

颅底凹陷症伴寰枢椎脱位患者的寰枢椎侧块关节影像学分型

马 飞, 廖晔晖, 王 清, 李广州, 唐 强, 唐 超, 罗 宁, 钟德君

(西南医科大学附属医院脊柱外科 646000 泸州市)

【摘要】目的:分析颅底凹陷症伴寰枢椎脱位患者颅颈交界区三维 CT 影像学特征, 提出寰枢椎侧块关节分型, 探讨其对手术决策的意义。**方法:**回顾分析我院 2010 年 6 月~2018 年 6 月收治的颅底凹陷症患者, 纳入 115 例作为观察组, 其中男 24 例, 女 91 例, 年龄 12~74 岁 (46.7 ± 8.9 岁)。选择年龄、性别相匹配且不伴枕颈区病变的 30 例作为对照组, 其中男 6 例, 女 24 例, 年龄 14~76 岁 (45.8 ± 9.4 岁)。观察分析两组患者枕颈区三维 CT 影像学资料, 测量对比两组患者三维 CT 中寰枢椎侧块关节在冠状面、矢状面上的倾斜角。将观察组侧块关节在冠、矢状面倾角作为寰枢椎侧块关节分型依据, 侧块关节滑脱及侧块关节融合作为分型修正指标, 制定侧块关节分型。观察组中寰枢椎侧块关节冠状面倾角在对照组 95% 置信区间 (confidence interval, CI) 上限外, 则视为冠状面倾斜; 矢状面倾斜角在对照组 95%CI 外, 则视为矢状面倾斜。根据侧块关节冠、矢状面倾斜分型: 观察组中双侧侧块关节均无冠状面、矢状面倾斜, 则为 I 型; 单侧或双侧侧块关节矢状面倾斜, 无冠状面倾斜, 则为 II 型; 单侧或双侧侧块关节冠状面倾斜, 无矢状面倾斜, 则为 III 型; 单侧或双侧侧块关节同时存在冠、矢状面倾斜, 或者双侧侧块关节分别为冠状面倾斜和矢状面倾斜, 则为 IV 型。根据侧块关节融合与滑脱情况进行分型修正: 不伴侧块关节融合 F0, 侧块关节前缘或后缘小面积量骨性融合为 F1, 侧块关节大面融合为 F2; 不伴滑脱为 D0, 伴冠、矢状面部分滑脱为 D1, 完全滑脱或伴侧块关节绞锁为 D2。通过术中全麻下颅骨牵引评估观察组患者复位难易, 统计不可复型患者在侧块关节各分型中的分布情况, 分析分型与复位难易相关性。**结果:**对照组 30 例中 60 侧块关节冠、矢状面倾角分别为 $25.4^\circ \pm 4.1^\circ$ 和 $2.4^\circ \pm 5.8^\circ$ 。观察组冠状面倾斜角 95%CI 为 $17.2^\circ \sim 33.6^\circ$, 矢状面倾斜角 95%CI 为 $-9.2^\circ \sim 14.0^\circ$ 。观察组 115 例患者寰枢椎侧块关节分型: I 型 22 例 (19.1%), II 型 59 例 (51.3%), III 型 8 例 (7.0%), IV 型 26 例 (22.6%)。I 型中伴 D1 患者 7 例, 伴 F1、F2、D2 0 例; II 型中伴 F1 1 例, F2 2 例, D1 42 例, D2 2 例; III 型中伴 F1 1 例, D1 5 例, 伴 F2、D2 0 例; IV 型中伴 F1 1 例, F2 1 例, D1 18 例, D2 3 例。I 型 22 例中不可复型患者 2 例 (9.1%), II 型 23 例 (39.0%), III 型 3 例 (37.5%), IV 型 12 例 (46.2%)。观察组 115 例患者牵引下评估为不可复型 40 例。I 型不可复型患者占比显著低于 II 与 IV 型患者, 具有统计学差异 ($P < 0.05$)。伴 F1、F2 及 D2 共 11 例均为不可复型。伴 D1 患者中不可复型患者占比显著高于 D0, 具有统计学差异 ($P < 0.05$)。**结论:**根据颅底凹陷症伴寰枢椎脱位患者寰枢椎侧块关节的三维 CT 影像学特征提出寰枢椎侧块关节分型, 有助于术前评估颅底凹陷症复位难易, 对伴寰枢椎脱位的颅底凹陷症患者的手术决策具有重要指导作用。

【关键词】 颅底凹陷症; 寰枢椎侧块关节; 影像学分型

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.07.06

中图分类号: R682.1, R445.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2019)-07-0613-08

