doi:10.11659/jjssx.10E016054

·基础研究·

10~12岁儿童胸椎关节突关节角三维数字化研究及临床意义

刘祥伟[1],王 星[2,3],张少杰[2,3],李筱贺[2],史 君[4],胡 哲[5],李志军[2,3] (1.赤峰市医院骨科,内蒙古 赤峰 024000;2.内蒙古医科大学基础医学院人体解剖学教研室,内蒙古 呼和浩特 010110;3.内蒙古医科大学数字医学中心,内蒙古 呼和浩特 010110;4.内蒙古医科大学基础医学院生理学教研室,内蒙古 呼和浩特 010110;5.包头医学院职业技术学院基础科,内蒙古 包头 014030)

[摘 要] **目的** 通过薄层CT扫描和三维重建后测量,探索10~12岁儿童胸椎关节突关节角的形态特征和增龄变化规律,为临床胸椎关节相关疾病的早期诊治和预防提供理论依据。**方法** 选取无骨质破坏、畸形、骨折、肿瘤等椎骨形态结构未发生改变及既往未行脊柱相关手术的10~12岁儿童30例,行多排螺旋CT薄层扫描(0.625~1.25 mm),范围T_1~T_{12},将原始数据以DICOM格式导入三维重建软件进行相关指标测量及统计分析。**结果** 关节突矢状位角在侧别间相差均在10°以内,上关节突矢状位角在T_1、T_{11}、T_{12}间、下关节突矢状位角在T_3、T_4、T_9、T_{10}和T_{12}间差异均无统计学意义($P>0.05$)外,余差异均有统计学意义($P<0.05$)。关节突冠状位角在侧别间差异比较均无统计学意义($P>0.05$),上下关节突冠状位角总体呈"尖峰状"趋势,最大值位于T_7~T_9。上关节突水平位角侧别间仅在T_2、T_4、T_8、T_{10}和T_{12}间、下关节突水平位角则在T_7间差异有统计学意义($P<0.05$),上关节突水平位角无论左右侧,其在上胸段走势平稳,下胸段则呈递减趋势,下关节突水平位角侧别间除个别椎序外,也总体呈递减趋势,二者均在T_{11}和T_{12}中出现负角。**结论** 10~12岁儿童胸椎关节突关节角(冠状位角、矢状位角和水平位角)可直观地反映胸椎关节突随年龄增长的发育规律,验证了胸椎关节突关节角从颈椎的近水平位逐渐到胸椎的近冠状位,再到腰椎的近矢状位这一发育规律,且关节突关节角左右侧基本对称,其角度差值均小于10°。

[关键词] 胸椎;关节突关节角;数字化研究;儿童;数字医学

[中图分类号] R322.7 [文献标识码] A [收稿日期] 2016-10-09

Three dimensional digital study and clinical significance of thoracic joint angle in children aged from 10 to 12 years

LIU Xiang-wei[1], WANG Xing[2,3], Zhang Shao-jie[2,3], LI Xiao-he[2], SHI Jun[4], HU Zhe[5], LI Zhi-jun[2,3] (1. Department of Orthopedics, Chifeng Hospital, Chifeng Inner Mongolia 024000, China; 2. Department of Anatomy, Basic Medical College, Inner Mongolia Medical University, Hohhot Inner Mongolia 010110, China; 3. Digital Medical Center, Inner Mongolia Medical University, Hohhot Inner Mongolia 010110, China; 4. Department of Physiology, Basic Medical College, Inner Mongolia Medical University, Hohhot Inner Mongolia 010110, China; 5. Department of Basic Science, Vocational and Technical College of Baotou Medical College, Baotou Inner Mongolia 014030, China)

Abstract: Objective To explore the morphological characteristics and change rule of thoracic joint angles in children aged from 10 to 12 years through thinner CT scanning and 3D reconstruction, and to provide theoretical basis for early diagnosis, treatment and prevention. **Methods** Totally 30 normal cases aged from 10 to 12 years were admitted into this study. There was no bone destruction, deformity, fractures, tumors and spine surgery involved. DICOM 3.0 data of multi-slice spiral CT (0.625~1.25 mm), ranging from T_1 to T_{12}, were used for 3D reconstruction, measurement and statistical analysis. **Results** The difference between left and right sagittal section angle of zygopophysis was less than 10°. There was no significant differences between T_1, T_{11}, and T_{12} for sagittal section angle of upper zygopophysis ($P>0.05$). So was it between T_3, T_4, T_9, T_{10} and T_{12} for sagittal section angle of lower zygopophysis ($P>0.05$). While there were significant differences between others($P<0.05$). The was no significant difference between left and right coronal plane angle of zygopophysis ($P>0.05$). Coronal plane angle of lower and upper zygopophysis tended to be 'spike-like', and the maximum points were at T_7 to T_9. For horizontal plane angle, left and right upper zygopophysis made significant differences between T_2, T_4, T_8, T_{10} and T_{12} only, so did T_7 lower zygopophysis ($P<0.05$). Horizontal angle of upper zygopophysis tended to be stable in the upper thoracic both in the left and right side, while a decreasing trend was shown in lower thoracic. Horizontal angle of lower zygopophysis showed a decreasing trend generally except individual vertebrae. Both upper and lower zygopophysis showed negative angle at T_{11} and T_{12} levels. **Conclusion** Thoracic joint angles (coronal, sagittal and horizontal angle) in children aged from 10 to 12 years can directly reflect the developmental regularity with growth, and it verified the tendency that

