg Surg,2016,42(6):749-754.
- [16]何灿熙.关于颈椎齿突偏移是否为脱位的再认识[J].中华放射学杂志,2006,40(8):882-883.
- [17]崔巍,彭磊,王金财,等.寰枢关节齿突侧块间隙的多层螺旋CT研究[J].中华放射学杂志,2010,44(8):831-836.
- [18]Ajm al M,O'Rourke SK.Odontoid lateral mass interval (OLMI) asymmetry and rotary subluxation:a retrospective study in cervical spine injury[J].J Surg Orthop Adv,2005,14(1):23-26.
- [19]鲍铁周,李新生,李志强,等.诊断寰枢关节半脱位的一种新方法[J].中医正骨,2013,25(4):66-68.
- [20]林红雨,王琦,刘桂芳.寰枢关节半脱位的影像诊断及临床应用[J].齐鲁医学杂志,2014,29(6):562-564.
- [21]田曼曼,林敏,钱琦,等.多层螺旋CT旋转功能位诊断寰枢关节旋转半脱位的价值探讨[J].中医正骨,2015,27(2):20-23.
- [22]李超,邱峰,丁俊峰,等.非创伤性寰枢关节旋转半脱位的诊断进展[J].中医正骨,2020,32(7):19-22.
- [23]曾懿,张德洲,易雪冰,等.X线数字断层融合技术(DTS)在诊断儿童寰枢关节半脱位的临床价值研究[J].影像研究与医学应用,2020,4(4):27-29.
- [24]汤永刚,杨斌,张良,等.X线数字断层融合技术在寰枢椎脱位检查中的应用[J].医学影像学杂志,2022,32(5):827-830.

(收稿日期:2023-05-10)

(校对编辑:韩敏求)