临床研究 DOI:10.13406/j.cnki.cyxb.001432

探讨运用螺旋 CT 制定寰枢关节脱位的影像学诊断标准

刘尊瀚[1],黄 伟[2],吴向东[1]

(1. 重庆医科大学第一临床学院,重庆 400016;2. 重庆医科大学附属第一医院骨科,重庆 400016)

【摘 要】**目的**:分析正常人群、寰枢关节脱位患者的薄层螺旋 CT 表现,筛选出最有效的诊断指标,制定寰枢关节脱位的影像学诊断标准。**方法**:收集颈椎正常人群(n=501)、寰枢关节脱位患者(n=51)的薄层螺旋 CT 资料,测量比较 2 组寰齿前间隙(anterior atlanto-dental interval, AADI)、寰齿后间隙(posterior atlanto-dental interval, PADI)、寰枢椎垂直脱位指数(vertical atlanto-axial index,VAAI)、寰枢侧方间隙(lateral mass interval, LMI)、寰枢椎相对旋转角度(rotating angle of atlas on dentata,RAAD)、齿突侧方间隙(lateral atlanto-dental interval, LADI)、寰枢椎侧方距离差、寰枢关节侧方成角多个参数,统计各型寰枢关节脱位例数并进行统计学比较。**结果**:寰枢关节脱位组,AADI、LADI、侧方成角均大于颈椎正常组;PADI、VAAI、LMI 均小于颈椎正常组,差异有统计学意义(均 P<0.01)。AADI(0.795)、PADI(0.825)、VAAI(0.821)、LADI(0.890)的 ROC 曲线下面积大,诊断价值高。若满足下列任意一项,高度提示寰枢关节脱位:AADI≥2.2 mm、PADI≤15.4 mm、VAAI≤0.65、LADI≥4.4 mm。寰枢关节脱位的类型中,前后脱位 7 例(13.7%),垂直脱位 11 例(21.6%),旋转脱位 1 例(2.0%),侧方横向平移脱位 2 例(3.9%),侧方成角脱位 1 例(2.0%),复合脱位 29 例(56.9%)。**结论**:AADI、PADI、VAAI、LADI 为诊断寰枢关节脱位高有效性指标,根据测量结果对寰枢关节脱位分型,采取合理的方法进行治疗具有重要意义。

【关键词】寰枢关节;脱位;多参数;诊断;分型

【中图分类号】R684.7;R683.2 【文献标志码】A 【收稿日期】2017-03-01

Investigation on the use CT to make diagnostic radiographic criteria for atlanto-axial dislocation

Liu Zunhan[1], *Huang Wei*[2], *Wu Xiangdong*[1]

(*1. The First Clinical College, Chongqing Medical University; 2. Department of Orthopaedics, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University*)

【Abstract】***Objectives***: To investigate the differences of the CT images between normal people and patients with atlanto-axial dislocation, and to scree the most effective radiographic diagnostic indexes. ***Methods***: The CT images of the normal people(n=501) and the atlanto-axial dislocation patients were collected. The anterior atlantodental interval(AADI), posterior atlantodental interval(PADI), vertical atlantoaxial index(VAAI), lateral mass interval(LMI), rotating angle of atlas on dentata(RAAD), lateral atlanto-dental interval(LADI), lateral mass overhang distance, atlanto-axial lateral mass rotating angle of two groups were measured. The various types of the altanto-axial joint dislocation were counted and the statistical analysis was made. ***Results***: AADI, LADI, atlanto-axial lateral mass rotating angles were higher in atlanto-axial dislocation group than in normal group. PADI, VAAI, LMI were lower in atlanto-axial dislocation group than in normal group with significant differences(P<0.01). The area under ROC curve of AADI(0.795), PADI(0.825), VAAI(0.821), LADI(0.890) were high indicating high diagnostic value. If measured value met the following items, it prompted atlanto-axial dislocation: AADI≥2.2 mm, PADI≤15.4 mm, VAAI≤0.65, LADI≥4.4 mm. ***Conclusion***: AADI, PADI, VAAI, LADI, atlanto-axial lateral mass rotating angles are the most effective diagnostic indexes of atlanto-axial dislocation. According the measured diagnostic results, it is important for a surgeon to chose the reasonable treatment.

