

学龄期儿童寰枢椎数字化三维形态测量研究

于永涛¹, 张少杰^{2,3}, 刘颖^{2,3}, 王星^{2,3}, 李志军^{2,3}

(1 内蒙古赤峰市第二医院骨外一科 024000 赤峰市; 2 内蒙古医科大学解剖学教研室 010059 呼和浩特市;

3 内蒙古医科大学数字医学中心 010059 呼和浩特市)

【摘要】目的:通过 CT 三维影像观测学龄期儿童(7~12 岁)寰、枢椎形态结构,探索学龄期儿童寰、枢椎形态特征和增龄变化规律,为学龄期儿童寰、枢椎疾病的早期诊治和预防提供理论依据。**方法:**收集内蒙古医科大学附属医院及赤峰市第二医院 2013~2014 年行颈椎 CT 扫描的学龄期儿童影像资料,排除寰枢椎骨折、畸形、结核等疾病。将收集到的原始 DICOM 数据导入 Mimics 16.0 进行三维重建,运用软件的三维测量工具在重建的三维模型上对其寰、枢椎侧块及椎弓根相关指标进行测量,包括寰椎的侧块横径(LMD)、侧块内倾角(d 角)、侧块前后径(LMB)、侧块上倾角(e 角)、椎弓根宽度(AW)、椎弓根全长(AL)、椎弓根外偏角(b 角)、椎弓根高度(AH)及椎弓根尾偏角(c 角);枢椎的椎弓根全长(APL)、椎弓根宽度(APW)、椎弓根外偏角(f 角)、椎弓根高度(APH)及椎弓根尾偏角(g 角)。将观测对象按年龄每两岁为一组共分三组,即 A 组(7~8 岁)、B 组(9~10 岁)、C 组(11~12 岁),并行统计分析。**结果:**LMD 随年龄递增呈递增趋势,A 组左侧为 $13.91 \pm 1.95\text{mm}$,右侧为 $14.11 \pm 1.95\text{mm}$;B 组左侧为 $14.31 \pm 2.24\text{mm}$,右侧为 $14.36 \pm 2.39\text{mm}$;C 组左侧为 $17.18 \pm 2.32\text{mm}$,右侧为 $17.10 \pm 2.41\text{mm}$;LMD 左侧 C 组与 A、B 组间有统计学差异($P < 0.05$);LMD 在各组左、右侧间比较有差异($P < 0.05$)。其他指标也随年龄呈递增趋势,同侧 C 组与 A 组比较除 f 角外均有显著差异($P < 0.05$);同侧 C 组与 B 组比较仅 AH、APW 及 APH 间存在显著差异($P < 0.05$);同侧 A 组与 B 组比较仅 AL、AW、APL、APH 及 g 角间存在显著差异($P < 0.05$);同组左、右侧间比较仅 LMB 和 d 角间有显著性差异($P < 0.05$)。**结论:**学龄期儿童寰枢椎椎弓根及侧块形态结构复杂,且发育未完全,对各骨性结构发育规律的三维结构形态进行观测,可为临床及进一步研究其周围毗邻结构提供参考依据。

【关键词】寰枢椎;数字化测量;三维形态;学龄期儿童

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2017.01.12

中图分类号:R322.7,TP391.7 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2017)-01-0069-06

Atlantoaxial digital 3D shape measurement of school-age children/YU Yongtao, ZHANG Shaojie, LIU Ying, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(1): 69-74

【Abstract】 Objectives: To investigate the CT three-dimensional imaging of morphology of atlantoaxial in school-age children(7-12 years old), and to provide a theoretical basis for early diagnosis and prevention of atlantoaxial disease in children of school age. **Methods:** The cervical CT scan data of school-age children images in Chifeng Hospital and the Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University from 2013 to 2014 were collected, patients with atlantoaxial fractures and deformity, tuberculosis and other diseases were excluded in this study. The original DICOM data were transferred to 3D reconstruction with Mimics 16.0, the software of 3D measurement tools was used to measure the atlantoaxial lateral mass and pedicle related indexes in the reconstruction of three-dimensional model. In atlas, the parameters included lateral mass diameter(LMD), angle lateral mass block(d), lateral mass before and after(LMB), angle lateral mass on the side(e), atlas pedicle width(AW), atlas pedicle length(AL), atlas pedicle outer angle(b), atlas pedicle height(AH) and atlas pedicle end angle(c). In axis, the parameters included axis pedicle length(APL), axis pedicle width(APW), pivot angle outside vertebral pedicle(f), axis pedicle height(APH) and axis pedicle end angle(g). The subjects were divided into three groups according to their age, group A(7-8 years), group B(9-10 years) and