Radiographic classification of the lateral atlantoaxial joints in basilar invagination with atlantoaxial dislocation/MA Fei, LIAO Yehui, WANG Qing, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2019, 29(7): 613-620

【Abstract】Objectives: To analyze the three-dimensional CT imaging of craniocervical junction area in patients with basilar invagination with atlantoaxial dislocation, to propose the classification of the lateral atlantoaxial joints, and to explore its significance for the determination of surgical strategy. **Methods:** Retro-

基金项目: 四川省卫生和计划生育委员会课题 (编号: 17PJ196)

第一作者简介: 男 (1992-), 医学硕士, 住院医师, 研究方向: 脊柱外科

电话: (0830)3165441 E-mail: 396973165@qq.com

通讯作者: 钟德君 E-mail: zdj_1974@163.com

spective analysis of patients with basilar invagination admitted to our hospital from June 2010 to June 2018, among which 115 patients were included as observation group (24 males, 91 females, aged from 12 to 74 years, mean age 46.7 ± 12.8 years). 30 volunteers without occipitocervical lesions, matched by age and sex, were selected as control group (6 males and 24 females, aged from 14 to 76 years, mean age 45.8 ± 9.4 years). The imaging data of the two groups were collected and the obliquity of the lateral atlantoaxial joint in coronal plane and sagittal plane was measured using three-dimensional CT. The obliquity in sagittal plane in the observation group outside of 95% CI of the control group was regarded as sagittal tilting. And the obliquity in coronal plane outside of upper limit of 95% CI of the control group was regarded as coronal tilting. Classification was made according to the obliquity of coronal and sagittal planes: type I – no obliquity in both sagittal plane and coronal plane of the bilateral lateral atlantoaxial joint in the observation group; type II – the obliquity was found in sagittal plane of unilateral or bilateral lateral atlantoaxial joint in the observation group; type III – the obliquity was found in coronal plane of unilateral or bilateral lateral atlantoaxial joint in the observation group; type IV – the obliquity was found in sagittal and coronal plane in unilateral or bilateral lateral atlantoaxial joint, or the sagittal and coronal obliquity was found in bilateral lateral atlantoaxial joint respectively. The classification was modified according to the fusion and slippage of the lateral atlantoaxial joint: F0 is defined as no lateral mass joint fusion, F1 for small area bone fusion of anterior or posterior edge of lateral mass joint, and F2 for large area fusion of lateral mass joint; D0 for no slippage, D1 for coronal and sagittal partial slippage, D2 for complete slippage or joint interlocking. Reducibility of patients of observation group were evaluated under intraoperative traction, and the distribution of the irreducible patients in each type of lateral mass joint was assessed. The correlation between the types and the reducibility was analyzed. **Results:** The obliquity in coronal plane and sagittal plane of 60 lateral mass joints of 30 volunteers in the control group were $25.4^\circ \pm 4.1^\circ$ and $2.4^\circ \pm 5.8^\circ$, respectively. The 95% CI of the obliquity in coronal plane in control group was $17.2^\circ - 33.6^\circ$ (the obliquity in coronal plane in the observation group was greater than 33.6° , which was regarded as coronal tilt). The 95% CI of the obliquity in coronal plane in control group was $-9.2^\circ - 14.0^\circ$ (the obliquity in sagittal plane in the observation group less than -9.2° or gather than 14.0° , which was regarded as sagittal tilt). 115 Patients in the observation group were classified into 4 types: 22 cases (19.1%) as type I, 59 cases (51.3%) as type II, 8 cases (7.0%) as type III, and 26 cases (22.6%) as type IV. In type I, there were 7 cases with D1 and no case with F1, F2 and D1. In Type II, 1 case with F1, 2 cases with F2, 42 with D1, 2 with D2. In Type III, 1 with F1, 5 with D1, and no case with F2 and D2. In Type IV, 1 with F1, 1 with F2, 18 with D1, 3 with D2. Among the 40 patients with irreducible atlantoaxial dislocation, 2(9.1%) were type I, 23(39.0%) were type II, 3(37.5%) were type III and 12(46.2%) were type IV. 40 patients of observation group were evaluated as irreducible under intraoperative traction. The percentage of irreducible type in type I patients was significantly lower than that of type II patients and type IV patients ($P < 0.05$). 11 cases with F1, F2 or D2 were irreducible. The percentage of irreducible type in patients with D1 or D2 was significantly higher than that of D0 ($P < 0.05$). **Conclusions:** The classification of lateral atlantoaxial joints in patients with basilar invagination based on imaging features of three-dimensional CT of lateral atlantoaxial joints is helpful to evaluate the reducibility before operation. It is also important to guide the intraoperative operation of lateral atlantoaxial joints.