【Key words】atlanto-axial joint; dislocation; multi-parameter; diagnosis; types

作者介绍:刘尊瀚,Email:2298678447@qq.com,
研究方向:寰枢关节脱位的诊断与治疗。

通信作者:黄 伟,Email:huangwei68@263.net。

优先出版:http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20171128.1711.048.html
(2017-11-28)

寰枢关节脱位因不同发病机制而形成多种脱位类型，最常见的是前后脱位和垂直脱位伴颅底凹陷症，但仍存在旋转脱位、侧方横向平移脱位、侧方成角脱位、复合脱位多种类型[1]。临床上诊断时很少将脱位分型，常仅评估寰齿前间隙（anterior atlantodental interval，AADI）、齿突侧方间隙（lateral atlantodental interval，LADI）的大小，易造成漏诊、误诊。并且在正常人群中也存在齿状突偏移、寰枢关节成角、寰齿前间隙增宽的情况。多层螺旋 CT 及三维重建可清晰地显示寰枢关节的结构，为影像学诊断首选[2]。本文旨在通过对颈椎正常人群与临床诊断为脱位的患者进行多平面、多指标、大样本的测量，得到各个参数在正常人群与临床诊断为脱位患者的区间范围，筛选出最为有效的诊断指标。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集 2016 年 1 月至 2016 年 4 月于本院就诊行颈部 CT 及三维重建的受试者，作为正常对照组。年龄范围 17~88 岁，平均年龄（59.88 ± 15.43）岁，男性 291 名，女性 210 名。纳入标准[1]：①受检者头颈部无手术外伤史；②头颈部活动自如，无枕颈部及肩部、上肢等部位疼痛、麻木及功能障碍；③体检枕颈部、肩胛区无压痛；④影像检查寰枢关节无发育畸形、无创伤、局部感染及肿瘤性病变。

另收集 2013 年 1 月至 2016 年 12 月于本院临床诊断为寰枢关节脱位[1,3-4]的患者 56 名。2 名因图像质量较差，1 名因齿状突 Anderson 和 D'Alonzo II[5]型骨折后突入颅脑无法测量寰枢侧方间隙，2 名因寰枢关节旋转脱位伴骨折，寰椎侧块在冠状位齿状突最大平面无法显示，导致无法测量而排除。剩余 51 名患者，年龄范围 14~75 岁，平均年龄（48.57 ± 14.71）岁，男性 20 名，女性 31 名。

1.2 检查设备与方法

采用 GE Lightspeed 64 层螺旋 CT 扫描仪，全视野轴位螺旋式扫描，旋转速度为 0.5 s/r，Pitch 值为 0.984，X 线管每旋转一周沿 Z 轴方向覆盖范围为 40 mm，管电压 120 kV，管电流 120 mA。受检者仰卧，自然中立位，颈椎自然伸直，保证头矢状面、听眦线与扫描床垂直，避免头过伸、过屈。两肩水平对称，扫描线平行于寰椎前后结节中点连线，矢状定位线通过鼻梁和喉结，水平定位线通过齿状突。

1.3 图像后处理

将扫描获得的图像资料以 0.625 mm 层厚、0.625 mm 层距进行薄层重建后在 GE AW4.6 工作站进行多平面重建（multi-planar reformat，MPR），骨窗窗宽 2 000 HU，窗位 300 HU 充分显示寰枢关节的影像特征。