基金项目:国家自然科学基金(81260269)、(81560348);内蒙古自然科学基金(2012MS1149)

第一作者简介:男(1978-),主治医师,研究方向:儿童脊柱脊髓的数字化研究

电话:(0476)8223141 E-mail:yyt13847672091@163.com

通讯作者:李志军 E-mail:lizhijunmail@sina.com

group C(11~12 years old). **Results:** The LMD increased with age increasing, the LMD of group A was $13.91 \pm 1.95\text{mm}$ on the left, $14.11 \pm 1.95\text{mm}$ on the right; the LMD of group B was $14.31 \pm 2.24\text{mm}$ on the left, $14.36 \pm 2.39\text{mm}$ on the right; the LMD of group C was $17.18 \pm 2.32\text{mm}$ on the left, $17.10 \pm 2.41\text{mm}$ on the right; There were significant differences in left LMD between group C and group A or B ($P < 0.05$). There were significant differences in LMD between the left and right side of same group ($P < 0.05$). Other parameters also showed a trend of increasing with age, there was significant difference between group C and group A of same side ($P < 0.05$), except angle f; there was significant difference between group C and group B of same side ($P < 0.05$) in AH, APW and APH; there was significant difference between group B and group A of same side ($P < 0.05$) in AL, AW, APL, APH and angle g; there was significant difference between the left side and right side of same group ($P < 0.05$) in LMB and angle d. **Conclusions:** Though the morphology of atlantoaxial pedicle and lateral mass in school-age children is complex and not fully developed, the three-dimensional bony structure development pattern provides reference for clinical and further study of adjacent structures.

[Key words] Atlantoaxial; Digital measurement; 3D shape; School-age children

[Author's address] The Second Hospital of Chifeng Orthopedic surgery, Chifeng, Inner Mongolia, 024000, China

学龄期(7~12岁)是儿童颈椎发育的关键阶段,颈椎结构及其周围组织的毗邻关系变化较快,不同年龄段颈椎解剖特点和形态结构各不相同。与成人相比,儿童因其对危险认识不足、自我保护意识差,随着人们生活方式的改变,尤其是电视及电脑等电子设备受到大多数学龄期儿童青睐,脊柱及其周围结构尚在发育等因素导致颈椎疾病发病愈趋于低龄化。学龄期儿童是寰枢椎发育的关键时期,故其在解剖结构、生理功能和生物力学等方面的特点均与成人有显著差异。关于寰枢椎的相关报道多为成人干燥骨、影像学X线片和CT资料二维以下的测量研究,而对国人7~12岁寰枢椎数字化三维形态观测报道较少^[1,2]。

寰、枢椎是头颅和脊柱连接的重要结构,因此对学龄期儿童寰、枢椎及其周围结构的形态发育规律的研究,可揭示不同年龄段儿童椎骨及相关解剖形态结构特征,为进一步认识寰枢椎畸形、外伤及预防脊柱相关疾病提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究收集内蒙古医科大学附属医院和内蒙古赤峰市医院 2013 年 1 月~2014 年 12 月行颈椎 CT 扫描的 7~12 岁学龄期儿童影像原始数据,排除颈椎外伤、无明显神经症状和体征的学龄期儿童 98 例(男 56 例,女 42 例),按性别、年龄分组情况见表 1。

1.2 研究方法

1.2.1 设备 美国 GE Light QX/64 排螺旋 CT,

Mimics Innovation Suite 16.0, 医学三维重建软件,比利时 Materialise 公司;由内蒙古医科大学数字医学中心提供。

1.2.2 扫描参数 扫描层厚 1.25mm, 扫描间距 1.25mm, 重建层厚 0.625mm, 重建间距 0.625mm, Fov30×30cm, 矩阵 512×512dpi, 球管电压 110kV, 电流 70mA。