【Key words】 Basilar invagination; Lateral atlantoaxial joints; Imaging classification

【Author's address】 Department of Spinal Surgery, the Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Luzhou, 646000, China

颅底凹陷症(basilar invagination, BI)是以颅底骨性结构畸形为基础的一种复杂的枕颈交界区畸形^[1]。其解剖结构复杂多变,目前对其认识仍有缺陷,根据其影像学特征各异,手术入路的选择及

手术技术的应用不同^[2-4]。BI伴发寰枢椎脱位主要包括前后脱位、垂直脱位及侧方成角脱位三种类型^[5,6]。影响BI伴寰枢椎脱位患者术中复位或齿状突下移及手术操作的相关因素包括软组织结构

(肌肉、韧带)与骨性结构^[7]。其中寰枢椎侧块关节影像学特征则是重要的影响因素之一^[8]。侧块关节间松解及支撑融合术是颅底凹陷症治疗的重要术式,目前已在国内外被推广^[9,10]。有研究报道 BI 伴寰枢椎脱位患者侧块关节畸形发生率较高,多伴有侧块关节矢状面倾斜及关节间滑脱,这使术中侧块关节间操作面临了极大的挑战^[8,11]。目前国内外尚缺乏对 BI 患者侧块关节的综合分型。本研究通过回顾性分析我院 BI 伴寰枢椎脱位患者三维 CT 影像学特征并与正常人群进行比较,提出寰枢椎侧块关节分型,并讨论其临床意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析我院 2010 年 6 月~2018 年 6 月诊断为 BI 并行枕颈或寰枢固定融合手术治疗的患者。BI 诊断标准:齿状突尖部超过 Chamberlain's 线 5mm。纳入标准:(1)为先天性因素所致 BI;(2)伴枕颈部疼痛或脊髓神经症状;(3)伴有寰枢椎前后或垂直脱位;(4)具有完善的枕颈部中立位 CT 三维重建影像资料。排除标准:(1)既往累及寰枢椎侧块关节骨折病史;(2)侧块关节严重发育不全或缺失;(3)枕颈部既往手术史;(4)除侧块关节外寰枢椎其他部分骨性融合或绞锁导致不能复位。

最终纳入患者 115 例作为观察组。纳入与观察组年龄、性别相匹配的无枕颈区病变的患者 30 例作为对照组。对照组选自我院体检中心健康体检者,所有患者有完善中立位枕颈区三维 CT 影像资料。

根据本团队前期研究^[12],全麻下颅骨牵引下复位>50%视为可复型,复位<50%视为不可复型。查阅病例资料见观察组 115 例患者,经牵引后评估为可复型 75 例,不可复型 40 例。

1.2 测量指标与方法

(1)侧块关节矢状面倾角:矢状面 CT 上硬腭前后缘两点连线与矢状面上侧块关节 C1 关节面边缘两点连线夹角;其中侧块关节面前倾记为正,侧块关节面后倾记为负^[13](图 1a)。(2)侧块关节冠状面倾角:冠状面 CT 上枕骨大孔上缘两点连线与 C1 关节面两边缘点连线夹角(图 1b)。(3)侧块关节滑脱:寰椎与枢椎侧块关节面未正常对合,伴前、后、侧方关节间部分移位(移位>3mm)视为部

分滑脱(图 1c);侧块关节间完全移位视为完全滑脱,侧块关节间形成骨性阻挡复位或钩状绞锁均视为侧块关节绞锁(图 1d)。(4)侧块关节融合:侧块关节冠、矢状面 CT 见骨性融合,骨质连续影(图 1e,f)。

观察组 115 例与对照组 30 例均完善枕颈部中立位三维 CT。所有测量均在本院 CT 机配套工作站完成。参数:层厚、层距均为 0.625mm。长度精确至 0.1mm。对照组 30 例患者双侧侧块关节冠、矢状面倾角,作为对照指标。将观察组侧块关节在冠、矢状面倾角作为寰枢椎侧块关节分型依据,侧块关节滑脱及侧块关节融合作为修正分型指标。测量两组患者三维 CT 中寰枢椎侧块关节在冠状面、矢状面上的倾斜角,观察观察组患者侧块关节滑脱及融合情况。观察组中寰枢椎侧块关节冠状面倾角在对照组 95% 置信区间(confidence interval, CI)上限外,则视为冠状面倾斜;矢状面倾斜角在对照组 95%CI 外,则视为矢状面倾斜。根据侧块关节冠、矢状面倾角分型:观察组中双侧侧块关节均无冠状面、矢状面倾斜,则为 I 型;单侧或双侧侧块关节矢状面倾斜,无冠状面倾斜,则为 II 型;单侧或双侧侧块关节冠状面倾斜,无矢状面倾斜,则为 III 型;单侧或双侧侧块关节同时存在冠、矢状面倾斜,或者双侧侧块关节分别为冠状面倾斜和矢状面倾斜,则为 IV 型(图 2)。在上述 4 种分型基础上根据侧块关节融合与滑脱进行分型修正:不伴有侧块关节融合则为 F0,侧块关节前缘或后缘小面积骨性融合 F1,侧块大面积骨性融合 F2;若不伴侧块关节脱位为 D0,伴有前、后、侧方寰枢椎侧块关节间部分移位则为 D1,完全移位或伴绞锁 D2。研究 40 例经牵引后评估为不可复型患者在侧块关节各分型中的分布情况,分析分型与复位难易的相关性。影像学测量由本科室 2 名主治医师分别独立完成。