1.4 测量指标与方法

2 位有经验的影像专业技术人员对以下诊断指标进行测量：①AADI：选择通过齿状突中心轴的矢状面，测量寰椎前结节后缘中点与齿状突体前缘的距离，测量精度为 0.1 mm，如图 1A 所示。②寰齿后间隙（posterior atlantodental interval，PADI）：选择通过齿状突中心轴的矢状面，测量寰椎后结节前缘中点与齿状突体后缘的距离，测量精度为 0.1 mm，如图 1B 所示。③寰枢椎垂直脱位指数（vertical atlantoaxial index，VAAI）：选择通过齿状突中心轴的矢状面，作枢椎下缘的连线，第二条线平行于第一连线并置于寰椎前结节下缘，第三条线平行于第一条线并置于齿状突上缘。第一条线与第二条线距离为 X，第一条线与第二条线距离为 Y，X/Y 即为垂直脱位指数，如图 1C 所示。④寰枢侧方间隙（lateral mass interval，LMI）：选择通过齿状突中心轴的冠状面，测量寰椎侧块底部的中心到枢椎弓的距离，精确到 0.1 mm，如图 1D 所示。⑤寰枢椎相对旋转角度（rotating angle of atlas on dentata，RAAD）：中立位，寰枢前后结节中点的连线与枢椎正中矢状线的夹角，角度精确到 0.1°，如图 1H 所示。⑥LADI：选择通过齿状突中心轴的矢状面，在相应的横断面上测量齿状突与两侧侧块内侧皮质之间的距离，测量精度为 0.1 mm，如图 1G 所示。⑦寰枢椎侧方距离差：选择通过枢椎中心轴的冠状面，测量寰椎最外侧侧块与枢椎最外侧侧块的距离，精确到 0.1 mm，如图 1E 所示。⑧寰枢关节侧方成角：选择通过齿状突中心轴的冠状面，测量寰椎侧块下缘与水平面的成角、枢椎上缘与水平面的成角、两者角度差的绝对值，精确到 0.1°，如图 1F 所示。

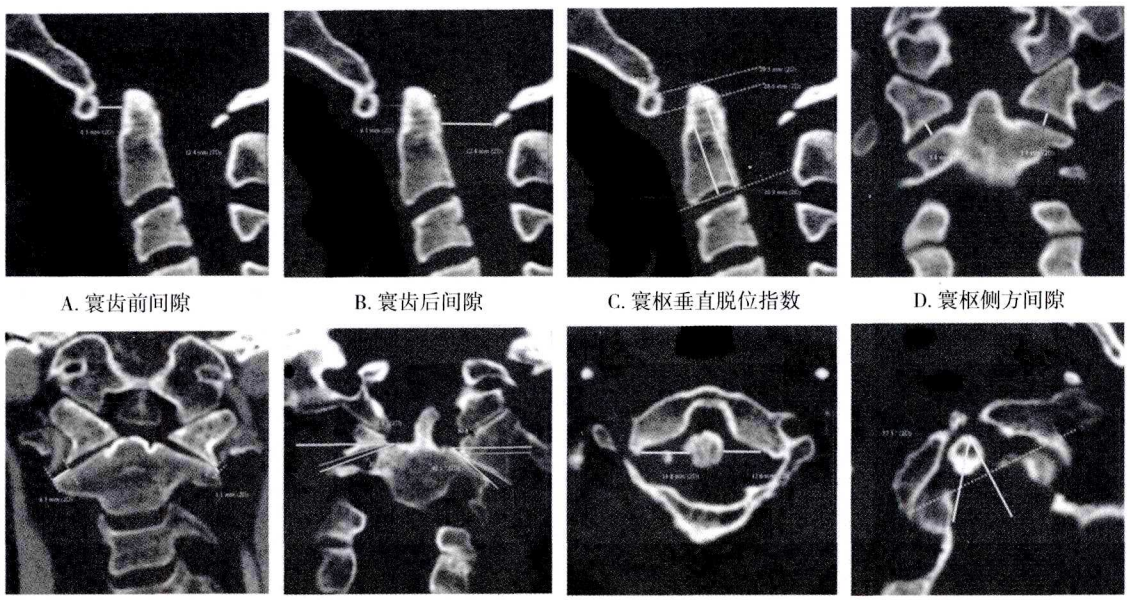
1.5 统计学处理

运用 SPSS 23.0 软件对所测的数据进行分析处理。对颈椎正常组与寰枢关节脱位组测量指标的比较因不符合正态分布或方差不齐而采用秩和检验，以中位数 $M(Q_1,Q_3)$ 四分位间距的方法表示。对差异有统计学意义的测量参数绘制 ROC 曲线，分析各参数在诊断寰枢关节脱位中的敏感度、特异度、曲线下面积及最佳阈值。并对寰枢关节脱位的具体类型进行秩和检验分类比较，以中位数 $M(Q_1,Q_3)$ 表示各测量指标，检验水准 α=0.05。