1.2.3 原始数据处理 将原始 DICOM 数据导入 Mimics 16.0 进行 3D 重建,运用其测量工具在 3D 视图上对寰、枢椎相关结构进行测量。

1.3 测量方法及测量指标

参考邵象清《人体测量手册》^[3]、黄瀛《中国人解剖学数字》^[4]、韩镜明^[1]、林斌^[2]、曹正霖^[5]等寰枢椎相关结构测量方法,每一项指标检测 3 次,取平均值。

1.3.1 寰椎相关指标 (1)侧块横径(lateral mass diameter, LMD):横突孔内侧壁与侧块内侧缘之间与相应椎体矢状面垂直的连线长度(图 1)。(2)侧块内倾角(angle lateral mass block, d):侧块纵轴平面与相应椎体矢状面之间夹角(图 1)。(3)侧块前后径(lateral mass before and after, LMB):寰椎侧块纵轴在上关节面前后缘连线最大距离(图

表 1 研究对象分组情况

Table 1 Group of research objects

	年龄段(岁) Age range(year)	n	男 Male	女 Female
A组(Group A)	7~8	32	21	11
B组(Group B)	9~10	30	16	14
C组(Group C)	11~12	36	19	17
合计(Total)	7~12	98	56	42

2)。(4)侧块上倾角 (angle lateral mass on the side,e):侧块的纵轴平面与相应椎体冠状面形成的角度(图 3)。(5)寰椎椎弓根宽(atlas pedicle width,AW):通常将椎动脉沟基底部作为是寰椎的椎弓根,即椎动脉沟基底部矢状面上内外侧皮质连线长度(图 4)。(6)椎弓根全长(atlas pedicle length,AL):沿椎弓根轴线从后弓后缘到椎体前缘与椎弓根宽度垂直的轴线距离(图 4)。(7)椎弓根外偏角(atlas pedicle outer angle,b):椎弓根轴线和相应椎体在矢状面间形成的角度(图 4)。(8)椎弓根高(atlas pedicle height,AH):椎动脉沟外侧缘上下平面间的垂直距离(图 5)。(9)椎弓根尾偏角(atlas pedicle end angle,c):椎弓根轴线和相应椎骨水平面形成的角(图 5)。

1.3.2 枢椎测量指标 (1)枢椎椎弓根全长(axis pedicle length,APL):从椎板后缘皮质到椎体前缘皮质间的椎弓根轴线与椎弓根宽度垂直的最短长度(图 6)。(2)枢椎椎弓根宽(axis pedicle width,APW):椎弓根峡部在椎体冠状面上内外侧缘间的垂直距离(图 6)。(3)枢椎椎弓根外偏角(pivot angle outside vertebral pedicle,f):椎弓根轴线平面与相应椎骨矢状面形成的角度(图 6)。(4)枢椎椎弓根高(axis pedicle height,APH):在峡部垂直于上、下皮质外缘切线的最短距离(图 7)。(5)枢椎椎弓根尾偏角(axis pedicle end angle,g):椎弓根轴线所在平面与相应椎骨水平面之间夹角(图 7)。

1.4 统计学方法

运用 SPSS 13.0 软件对实验数据进行整理总结和统计学分析,数据采用 $\bar{x} \pm s$ 表示。组间、左右侧间比较用两独立样本 t 检验;同一指标不同年龄组变化比较用多样本均数比较的单因素方差分析(One-way ANOVA),多样本均数两两比较用 SNK 法。确立检验水准为 $\alpha=0.05$,以 $P<0.05$ 为有统计学差异。

2 结果

各组各指标测量结果见表 2。LMD 随年龄递增呈递增趋势,即 C 组>B 组>A 组,LMD 左侧 C 组与 A 组、B 组间有统计学差异($P<0.05$),LMD 右侧各组间均无差异($P>0.05$)。LMD 在左右侧比较均有差异($P<0.05$)。