1.3 统计学分析

采用 SPSS 19.0 统计学软件对数据进行统计分析。两组患者年龄,对照组病例侧块关节冠、矢状面倾斜角以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)描述。卡方检验分析侧块关节分型间复位难易病例占比的差异。组内相关系数(intraclass correlation, ICC)评价观察者间和观察者内测量的可信度。

2 结果



图 1 a 矢状面 CT 显示侧块关节矢状面前倾, 矢状面前倾角 15.4° b 冠状面 CT 侧块关节冠状面侧倾, 冠状面侧倾角左侧 37.5° , 右侧 20.6° c 矢状面 CT 示侧块关节部分滑脱 d 矢状面 CT 见侧块关节完全滑脱 e、f 矢状面、冠状面 CT 见侧块关节融合 图 2 a、b 冠、矢状位 CT 显示侧块关节矢状面倾角 4.9° , 冠状面倾角左侧 30.3° , 右侧 25.2° , I 型 c、d 冠、矢状位 CT 显示侧块关节矢状面倾角 15.4° , 冠状面倾角左侧 27.2° , 右侧 30.9° , II 型 e、f 冠、矢状位 CT 显示侧块关节矢状面倾角 10.7° , 左侧冠状面倾角

39.5° , III 型 g、h 冠、矢状位 CT 显示侧块关节矢状面倾角 25.8° , 右侧冠状面倾角 37.5° , IV 型

Figure 1 a Sagittal CT scans showed anteversion of lateral atlantoaxial joint. The angle between the white lines represents the sagittal obliquity (15.4°) b Coronal CT scans showed inclination of lateral atlantoaxial joint. The angle between the white lines represents the sagittal obliquity (37.5° on the left, 20.6° on the right) c Sagittal CT scans showed partial olisthy of lateral atlantoaxial joint d Sagittal CT scans showed complete olisthy of lateral atlantoaxial joint e, f Sagittal and coronal CT scans showed fusion of lateral atlantoaxial joint **Figure 2** a, b Coronal and sagittal CT scans showed that the obliquity of anteversion in sagittal plane was 4.9° and the obliquity in coronal plane was 30.3° in the left joint, 25.2° in the right, type I c, d Coronal and sagittal CT scans showed that the obliquity of anteversion in sagittal plane was 15.4° and the obliquity in coronal plane was 27.2° in the left joint and 30.9° in the right, type II e, f Coronal and sagittal CT scans showed that the obliquity of anteversion in sagittal plane was 10.7° and the obliquity in coronal plane is 39.5° in the left joint, type III g, h Coronal and sagittal CT scans showed that the obliquity of anteversion in sagittal plane was 25.8° , the obliquity in coronal plane was 37.5° in the right joint, type IV

观察组男 24 例,女 91 例,年龄 12~74(46.7±8.9)岁;对照组男 6 例,女 24 例,年龄 14~76 岁(45.8±9.4)岁。两组年龄、性别比例无统计学差异($P>0.05$)。ICC 可信度分析显示侧块关节冠、矢状面测量结果观察者间信度值分别为 0.909 和 0.902,观察者内信度值分别为 0.898 和 0.895, $P<0.01$ (表 1)。对照组 30 例中 60 侧侧块关节冠、矢状面倾角分别为 $25.4^{\circ}\pm 4.1^{\circ}$ 和 $2.4^{\circ}\pm 5.8^{\circ}$ 。观察组冠状面倾斜角单侧 95%CI 为 $17.2^{\circ}\sim 33.6^{\circ}$ (即 $>33.6^{\circ}$ 为冠状面倾斜),矢状面倾斜角双侧 95%CI 为 $-9.2^{\circ}\sim 14.0^{\circ}$ (即 $<-9.2^{\circ}$ 或 $>14.0^{\circ}$ 为矢状面倾斜)。根据分型标准观察组 115 例患者分为 4 型,各分型伴融合(F)及滑脱(D)情况见表 2。各分型病例数、侧块关节冠、矢状面倾斜角测量统计值见表 3。I 型 22 例中不可复型患者 2 例(9.1%),II 型 23 例(39.0%),III 型 3 例(37.5%),IV 型 12 例(46.2%)。I 型患者中不可复型患者占比 9.1%显著低于 II 型 39.0%与 IV 型 46.2%,具有统计学差异($P<0.05$);II、III、IV 型占比间无统计学差异($P>0.05$)。伴侧块关节融合 6 例(F1、F2 型)均为不可复型;伴 D2 患者 5 例均为不可复型。伴 D1 患者