[基金项目] 国家自然科学基金(81260269,81560348,81660358);内蒙古自然科学基金(2012MS1149);内蒙古医科大学科技百万项目(2015YKDKJBW03);内蒙古自治区高等学校科学研究资助项目(NJZC16108);内蒙古医科大学科技百万项目(2015YKDKJBW03)和内蒙古医科大学实验室开放基金(2016ZN24)

[通信作者] 李志军,E-mail:lizhijunmail@sina.com

horizontal facet joints of the cervical spine gradually changes to coronal facet joints thoracic spine and then changes to sagittal facet joints of lumbar spine. And the left and right side facet joints are basically symmetrical with the angle difference less than 10°.

Keywords: thoracic; facet joint angle; digital research; children; digital medicine

关节突关节是相邻椎骨上、下关节突之间相互连接形成的小关节,其承受着脊柱前屈、后伸、压缩、牵拉、剪切、扭转等负荷,对脊柱的轴向活动起着稳定和制约作用,是脊柱结构和功能中的重要运动枢纽关节,也是构成颈、胸、腰椎运动节段的主要骨性结构,具有重要的生物力学意义[1]。其中关节突关节角是脊柱后柱的重要结构之一[2],也是反映关节突关节形态特征的重要参数,胸椎关节突关节角的方向对决定胸椎的运动方向和范围起着至关重要的作用。

在脊柱的三柱理论学说中,关节突属于脊柱后柱的附属结构[2]。其在维持脊柱的稳定与运动中起着极其重要的作用[3]。目前,国内外学者通过基础与临床研究已证实:成人关节突的形态特征、关节突关节角的改变(如不对称性、方向改变、外伤、结核等)与脊柱椎骨退行性变、脊柱失稳、椎体滑脱、椎间盘突出和关节突骨性关节炎等有着密切的联系[4-6]。但现有的研究国内外均多集中于成人颈椎和腰椎,且多是在临床中已出现一系列症状,经诊断后方才发现某些疾病是由关节突的改变而引起,而相对于儿童胸椎关节突关节角的相关研究国内外鲜有报道,且未从发育学的角度观测这一特殊群体关节突的发育特征和规律。同时现有的研究多集中于解剖学及生物力学方面,而其影像学也多局限在尸体标本或 X 射线、MRI 观察,或 CT 在横轴面上的观测[7-8],对其三维立体形态描述报道较少。数字医学作为一门集信息化技术、图像处理技术和医学物理技术等为一体的交叉学科,有效地利用医工结合,将影像学资料利用三维重建软件进行重建与后处理,可直观、立体地显示和任意切割层面并观测关节突的相关指标参数。本研究对 10 ~ 12 岁儿童胸椎关节突关节角进行较系统研究,以探讨关节突关节角随椎序和年龄增长的发育规律及是否在儿童就存在不对称性,为该类疾病的早期诊治和预防提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 临床资料

选取在内蒙古医科大学附属医院就诊,并行影像学扫描排除骨质破坏、畸形、骨折、肿瘤等椎骨形态结构未发生改变及既往未行脊柱相关手术的 30 例儿童的胸椎影像学资料,其中男 12 例,女 18 例,年龄 10 ~ 12 岁,平均(10.87 ±0.86)岁。

1.2 扫描设备及参数条件

采用 64 排螺旋 CT 扫描仪(美国 GE 公司 Lightspeed.16)行胸部扫描。患者平卧,采用头进位,扫描范围包括 T_1 ~ T_{12} 全胸椎;扫描参数:螺旋扫描模式,管球电压 80 kV,管电流 200 mA,矩阵 512 ×512,螺距 1.375∶1,层厚 0.625 mm,扫描图像以 DICOM 格式导出存盘。