LMB 随年龄递增呈递增趋势,即 C 组>B 组>

A 组,LMB 左右同侧 C 组与 A 组间有统计学差异($P<0.05$),LMB 在左右侧比较均有统计学差异($P<0.05$)。

侧块内倾角(d 角)随年龄递增呈递增趋势,即 C 组>B 组>A 组,d 角在左右侧比较均有统计学差异($P<0.05$)。

e 角随年龄递增趋势,即 C 组>B 组>A 组,e 角在左侧 A 组与 C 组间有统计学差异($P<0.05$),e 角在右侧 A 组与 C 组间有统计学差异($P<0.05$)。

AL、AW 均随年龄递增呈递增趋势,即 C 组>B 组>A 组,在同侧 A 组与 B 组、C 组间均有统计学差异($P<0.05$),同组内左右侧比较无统计学差异($P>0.05$)。

AH 随年龄递增呈递增趋势,即 C 组>B 组>A 组,AH 在同侧 C 组与 A 组、B 组间均有统计学差异($P<0.05$),AH 在左右侧比较无统计学差异($P>0.05$)。

b 角随年龄递增呈递增趋势,即 C 组>B 组>A 组,b 角在同侧 A 组与 C 组间均有统计学差异($P<0.05$),b 角在同侧 A 组与 B 组间无统计学差异($P>0.05$),b 角在左右侧比较无统计学差异($P>0.05$)。

c 角随年龄递增呈递增趋势,即 C 组>B 组>A 组,c 角在同侧 A 组与 C 组间均有统计学差异($P<0.05$),c 角在左右侧比较无统计学差异($P>0.05$)。

APL 随年龄递增呈递增趋势,即 C 组>B 组>A 组,APL 两侧在 A 组与 B 组、C 组间均有统计学差异($P<0.05$),而在左右侧内别间比较无统计学差异($P>0.05$)。

APW 随年龄递增呈递增趋势,即 C 组>B 组>A 组,APW 两侧在 C 组与 A 组、B 组间均有统计学差异($P<0.05$),APW 在左右侧内别间比较无显著差异($P>0.05$)。

APH 随年龄递增呈递增趋势,即 C 组>B 组>A 组,APH 两侧在 A 组与 B 组、C 组间均有统计学差异($P<0.05$),APH 在左右侧内别间比较无统计学差异($P>0.05$)。