表 1 观察者间和观察者内测量寰枢椎侧块关节冠状面倾角、矢状面倾角可信度评价结果

Table 1 The results of interobserver and intraobserver reliability of coronal inclination and sagittal inclination of the lateral atlantoaxial joint				
	冠状面倾角 Coronal inclination		矢状面倾角 Sagittal inclination	
	相关系数 ICC	P 值 P value	相关系数 ICC	P 值 P value
观察者间可信度 Reliability of interobserver				
第一次测量信度 Reliability of first measurement	0.911	<0.01	0.899	<0.01
第二次测量信度 Reliability of second measurement	0.907	<0.01	0.904	<0.01
总计 Overall	0.909	<0.01	0.902	<0.01
观察者内可信度 Reliability of intraobserver				
第一位观察者 Test-retest reliability by first observer	0.901	<0.01	0.896	<0.01
第二位观察者 Test-retest reliability by second observer	0.897	<0.01	0.894	<0.01
总计 Overall	0.898	<0.01	0.895	<0.01

中不可复型占比 46.6%显著高于 D0 中占比 15.7%,有统计学差异($P<0.05$)。分型与复位相关性见表 4。

3 讨论

Salunke 等^[13]指出对于先天性寰枢椎脱位的治疗目前的关注重点在寰枢椎侧块关节而不在于齿突。过去单纯后路撑开复位固定、前路松解联合后路撑开复位固定、前路松解撑开复位固定等是治疗 BI 伴寰枢椎脱位主要手术方式^[9,14-17]。BI 患者在手术撑开复位过程中寰枢椎侧块关节分离或

表 2 寰枢椎侧块分型

Table 2 Classification of the lateral atlantoaxial joint							
	融合(F) Fusion			滑脱(D) Olisthy			总数 Total
	F0	F1	F2	D0	D1	D2	
I	22	0	0	15	7	0	22
II	56	2	1	15	42	2	59
III	7	1	0	3	5	0	8
IV	24	1	1	5	18	3	26

表 3 各分型冠状面及矢状面倾斜角

Table 3 The obliquity in coronal and sagittal plane of the lateral atlantoaxial joint of the classification

	冠状面 Coronal plane		矢状面 Sagittal plane	
	侧块关节数 (单/双) Lateral atlantoaxial joints(unilateral/bilateral)	倾斜角($^{\circ}$) Obliquity	侧块关节数 (单/双) Lateral atlantoaxial joints(unilateral/bilateral)	倾斜角($^{\circ}$) Obliquity
I (n=22)	44(0/22)	28.2 ± 5.5 (15.6~33.0)	44(0/44)	3.3 ± 5.7 (-8.6~13.9)
II (n=59)	118(0/59)	28.5 ± 4.6 (17.6~31.4)	114(4/55)	25.1 ± 14.0 (-14.1~43.7)
III (n=8)	11(5/3)	39.7 ± 5.1 (34.5~52.3)	16(0/8)	4.3 ± 6.6 (-7.9~13.6)
IV (n=26)	38(14/12)	42.1 ± 4.9 (33.7~60.6)	48(4/22)	23.6 ± 16.8 (-12.3~46.4)

表 4 寰枢椎侧块关节分型与复位的相关性

Table 4 Correlation between the classification of lateral atlantoaxial joint and the reducibility of atlantoaxial dislocation

	可复 Reducible	不可复 Irreducible	P 值 P value
I	20	2	
II	36	23	0.02
III	5	3	0.102
IV	14	12	0.013