2 结 果

2.1 颈椎正常组与寰枢关节脱位组对比

AADI、PADI、VAAI、LMI、LADI、侧方成角的差异有统计学意义（均 P<0.01），RAAD 与外侧侧方距离的差异没有统计学意义，见表 1。以差异有统计学意义的测量指标绘制的 ROC 曲线如图 2 所示。AADI、PADI、VAAI、LADI 的诊断价值高，曲线下面积大，分别为 0.795、0.825、0.821、0.890。AADI 以 2.2 mm 作为诊断阈值，诊断寰枢关节脱位的敏感度为 72.5%，特异度为 95.2%。PADI 以 15.4 mm 作为诊断阈值，诊断寰枢关节脱位的敏感度为 72.5%，特异度为 97.2%。VAAI 以 0.65 作为诊断阈值，诊断寰枢关节脱位的敏感度为64.7%，特异度为 95.2%。LADI 以 4.4 mm 作为诊断阈值，诊断寰枢关节脱位的敏感度为 72.8%，特异度为 95.4%，见表 2。



A. 寰齿前间隙　B. 寰齿后间隙　C. 寰枢垂直脱位指数　D. 寰枢侧方间隙

E. 寰枢椎侧方距离差　F. 寰枢关节侧方成角　G. 齿突侧方间隙　H. 寰枢相对旋转成角

图 1　各个测量指标在薄层螺旋 CT 上的表示方法

Fig.1　The measures in the thin slice CT

表 1　颈椎正常组与寰枢关节脱位组各测量指标比较

Tab.1　Comparison of the measures of the normal cervical group with the atlanto-axail dislocation group

组别	AADI(mm)	PADI(mm)	VAAI	LMI(mm)	RAAD(°)	LADI(mm)	外侧侧方距离(mm)	侧方成角(°)
对照组	1.4(1.1,1.7)	16.9(16.3,17.5)	0.73(0.71,0.75)	2.3(2.0,2.6)	1.7(0.6,3.8)	2.5(2.0,3.2)	0.7(0.4,1.2)	1.4(0.6,2.4)
寰枢关节脱位组	3.3(1.8,5.8)	13.8(9.9,16.0)	0.60(0.48,0.69)	2.0(1.6,2.7)	2.1(0.7,4.0)	6.0(3.8,10.4)	0.6(0.3,1.8)	2.9(1.5,5.7)
Z 值	-6.952	-7.659	-7.577	-3.372	-0.770	-12.730	-0.694	-7.100
P 值	0.000	0.000	0.000	0.001	0.442	0.000	0.488	0.000