f 角 B 组>A 组>C 组,f 角在左右侧及同侧各组间比较无显著差异($P>0.05$)。

g 角随年龄递增呈递增趋势,即 C 组>B 组>A

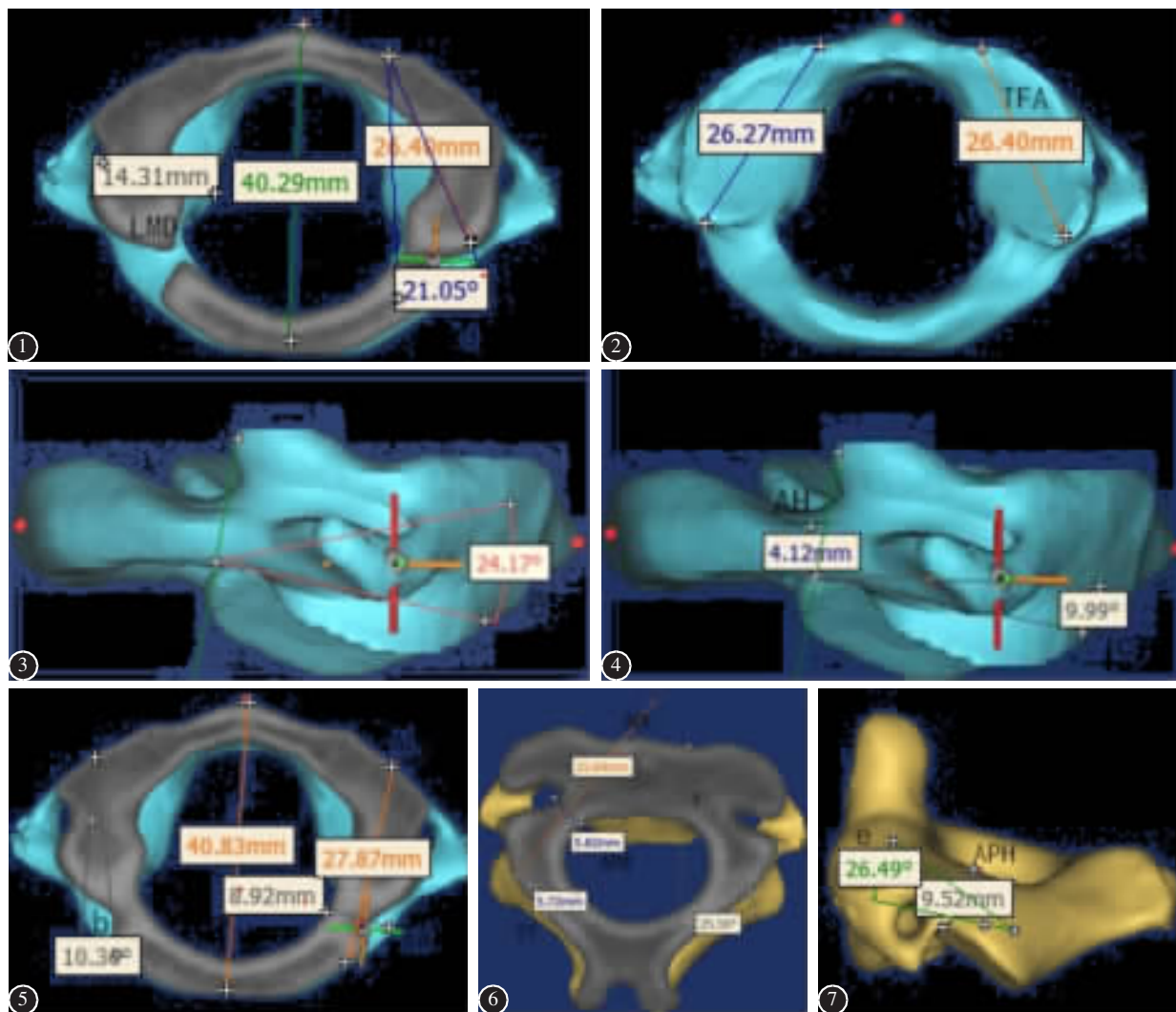


图 1 LMD、d 角测量方法 图 2 TFA 测量方法 图 3 e 角测量方法 图 4 AW、AL 及 b 角测量方法 图 5 AH 及 c 角测量方法 图 6 APL、APW、f 角及 VT 测量方法图 图 7 e 角及 APF 测量方法

Figure 1 Measurement method of LMD and angle d **Figure 2** Measurement method of TFA **Figure 3** Measurement method of angle e and APF **Figure 4** Measurement method of AW, AL and angle b **Figure 5** Measurement method of AH and angle c **Figure 6** Measurement method of APL, APW and angle f **Figure 7** Measurement method of angle e and APF

组, g 角两侧在 A 组与 B 组、C 组间均有统计学差异 ($P < 0.05$), g 角在各组内左右侧比较无显著差异 ($P > 0.05$)。

3 讨论

近年来, 随着数字医学快速发展及其在临床解剖的应用, 尤其在脊柱寰枢椎疾病的诊疗中数字化三维重建技术的运用, 使人们更加深入了解寰枢椎结构。郑轶等^[9]对成人枢椎标本进行解剖和 CT 测量, 结果证实术前对患者行椎弓根 CT 测量与重建可更直观准确地显示置钉位置、方向等

实际情况; 对术中实际操作更具参考价值。

寰枢椎作为枕颈衔接部, 具有头颈旋转和屈伸运动功能, 其解剖学特征显著。寰枢关节是整个脊柱关节中结构极为复杂的部位, 其毗邻颅底、颈髓、椎血管、颈神经等主要结构, 又因其独特的生物力学性质, 解剖部位较深, 故是脊柱疾患的难点之一。随着人们对寰枢椎疾病认识, 儿童寰枢椎疾病越来越受到关注, 尤其是学龄期儿童在生长发育的特殊阶段, 其组织形态、运动功能、生理变化、生物力学等各方面表现均与成人有明显差异。韩镜明等^[1]观测了 126 例小儿寰枢椎齿状突的形