复位,此时侧块关节间生物力学行为减弱或丧失。此类手术方式未对侧块关节支撑稳定或融合,紧依靠前路或后路固定系统稳定,术后存在复位丢失及症状复发的风险^[9,18]。李松凯等^[19]通过生物力学研究证实,寰枢侧块关节置入融合器支撑联合后路钉棒固定具有更好的抗屈伸能力,且有利于提高植骨融合率。2004 年 Goel^[4]首次报道了经后路行寰枢椎侧块关节间垫片置入联合后路固定治疗 BI,从而达到撑开侧块关节使齿状突下移同时稳定寰枢椎侧块关节的目的。后来许多学者对侧块关节间支撑复位固定融合术进行了技术与植入材料改良,提解剖高了复位率、侧块关节融合率,减少了 C2 神经切断或损伤的并发症^[7,9,10]。王建华等^[20]在 2012 年报道了经口咽入路复位侧块关节间皮质骨支撑植骨联合前路固定治疗 BI 伴寰枢椎脱位取得了满意临床疗效。蓝思彬等^[9]2018 年对侧块关节间撑开技术治疗 BI 的研究进展进行了综述,并指出寰枢椎侧块关节间撑开技术一方面能让齿状突下移而得到减压的目的,另一方面通过寰枢椎侧块关节稳定或融合避免术后复发。寰枢椎侧块关节间支撑技术已被广泛用于治疗 BI 及其他寰枢椎脱位患者。Salunke 等^[13]通过研究发现寰枢椎侧块关节矢状面倾斜角 $<150^{\circ}$ 时常需要进行寰枢椎侧块关节上下关节面截骨而完成侧块关节间支撑融合;冠状面异常倾斜时常需通过截骨重塑侧块关节,置入不等高侧块关节间支撑体以纠正枕颈部偏斜^[21]。掌握寰枢椎侧块关节解剖结构特征则是进行侧块关节支撑技术的前提。

3.1 寰枢椎侧块关节间关节形态学分析及意义

大量研究表明,侧块关节前倾可能是 BI 患者发生发展寰枢椎脱位的重要原因^[8,9,13]。刘策等^[8]2009 年通过三维影像学分析,指出寰枕融合伴寰枢椎脱位患者侧块关节形态具有多样性,大体上可归纳为关节滑脱、关节整体变形前倾和关节面分离 3 种畸形特征,并根据此 3 种特征将侧块关节分为对称型、旋转型与关节面分离型。此种分型着重强调了侧块关节前倾及滑脱的情况,及双侧关节的对称性,对指导寰枕融合伴寰枢椎脱位患者的治疗具有一定价值。Yin 等^[11]2012 年通过对伴寰枕融合患者与正常人枕颈区 CT 三维影像进行对比分析将寰枢椎侧块关节分为 4 型,Ⅰ型指侧块关节轻度前倾不伴滑脱,Ⅱ型指明显倾斜伴部分滑脱,Ⅲ型指侧块关节关节面位于垂直方向

伴完全滑脱或分离,Ⅳ型指轻度后倾。经过分析发现其中Ⅱ型占比较高;Ⅲ型患者年龄更轻,临床症状更重,常伴有严重的侧块关节发育异常。此类分型在一定程度上对侧块关节矢状面异常及滑脱程度进行了定量的分析,且指出了分型与患者年龄及临床症状的相关性。但以上两种分型未对侧块关节冠状面侧倾,分型与脱位复位难易的相关性及侧块关节融合的情况进行分析。本研究分型时,参考了 Yin 等^[11]的分型方法,将寰枢椎侧块关节冠、矢状面倾斜角度与对照组进行对比,根据不同的倾斜角度及冠、矢状面上的倾斜类型将寰枢椎侧块关节分为 4 型,更有利于进行寰枢椎侧块关节形态学特征的鉴别。

Salunke 等^[6]在 2016 年报道了先天性寰枢椎脱位侧块关节冠状面异常倾斜或成角患者行侧块关节间支撑的手术技巧,其研究显示此类患者常年龄较小,常伴有斜颈和痉挛性瘫痪的临床表现,患者行侧块关节间支撑时手术难度较大,对其解剖结构认识不足常会导致手术失败。因此侧块关节矢状面及冠状面的解剖结构均需要关注。我们在研究中发现,伴有侧块关节间完全滑脱或绞锁患者,经全麻下牵引均提示为不可复型,此类患者在手术过程中常需要行侧块关节间撬拨或关节面截骨解锁而获得复位,我们将此类型在侧块关节脱位中分为 D2 型。侧块关节间骨性融合是提示寰枢椎脱位不可复的明确 CT 影像等特征,Wang 等^[15]将其定义为骨融合型。这类患者中伴侧块关节前缘或后缘小面积融合,则可通过前路或后路截骨离断融合骨质而获得复位。对于伴有大面积侧块关节间融合的这类患者,无论经前路或后路均难以完成截骨复位,此类患者常用经口咽入路行齿状尖切除而获得神经减压。我们将侧块关节融合分为 F0(无骨融合)、F1(前缘或后缘小面积融合)、F2(大面积融合)三型便于指导手术方式的选择。