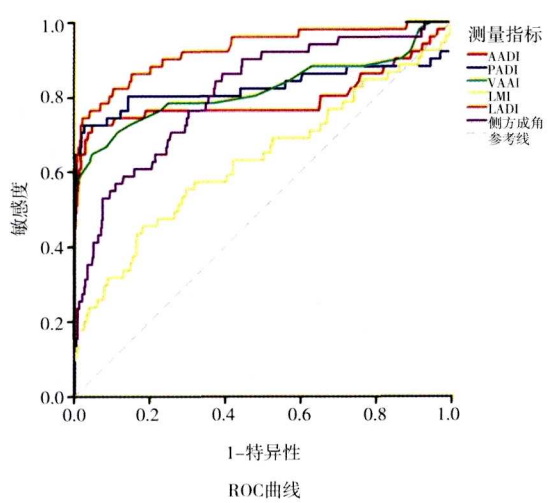


图 2　颈椎正常组与寰枢关节脱位组各测量指标的 ROC 曲线

Fig.2　ROC curve of atlanto-axial dislocation group and normal cercial group

2.2　寰枢关节脱位的具体类型分析

51 例临床诊断为寰枢关节脱位的样本中，前后脱位 7 例，垂直脱位 11 例，旋转脱位 1 例，侧方横向平移脱位 2 例，侧方成角脱位 1 例，复合脱位 29 例。AADI、VAAI、外侧侧方距离、侧方成角在寰枢关节脱位各具体的类型中，差异有统计学意义（均 $P<0.05$），见表 3。在有统计学差异的测量指标中，采用秩和检验将各组数值进行两两比较。AADI 中，寰枢关节垂直脱位组 1.2(1.0,2.0) mm 与复合脱位组 4.6(3.0,6.8) mm 比较，差异有统计学意义（$t=-3.751$，$P=0.003$），寰枢关节前后脱位组 5.0(3.3,6.3) mm 与垂直脱位组 4.6(3.0,6.8) mm 比较，差异有统计学意义（$t=3.234$，$P=0.018$）。VAAI 中，前后脱位组 0.74(0.69,0.78) 明显大于复合脱位组 0.55(0.44,0.64)，差异有统计学意义（$t=3.120$，$P=0.027$）。外侧侧方距离中，前后脱位 0.3(0.2,0.8) mm 明显小于侧方横向平移脱位组 4.9(4.5,5.3) mm，差异有统计学意义（$t=-3.549$，$P=0.006$），复合脱位组 0.6(0.3,1.3) mm 明显小于横向平移脱位组 4.9(4.5,5.3) mm，差异有统计学意义（$t=0.294$，$P=0.049$）。侧方成角中，垂直脱位组 0.7°(0.3°,2.6°) 明显小于复合脱位组 4.3°(3.1°,5.5°)，差异有统计学意义（$t=-4.173$，$P=0.000$）。

表 2 各测量指标鉴别颈椎正常组与寰枢关节脱位组的 ROC 曲线分析结果

Tab.2 The results of ROC curve analysis between the normal cervical group and the atlanto-axial dislocation group

参数	阈值	敏感度（%）	特异度（%）	曲线下面积	标准误	*P* 值	95%的置信区间
AADI	2.20	72.5	95.2	0.795	0.049	0.000	（0.699,0.892）
PADI	15.40	72.5	97.2	0.825	0.047	0.000	（0.733,0.917）
VAAI	0.70	64.7	95.2	0.821	0.043	0.000	（0.737,0.905）
LMI	1.90	46.1	81.6	0.569	0.052	0.106	（0.466,0.671）
LADI	4.40	72.8	95.4	0.890	0.034	0.000	（0.823,0.957）
侧方成角	3.10	53.6	86.7	0.729	0.042	0.000	（0.646,0.812）

表 3 各测量指标在寰枢关节具体脱位类型中的比较

Tab.3 Comparison of the measures in different types of atlanto-axial dislocation

寰枢关节脱位类型	样本量	AADI (mm)	PADI (mm)	VAAI	RAAD (°)	LMI (mm)	LADI (mm)	外侧侧方距离 (mm)
前后脱位	7	5.0(3.3,6.3)	16.0(9.9,18.1)	0.74(0.69,0.78)	0.8(0.2,3.0)	1.9(1.5,2.7)	6.8(5.4,10.0)	0.3(0.2,0.8)
垂直脱位	11	1.2(1.0,2.0)	15.3(10.7,17.3)	0.55(0.50,0.64)	2.1(0.7,4.0)	2.1(1.8,2.8)	4.3(2.5,10.7)	1.1(0.5,1.9)
旋转脱位	1	2.4	19.1	0.69	32.5	1.7	9.1	3.3
侧方横向平移脱位	2	1.6(0.0,3.3)	18.7(15.4,21.9)	0.69(0.68,0.70)	4.6(1.5,7.7)	2.3(2.2,2.4)	8.0(10.6,5.4)	4.9(4.5,5.3)
侧方成角脱位	1	2.3	15.0	0.73	7.0	2.0	4.7	0.8
复合脱位	29	4.6(3.0,6.8)	11.0(8.2,14.4)	0.55(0.44,0.64)	1.9(0.7,3.0)	2.0(1.3,2.7)	6.6(4.7,10.4)	0.6(0.3,1.3)
H 值		19.663	10.032	13.845	7.378	4.092	4.458	17.475
P 值		0.001	0.074	0.017	0.194	0.536	0.486	0.004

注：旋转脱位与侧方脱位样本量少，以原始数值表示

3 讨 论

寰枢关节是颈部运动中最为灵活的关节，解剖结构和生理功能具有特殊性，由寰齿前关节，齿突横韧带关节，左、右齿突侧块关节，以及左、右寰枢侧块关节共 6 个滑膜关节构成，按其运动方式又分为 6 种类型，寰椎围绕齿状突旋转是最主要的运动方式[1]，其他运动方式还包括寰枢关节前后移动及轻度的寰枢侧块运动。其中寰枢侧块成角和寰枢椎垂直方向上的运动多与寰椎围绕齿状突旋转相伴随[6]。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]。本文将寰枢关节脱位分为具体的 6 种类型[2]，并对每种脱位类型设计合理的影像学诊断指标进行评价。由于寰枢关节损伤靠近脊髓，临床医生诊断无法行颈部查体而高度依赖于影像学检查，且治疗的方式根据脱位的具体类型而定。