表 2 各组各指标测量结果 ($\bar{x}\pm s$)
Table 2 Measurements of the different age groups

	A组 Group A(n=32)		B组 Group B(n=30)		C组 Group C(n=36)	
	左 Left	右 Right	左 Left	右 Right	左 Left	右 Right
LMD(mm)	13.91±1.95 ^{①②} (13.21-14.62)	14.11±1.95 (13.41-14.81)	14.31±2.24 ^{①②} (13.48-15.15)	14.36±2.39 (13.47-15.25)	17.18±2.32 ^② (16.39-17.96)	17.10±2.41 (16.27-17.91)
LMB(mm)	25.67±1.63 ^② (25.08-26.26)	25.70±1.57 (25.14-26.27)	26.19±2.11 ^② (25.40-26.98)	26.59±2.27 (25.74-27.44)	26.87±2.51 ^{②③} (26.02-27.72)	26.81±2.03 ^③ (26.11-27.50)
d(°)	22.39±2.46 ^② (21.50-23.28)	21.73±2.67 (20.76-22.69)	22.43±2.45 ^② (21.52-23.35)	22.36±2.46 (21.44-23.28)	21.57±1.92 ^② (20.92-22.22)	21.53±1.86 (20.91-22.17)
e(°)	23.56±1.79 (22.91-24.21)	24.00±1.77 (23.36-24.64)	24.40±1.44 (23.86-24.93)	24.38±1.29 (23.90-24.86)	24.90±1.44 ^③ (24.41-25.39)	24.86±1.26 ^③ (24.43-25.28)
AL(mm)	28.18±1.02 (27.81-28.55)	28.02±1.61 (27.44-28.60)	28.73±1.72 ^③ (28.09-29.37)	28.83±1.47 ^③ (28.28-29.38)	29.04±1.86 ^③ (28.41-29.67)	29.58±1.60 ^③ (29.04-30.12)
AW(mm)	9.61±1.27 (9.15-10.07)	9.61±1.39 (9.11-10.11)	10.08±1.17 ^③ (9.65-10.52)	10.02±1.10 ^③ (9.61-10.43)	10.44±0.92 ^③ (10.13-10.75)	10.29±0.87 ^③ (10.00-10.59)
AH(mm)	4.01±0.88 ^① (3.68-4.34)	4.09±0.69 ^① (3.83-4.35)	4.18±0.91 ^① (3.87-4.49)	4.36±0.77 ^① (4.09-4.62)	5.19±0.97 (4.87-6.52)	5.24±0.92 (4.93-6.56)
b(°)	9.56±1.67 (8.96-10.16)	9.45±1.96 (8.74-10.16)	9.79±1.17 (9.35-10.23)	9.84±1.06 (9.44-10.23)	10.19±0.97 ^③ (9.87-10.52)	10.24±0.92 ^③ (9.93-10.56)
c(°)	10.48±1.54 (9.93-11.04)	10.72±1.69 (10.12-11.33)	11.68±1.20 (11.23-12.13)	11.59±1.06 (11.19-11.99)	11.82±0.94 ^③ (11.51-12.14)	11.67±0.92 ^③ (11.36-11.98)
APL(mm)	25.10±1.63 (24.52-25.69)	25.53±1.32 (25.05-26.01)	26.33±1.82 ^③ (25.65-27.00)	26.43±2.12 ^③ (25.64-27.23)	26.84±1.53 ^③ (26.32-27.36)	26.69±1.42 ^③ (26.20-27.17)
APW(mm)	6.57±1.06 ^① (6.18-6.95)	6.54±1.01 ^① (6.17-6.90)	6.61±1.37 ^① (6.10-7.12)	6.63±1.23 ^① (6.15-7.11)	7.31±1.08 (6.94-7.68)	7.31±1.08 (6.94-7.68)
APH(mm)	8.64±1.49 (8.11-9.18)	8.78±1.39 (8.28-9.29)	9.49±1.49 ^{①③} (8.93-10.05)	9.28±1.25 ^{①③} (8.82-9.75)	11.59±1.14 ^③ (11.21-11.98)	11.64±1.34 ^③ (11.19-12.09)
f(°)	26.43±3.27 (25.25-27.61)	26.03±2.59 (26.10-26.97)	26.68±2.61 (25.70-27.65)	26.67±2.13 (25.88-27.47)	25.69±3.66 (24.44-26.92)	25.65±3.20 (24.57-26.73)
g(°)	10.48±1.54 (9.93-11.04)	10.72±1.69 (10.12-11.33)	11.68±1.20 ^③ (11.23-12.13)	11.59±1.06 ^③ (11.19-11.99)	11.82±0.94 ^③ (11.51-12.14)	11.67±0.92 ^③ (11.36-11.98)