3.2 寰枢椎侧块关节冠、矢状面倾斜角度测量及意义

寰枢椎侧块关节冠、矢状面倾斜角度是本研究侧块关节分型的重要依据。有文献报道^[22]将侧块关节矢状面 CT 上 C1 下关节面积与 C2 侧块上关节面成角角平分线与水平线作为测量参考线,此方法受寰枢椎间成角及摄片时颈部体位影响,因此具有一定缺陷。Salunke 等^[13]将矢状面 CT 上

硬腭前后缘两点连线与矢状面上侧块关节 C1 关节面边缘两点连线夹角作为侧块关节矢状面上倾角的测量方法。大多数颅底凹陷症患者伴有寰椎枕骨化,因此 C1 关节面及硬腭作为测量参考线其定位简便、位置恒定,不受体位的影响,测量值更加稳定。同时此研究将冠状面 CT 中将枕骨大孔最内侧两点连线与 C1 关节面边缘两点连线夹角作为侧块关节冠状面上倾角的测量方法。此方法同样具有不受寰枢椎成角、体位影响的优点,但是枕骨大孔最内侧点定位常有一定困难,因此重复性与准确度较差。本研究中测量侧块关节冠状面倾角时,在此基础上进行了一定改良,将冠状面 CT 上枕骨大孔上缘两点连线作为参考线,具有定位简便准确、重复性好的优势。

根据脱位复位难易程度对 BI 伴寰枢椎脱位进行分型是目前对 BI 治疗最具指导意义的分型方式之一。Salunke 等^[13]通过对 24 例先天性寰枢椎脱位患者三维影像学分析发现不可复型脱位患者侧块关节前倾角与冠状面成角大于可复型患者与正常人。并通过分析指出,侧块关节矢状面与矢状面上硬腭延长线夹角 $>150^{\circ}$ 则预示通过后路较为容易。他们的研究展示出了侧块关节冠、矢状面上成角与复位难易有明确的相关性,对术者进行术前评估有较大的帮助。2018 年 Yuan 等^[21]通过侧块矢状面关节前倾角度与不可复型寰枢椎脱位复位难易相关性分析,发现侧块关节矢状面的上下关节面成角的角平分线与水平线成角 $<32.5^{\circ}$ 则可通过单纯后路手术获得满意复位,否则需经前路松解联合后路手术。此评估方法仅分析了侧块关节前倾与复位难易的相关性,仍具有一定缺陷,未将除侧块关节冠、矢状面倾角以外影响因素考虑在内(如:侧块关节滑脱程度、是否伴融合等)。自 Wang 等^[15]报道使用术中全麻下颅骨牵引作为评估寰枢椎脱位复位难易的方式以来,此牵引技术已被广泛使用。我们在前期的研究中采用了术中全麻下牵引对寰枢椎脱位进行了分类治疗,其中将牵引下复位 $<50\%$ 则评估为不可复型,此型患者可经口咽入路松解联合后路复位固定而获得满意复位^[12]。本研究中 115 例患者中经过此评估方法,40 例患者被定义为不可复型。经过统计学分析发现 II、IV 型中不可复型病例数占比显著高于 I 型,有统计学差异($P<0.05$);III 型中不可复型患者占比 37.5% 高于 I 型 9.1% ($P=0.102$),无统计学

差异,可能与 III 型病例数较少有关;II、III、IV 型间占比无统计学差异。伴 D1 或 D2 患者中不可复型病例数占比显著高于 D0 患者且具有显著统计学差异($P<0.05$)。因此对于 BI 患者寰枢椎侧块关节冠、矢状面异常倾斜,或伴有侧块关节滑脱均提示可能为难复或不可复型;伴侧块关节融合、完全滑脱或绞锁患者均为不可复型。

总之,BI 患者寰枢椎侧块关节变异较大,对于行侧块关节间松解或支撑融合手术来说是一个极大的挑战。本研究通过三维 CT 分析,根据寰枢椎侧块关节在冠、矢状位的形态,关节间滑脱及融合情况将 BI 患者侧块关节进行了综合分析。此分型对侧块关节评估较既往分型更加完善,有助于术前对 BI 伴寰枢椎脱位患者复位难易进行评估,对手术决策及术中操作具有一定的指导意义。