AADI 是诊断寰枢前脱位的常用指标，Fielding 等将枢椎椎体的下半部分固定后，向寰椎施加向前水平方向的拉力，结果寰椎最多可前移 3 mm。本文测量了 501 例颈椎正常受试者，AADI≥3.0 mm 者 6 人，占颈椎正常组样本量的 1.2%。正常成人的 AADI 虽然多在 3 mm 以下，但仍有极个别处于 3~4 mm 之间。寰枢关节前脱位主要是由于寰椎横韧带损伤所引起[8]，而寰椎横韧带的损伤多为头颈部屈曲活动时遭受暴力、向前运动的横韧带受到枢椎齿状突的牵拉而发生断裂[9]。寰枢关节脱位的患者中的 AADI 与颈椎正常组对比差异有统计学意义（*P*<0.01）。AADI≥3 mm 的比例为 60.8%（31/51），提示寰枢关节脱位的患者中横韧带损伤占有较高比例。本文行 ROC 曲线有效的诊断阈值为 2.2 mm，诊断价值高（ROC 曲线下面积为 0.795）。与临床常用的诊断标准 3 mm 并不矛盾，临床实际工作中将 3 mm 作为成人诊断前脱位的标准是科学合理的。PADI 同样用于诊断寰枢关节前后脱位，在类风湿关节炎患者中，预测寰枢关节畸形较为常见[10]。寰枢关节脱位组 PADI 明显低于颈椎正常组，可能由于十字韧带损伤或者齿状突骨折，骨折断端向后方游离而引起。ROC 曲线中 PADI 以 15.4 mm 作为诊断阈值，诊断价值高（ROC 曲线下面积为 0.825），且敏感度（72.5%）和特异度（97.2%）与运用 AADI 诊断寰枢关节前后方向脱位相近，为本文诊断寰枢关节前后方向脱位推荐指标。

寰枢关节垂直脱位合并颅底凹陷症在影像学上表现为枢椎齿状突向上移位，陷入颅骨大孔，对脑干延髓造成压迫[11]。11 例单纯寰枢关节垂直脱位与 19 例寰枢关节垂直脱位合并其他脱位类型的患者中，28 例（93.3%）伴有寰枕融合的现象。从解剖学

上说，寰枕融合是寰椎侧块与枕骨底部融合，寰椎侧块上移，与之相连的枢椎侧块随之上移，这是颅底凹陷症形成的解剖基础之一，也是寰枢关节脱位的患者中，寰椎侧块与枢椎侧块间隙稍增大的原因。本文 VAAI 以 0.65 作为诊断寰枢关节垂直脱位的阈值，诊断价值较高（ROC 曲线下面积为 0.812，敏感度为 64.7%，特异度为 95.2%）。30 例寰枢关节垂直脱位患者中，29 例（96.7%）寰椎下表面呈斜坡状，与枢椎上关节面形成的角度增大，与 Jian 等[12]观察结果一致。

齿突偏移，双侧 LADI 不对称在正常人群中普遍存在，可以认为是一种正常变异，因先天发育因素、齿突周围局部肌张力不平衡（如颈肌肉痉挛）及脊柱侧弯的代偿等原因引起[13]。虽然正常人双侧 LADI 不对称很常见，但这并不等同于正常，只是存在于一定的区间范围内。从解剖学上分析，横韧带将齿状突限制在寰枢前弓关节切迹内，当有暴力外伤、发育缺陷等致横韧带断裂，才可引起 LADI 异常改变。本文着重测量颈椎正常人群与寰枢关节脱位人群 LADI 区间，从而制定具体的诊断标准。颈椎正常组 LADI 明显小于寰枢关节脱位组，且 ROC 曲线下面积（0.890）、特异度（72.8%）和敏感度（95.4%）都较高。本文建议将单侧或双侧 LADI≥4.4 mm 作为寰枢关节脱位的诊断标准，这一标准在文献中是首次提出且预测诊断价值较高。