注:①与 C 组比较 $P<0.05$;②与右侧(同一年龄段)比较 $P<0.05$;③与 A 组同侧比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with group C, $P<0.05$; ②Compared with right(the same age range), $P<0.05$; ③Compared with group A of same side, $P<0.05$

态,其将 2~14 岁分为三组,因此年龄跨度较大,临床应用较难;林斌等^[2]对儿童脑死亡尸体标本 10 具(6~8 岁)寰枢椎椎弓根相关结构行数字化测量,认为其寰枢椎椎弓根容纳直径 3.5mm 的螺钉是可行的。本课题利用影像学与三维重建技术将学龄期儿童寰枢椎相关结构充分显现,从而获得不同年龄段相关数据,分析其发育形态学特征,为学龄期儿童寰枢椎的预防、诊治提供理论依据。

3.1 寰椎侧块及椎弓根结构变化特征及其临床意义

学龄期儿童寰椎侧块周围结构发育尚未完整,椎动脉及神经在其周围通过,上方有椭圆形凹陷的关节面,与枕骨髁构成寰枕关节;侧块横突较粗大,是寰椎旋转运动的主要部分,较其他颈椎的横突及毗邻结构复杂。寰椎不存在解剖学上的椎弓根及峡部,谭明生等^[7]认为,寰椎的椎弓根为椎

动脉沟部的后弓。椎动脉沟处的峡部为置钉的最关键部位,临床上常将椎动脉沟基底部的后弓作为椎弓根。本研究发现,侧块外侧与内侧高,侧块横径、前后径、上倾角,椎弓根外偏角、尾偏角、椎弓根长、高、宽等总体随年龄呈递增趋势;侧块前后径各组左右侧比较有显著性差异 ($P<0.05$);寰枢椎椎弓根高度最小值为 $4.05\pm 0.77\text{mm}$ 、最大值为 $5.22\pm 0.95\text{mm}$,寰枢椎椎弓根宽度最小值为 $9.61\pm 1.27\text{mm}$ 、最大值为 $10.44\pm 0.92\text{mm}$,两侧呈对称分布,随年龄增幅缓慢,椎弓根高度小于宽度,与林斌等^[2]对儿童脑死亡尸体标本寰枢椎椎弓根相关结构数字化测量结果相吻合,与李桂成等^[8]行成人寰枢椎弓行解剖学测量结果相近,学龄期儿童侧块及椎弓根骨性径线与成人相近,理论上寰枢椎椎弓根螺钉较侧块螺钉更安全可靠,术中显露范围减少,避免了椎动脉沟处血管及神经损伤,尤其

对儿童寰枢椎发育尚未完全,解剖结构不清晰的条件下,更增加了手术安全性。但是对于椎弓根高度值小于或接近 4.0mm 时,3.5mm 椎弓根螺钉可能会突破皮质造成副损伤,在侧块内行内固定手术更加安全。综上,对于学龄期儿童寰枢椎手术前行 CT 检查及三维重建模拟测量是必要的。