本研究仍然存在一些限制,本研究为单中心回顾性分析病例数较少。本研究中测量均在中立位 CT 上进行,参考了 Salunke 等设计的测量方法,且由两名医师测量,但因为患者个体骨性结构差异必然存在一定误差,未来探索更准确的测量方法是非常有必要的。影响 BI 复位影响因素众多,本研究中尽可能排除了寰枢椎侧块关节外的其他因素,但软组织等因素的影响则排除困难,因此在评估分型与复位难易的相关性中不可避免地存在一定误差。再者本研究仅对侧块关节进行了定性分析,以后研究中作出定量分析将更具指导意义。各类分型的手术技巧也有待更进一步研究总结。

4 参考文献

1. Goel A, Bhatjiwale M, Desai K. Basilar invagination: a study based on 190 surgically treated cases[J]. J Neurosurg, 1998, 88(6): 962-968.
2. 陈仲强,刘忠军,党耕町. 脊柱外科学[M]. 人民卫生出版社, 2013. 588-589.
3. 王建华,尹庆水,夏虹,等. 颅底凹陷症的分型及其意义[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(4): 290-294.
4. Goel A. Treatment of basilar invagination by atlantoaxial joint distraction and direct lateral mass fixation [J]. J Neurosurg Spine, 2004, 1(3): 281-286.
5. Deepak AN, Salunke P, Sahoo SK, et al. Revisiting the differences between irreducible and reducible atlantoaxial dislocation in the era of direct posterior approach and C1-2 joint manipulation[J]. J Neurosurg Spine, 2016, 26(3): 1-10.
6. Salunke P, Sahoo SK, Futane S, et al. 'Atlas shrugged': con-

- genital lateral angular irreducible atlantoaxial dislocation: a case series of complex variant and its management [J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(4): 1098–1108.
7. Liao Y, Pu L, Guo H, et al. Selection of surgical procedures for basilar invagination with atlantoaxial dislocation[J]. *Spine J*, 2016, 16(10): 1184–1193.
8. 刘策, 周定标, 余新光. 寰枕融合畸形患者寰枢侧块关节形态变化与寰枢椎脱位的三维特征[J]. *中华神经医学杂志*, 2009, 8(1): 57–60.
9. 蓝思彬, 段明阳, 许俊杰, 等. 寰枢关节间撑开技术治疗颅底凹陷症的研究进展[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2018, 36(2): 236–238.
10. 宗睿, 卢乐年, 余新光, 等. 侧块关节内皮质骨块植入结合侧块椎弓根钉棒内固定治疗难复性寰枢椎脱位[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2017, 27(10): 865–871.
11. Yin YH, Yu XG, Zhou DB, et al. Three-dimensional configuration and morphometric analysis of the lateral atlantoaxial articulation in congenital anomaly with occipitalization of the atlas[J]. *Spine*, 2012, 37(3): E170–E173.
12. 马飞, 廖焯晖, 李广州, 等. 全麻下颅骨牵引在寰枢椎脱位手术选择中的价值[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2018, 28(2): 136–143.
13. Salunke P, Sharma M, Sodhi HBS, et al. Congenital atlantoaxial dislocation: a dynamic process and role of facets in irreducibility: clinical article[J]. *J Neurosurg Spine*, 2011, 15(6): 678–685.
14. Yin Q, Ai F, Zhang K, et al. Irreducible anterior atlantoaxial dislocation: one-stage treatment with a transoral atlantoaxial reduction plate fixation and fusion. Report of 5 cases and review of the literature[J]. *Spine*, 2005, 30(13): E375.
15. Wang S, Wang C, Yan M, et al. Novel surgical classification and treatment strategy for atlantoaxial dislocations[J]. *Spine*, 2013, 38(21): 1348–1356.
16. 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.
17. 张宝成, 蔡贤华, 黄卫兵, 等. 颅底凹陷症的分型及治疗进展[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2014, 24(7): 660–663.
18. Ma F, Kang M, Liao YH, et al. The use of intraoperative traction for achieving reduction of irreducible atlantoaxial dislocation caused by different craniovertebral junction Pathologies[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2018, 175: 98–105.
19. 李松凯, 倪斌, 张军华, 等. 寰枢椎侧块关节融合器的研制及其生物力学研究[J]. *中华骨科杂志*, 2015, 35(6): 656–662.
20. 王建华, 夏虹, 尹庆水, 等. 经口咽寰枢椎侧块关节复位块状骨支撑植骨治疗颅底凹陷症并寰枢椎脱位[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(9): 786–791.
21. Yuan SL, Xu HM, Fu LC, et al. Sagittal atlantoaxial joint inclination and reduction index values for diagnosis and treatment of irreducible atlantoaxial dislocation [J]. *Indian J Orthop*, 2018, 52(2): 190–195.
- (收稿日期:2019-01-16 末次修回日期:2019-05-29)
(英文编审 庄乾宇/谭 啸)
(本文编辑 姜雅浩)