1.3 重建软件及图像配准

利用 Mimics 16.0 三维重建软件(内蒙古医科大学数字医学中心提供)进行后处理。将连续扫描的胸椎断层原始数据以“无损压缩”的方式导入 Mimics 16.0,定义上下、左右、前后方向后显示出水平面、冠状面、矢状面 3 个平面的二维图像,利用软件自带的域值设定选择拟重建部分,然后选择“Mask”,进行“阈值分割”,选择“Bone”窗口,再进行“动态区域增长”胸椎,然后进行选择“光顺”后采用软件的三维计算功能对 Mask 分别进行重建,可清晰直观地再现骨的三维形态。确定测量点,激活 Tools 工具栏,测量相关指标。为了保证胸椎椎序的定位准确性,采用三维重建胸椎时同时重建出第 1 肋和第 12 肋,以保证椎序的准确性(图 1)。

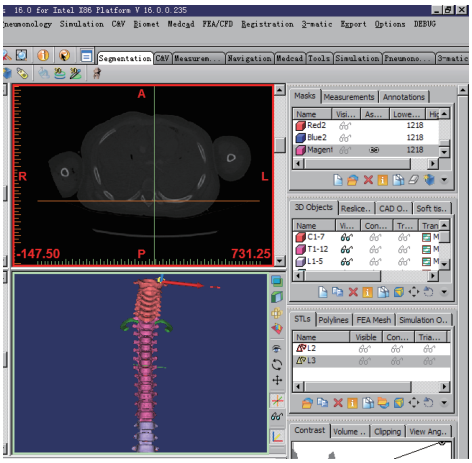
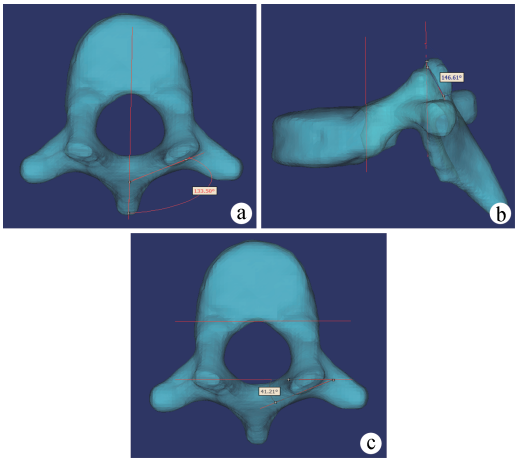


图 1 Mimics16.0 软件操作界面及三维重建效果

1.4 测量指标

儿童胸椎关节突关节相关指标的测量主要依据文献[9-11]的测量手段与方法。主要测量指标有:①关节突关节面矢状位角(sagittal facet angle,SFA):经椎体中心和棘突末端间的连线与关节突关节面切线的夹角(图 2a);②关节突关节面冠状位角(coronal facet angle, CFA):椎体后缘上、下两侧最高点连线与关节突关节面切线的夹角(图 2b);③关节突关节面水平位角

(facet horizontal position angle, FHPA):椎体后缘左、右两侧最高点连线与关节突关节面切线的夹角(图2c)。



a:测量关节突关节面矢状位角;b:测量关节突关节面冠状位角;c:测量关节突关节面水平位角

图2 测量指标及方法

1.5 统计学处理

将数据录入Excel,采用SPSS 16.0统计学软件对测得的数据进行统计分析,数据采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示;左、右侧别间和同侧上一椎体下关节面与下一椎体上关节面间采用配对 t 检验;同一测量参数在不同椎序间的比较采用多样本均数比较方差检验方法(One-Way ANOVA),多样本均数的两两比较选用SNK法;以上均确立检验水准为 $\alpha = 0.05$,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 关节突关节面矢状位角

上关节突关节面矢状位角和下关节突关节面矢状位角在左、右侧别间相差均在10°以内。上关节突关节面矢状位角在左、右侧别中,除在 T_1、T_{11}、T_{12} 间差异无统计学意义($P > 0.05$)外,其余差异均有统计学意义($P < 0.05$)。从所测数据中发现,左右侧别矢状位角大于5°以上,均存在统计学差异,且在 $T_1 \sim T_7$ 间走势平稳,从 T_8 开始随椎序递增呈逐渐递减趋势,至 T_{12} 急剧减小;下关节突关节面矢状位角在左右侧别中,除在 T_3、T_4、T_9、T_{10} 和 T_{12} 间差异无统计学意义($P > 0.05$)外,其余差异均有统计学意义($P < 0.05$)。下关节突关节面矢状位角在下胸椎总体呈递减趋势,至 T_{12} 急剧减小(表1)。

表1 关节突关节面矢状位角测量结果($\bar{x} \pm s$, $n = 30$, °)