3.2 枢椎椎弓根骨性结构变化特征及其临床意义

枢椎椎弓根和峡部的解剖关系存在着很大争议,Naderi 等^[9]认为二者的解剖结构发育是独立的,枢椎的椎弓根与下颈椎解剖结构明显不同,枢椎的椎弓根与峡部融合且上方被上关节突和峡部覆盖,可合称为“枢椎椎弓根峡部复合体”。Ebraheim 等^[10]提出枢椎椎弓根上方为上关节突下方、前内侧横突孔狭长部分,而其他椎骨的峡部则位于上下关节突之间的缩窄部分。Suk 等^[11]认为儿童颈椎椎弓根骨质具有一定的韧性和延性,可置入椎弓根螺钉直径为拟固定椎弓根宽度的 115% 螺钉。但在做术前规划时,因学龄期儿童脊柱仍在生长发育,个体差异大,而且椎弓根旁即为血管、神经、脊髓等重要结构,所以术前行影像检查运用三维重建软件进行分析是非常关键的。林斌等^[2]对儿童脑死亡尸体标本 10 具,年龄 6~8 岁组枢椎高度为 $6.59 \pm 0.51\text{mm}$ 、宽度为 $5.13 \pm 0.42\text{mm}$;枢椎椎弓根纵轴与正中矢状面的角度为 $27.80^\circ \pm 2.22^\circ$ 。马向阳等^[12]通过研究将进钉点确定为枢椎下关节突内上象限,即中心点内、上各 2.0mm 处。不同学者测得的螺钉进钉方向各有差异,上倾约 $32^\circ \sim 35^\circ$ 、内斜约 $30^\circ \sim 33^\circ$,并确立钉道安全范围。本实验测量枢椎弓根长、高、宽及外偏角、外偏角等指标均随年龄呈递增趋势,枢椎椎弓根高度最小值为 $8.70 \pm 1.36\text{mm}$ 、最大值为 $11.63 \pm 1.26\text{mm}$,宽度最小值为 $6.55 \pm 1.03\text{mm}$ 、最大值为 $7.31 \pm 1.08\text{mm}$,椎弓根高度大于宽度,两侧呈对称分布,随年龄增幅缓慢,与林斌测量结果相似,符合儿童生长发育规律,与马向阳等^[12]测量角度接近。可见学龄期儿童角度增值较缓慢,但由于学龄期儿童寰枢椎椎弓根毗邻结构复杂,且发育未完

整,所以对手术要求精确性更高,术前行 3D 重建可明确周围解剖关系,设计手术方案,术中实施 CT 检查精确定位,可进一步降低儿童手术风险。

当前,国内外对成人寰枢椎的研究相对较多,但对学龄期儿童寰枢椎形态研究的报道较少。可能与相关数据很难采集,三维技术对螺旋 CT 扫描参数要求较高,CT 成本高及射线对儿童伤害等有关;相信随着科学技术的发展和运用医学数字化三维技术对学龄期儿童寰、枢椎的观测应用,儿童寰枢椎疾病能够得到更进一步的科学诊治。

4 参考文献

1. 韩镜明,刘新,付桂兵,等.寰枢椎的测量及其临床意义[J].实用儿科临床杂志,2004,19(7):593-594.
2. 林斌,邓雄伟,刘晖,等.儿童寰枢椎后路椎弓根螺钉固定的解剖与影像学研究[J].中国临床解剖学杂志,2008,26(4):359-362.
3. 邵象清.人体测量手册[M].上海:上海辞书出版社,1985.133-138.
4. 黄瀛.中国人解剖学数字[M].北京:人民卫生出版社,2002:65-69.
5. 曹正霖,钟世镇,徐达传,等.寰枢椎的解剖学测量及其临床意义[J].中国临床解剖学杂志,2000,18(4):299-301.
6. 郑轶,吴增辉,尹吉林,等.前路枢椎椎弓根螺钉的解剖学测量和 CT 扫描数据的差异性分析[J].中国骨科临床与基础研究杂志,2010,2(3):196-199.
7. 谭明生,张光铂.浅谈寰枢椎脱位的治疗选择与手术适应证[J].中国脊柱脊髓杂志,2006,16(5):330-331.
8. 李桂成,覃冰兰,冯照善,等.寰椎的测量及临床应用意义[J].四川解剖学杂志,2010,18(2):18-21.
9. Naderi S, Arman C, Guvencer M, et al. An anatomical study of the C2 pedicle[J]. J Neurosurg Spine, 2004, 1(3): 306-310.
10. Ebraheim NA, Fow J, Xu R, et al. The location of the pedicle and pars interarticularis in the axis [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2001, 26(4): 34-37.
11. Suk SI, Kim WJ, Lee SM, et al. Thoracic pedicle screw in spinal deformities: are they really safe[J]? Spine, 2001, 26(18): 2049-2057.
12. 马向阳,尹庆水,吴增辉,等.枢椎椎弓根螺钉进钉点的解剖定位研究[J].中华外科杂志,2006,44(8):562-564.

(收稿日期:2016-11-08 修回日期:2016-12-03)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)