寰枢侧方成角为本文原创测量指标。在侧方成角脱位的患者中，寰椎或枢椎多向一侧倾斜，造成成角脱位。Salunke 等[1]对寰枢成角脱位的患者进行研究，测量的方法选择通过寰椎侧方中心的冠状面，作寰椎侧块下缘的切线与枕骨髁的连线，将所形成的夹角作为诊断。该方法只单独纳入寰椎倾斜的情况，当寰椎未倾斜，枢椎倾斜时失效。本研究采用原创的方法，考虑寰枢椎相对的侧方成角，理论上有效性更高。寰枢关节脱位组侧方成角明显大于正常组，ROC 曲线下面积分别为 0.729，诊断价值较高。因垂直脱位或旋转脱位多伴有一定程度侧方轻度活动，致脱位组与正常组对比差异有统计学意义（$P<0.01$）。而寰枢关节脱位组中，单纯侧方成角脱位仅占 1 例，复合脱位类型中伴有侧方成角脱位的样本 2 例，共占 5.9%，样本量不大，因而以 3.1°作为诊断指标，尚需要大样本量统计。

本文并未将年龄与性别纳入研究范围，随着年龄增加，寰枢关节因骨性关节炎导致关节退变[14]、骨质增生等原因，影像学的诊断标准会有差异与调整，是今后研究的趋势之一。根据以上测量结果分析，本文对寰枢关节脱位制定以下影像学诊断标准，若满足下列任意一项高度提示脱位：AADI≥2.2 mm、PADI≤15.4 mm、VAAI≤0.65、LADI≥4.4 mm。诊断寰枢关节脱位并对具体的脱位类型分类，从而采取合理的方法进行针对性治疗具有积极的临床意义。

参 考 文 献

[1] Salunke P, Sahoo SK, Deepak AN, et al. Redefining congenital atlantoaxial dislocation: objective assessment in each plane before and after operation[J]. World Nerosurgery, 2016, 95: 156-164.

[2] Xu J, Yin Q, Xia W, et al. New clinical classification system for atlantoaxial dislocation[J]. Orthopedics, 2013, 36(1): e95-100.

[3] Kulkarni AG, Goel AH. Vertical atlantoaxial index: a new craniovertebral radiographic index[J]. J Spinal Disord Tech, 2008, 21(1): 4-10.

[4] Salunke P, Sahoo SK, Deepak AN, et al. Comprehensive drilling of C1-2 facets to achieve direct posterior reduction in irreducible atlantoaxial dislocation[J]. J Neurosurg Spine, 2015, 23(3): 294-302.

[5] Dobran M, Nasi D, Esposito DP, et al. Posterior fixation with C1 lateral mass screws and C2 pars screws for type II odontoid fracture in the elderly: long-term follow up[J]. World Neurosurg, 2016, 96: 152-158.

[6] Salunke P. Artifical atlanto-axial joints: on the "move"[J]. Neurol India, 2016, 64(2): 275-278.

[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] Laheri V, Chaudhary K, Rathod A, et al. Anterior transoral atlantoaxial release and posterior instrumented fusion for irreducible congenital basilar invagination[J]. Eur Spine J, 2015, 24(12): 2977-2985.

[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] Landi A, Marotta N, Morselli C, et al. Pannus regression after posterior decompression and occipito-cervical fixation in occipito-atlanto-axial instability due to rheumatoid arthritis: case report and literature review[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2013, 115(2): 111-116.

[11] Shuhui G, Jiagang L, Haifeng C, et al. Surgical management of adult reducible atlantoaxial dislocation, basilar invagination and chiari malformation with syringomyelia[J]. Turk Neurosurg, 2016, 26(4): 615-621.

[12] Jian FZ, Chen Z, Wrede KH, et al. Direct posterior reduction and fixation for the treatment of basilar invagination with atlantoaxial dislocation[J]. Neurosurgery, 2010, 66(4): 678-687.

[13] 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.

[14] Liu K, Xie F, Wang D, et al. Reference ranges for atlantodental interval in adults and its variation with age and gender in a large series of subjects on multidetector computed tomography[J]. Acta Radiol, 2014, 56(4): 465-470.

（责任编辑：冉明会）