椎序	上关节突关节面			下关节突关节面		
	左侧	右侧	P/t	左侧	右侧	P/t
T_1	107.6 ± 16.67^{a}	104.6 ± 17.26^{a}	0.27/1.12	108.2 ± 7.42^{abcd}	103.1 ± 7.58^{ab}	0.01/2.71
T_2	113.3 ± 8.67^{abcd}	107.4 ± 10.67^{abc}	0.00/3.40	111.9 ± 6.90^{abcd}	107.2 ± 4.92^{abc}	0.00/3.58
T_3	114.5 ± 6.69^{abcd}	109.8 ± 6.09^{abc}	0.00/3.75	108.7 ± 7.71^{abc}	105.3 ± 8.24^{ab}	0.09/1.74
T_4	113.8 ± 8.42^{abcd}	107.7 ± 7.50^{abc}	0.00/4.45	109.1 ± 6.44^{abc}	106.0 ± 5.81^{abc}	0.05/2.00
T_5	112.0 ± 6.93^{abcd}	106.3 ± 4.86^{a}	0.00/4.79	111.1 ± 5.59^{abcd}	103.7 ± 5.37^{ab}	0.00/8.67
T_6	112.9 ± 12.55^{abcd}	104.8 ± 4.91^{a}	0.00/3.62	107.3 ± 4.79^{abcd}	102.9 ± 4.58^{ab}	0.00/4.48
T_7	111.6 ± 5.87^{abd}	104.6 ± 7.41^{a}	0.00/5.52	106.1 ± 5.31^{abcd}	102.6 ± 5.00^{ab}	0.00/4.00
T_8	109.7 ± 5.54^{ad}	102.1 ± 5.44^{ac}	0.00/5.40	104.8 ± 5.22^{abd}	102.1 ± 3.88^{ab}	0.01/2.99
T_9	106.6 ± 6.69^{ad}	102.6 ± 4.96^{ac}	0.01/2.93	103.1 ± 6.49^{ab}	101.1 ± 5.22^{ab}	0.14/1.53
T_{10}	105.7 ± 9.18^{ad}	100.7 ± 7.97^{a}	0.00/4.90	99.81 ± 15.35^{a}	99.84 ± 15.09^{ab}	0.98/0.02
T_{11}	104.4 ± 9.41^{a}	100.6 ± 12.72^{a}	0.20/1.33	91.76 ± 19.72^{ad}	86.0 ± 11.73^{a}	0.01/2.68
T_{12}	81.6 ± 30.68	76.1 ± 24.28	0.08/1.93	40.7 ± 20.28	35.0 ± 10.98	0.30/1.10

a:与 T_{12} 比较,$P < 0.05$;b:与 T_{11} 比较,$P < 0.05$;c:与 T_{10} 比较,$P < 0.05$;d:与右侧比较,$P < 0.05$

2.2 关节突关节面冠状位角

上、下关节突关节面冠状位角在左、右侧别间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。左上关节突关节面冠状位角在 T_1、T_3 与 T_7、T_9,T_2 与 $T_7 \sim T_{10}$ 间差异有统计学意义($P < 0.05$);右上关节突关节面冠状位角只在 $T_1 \sim T_3$ 与 T_8、T_9 间差异有统计学意义($P < 0.05$);左、右上关节突关节面冠状位角总体走势均呈“尖峰状”,左上关节突关节面冠状位角最大值位于 T_7 处,其值为169.0°,而右上关节突关节面冠状位角最大值位于 T_9 处,其值为168.9°。左下关节突关节面冠状位角在 T_1 与 $T_4 \sim T_{12}$、T_2 与 $T_5 \sim T_8$ 和 T_3 与 T_7 间差异有统计学意义($P < 0.05$);右下关节突关节面冠状位角在 T_1 与 $T_2 \sim T_{11}$、T_2 与 $T_6 \sim T_9$、T_3 与 $T_6 \sim T_8$ 和 T_7 与 T_{12} 间差异有统计学意义($P < 0.05$);左、右下关节突关节面冠状位角最大值均位于 T_7 处,其值分别为170.1°和171.0°,总体走势均呈“尖峰状”(表2)。

表 2 关节突关节面冠状位角的测量结果($\bar{x} \pm s$,$n=30$,°)

椎序	上关节突关节面			下关节突关节面		
	左侧	右侧	P/t	左侧	右侧	P/t
T_1	162.4±7.24	161.0±7.16	0.44/0.78	152.7±7.16	155.2±7.57	0.24/1.21
T_2	160.0±6.42	162.1±7.47	0.24/1.21	162.0±5.80	160.7±7.90[a]	0.34/0.96
T_3	163.0±5.71	163.0±5.63	0.97/0.03	163.9±7.35	162.7±6.23[a]	0.38/0.89
T_4	165.9±6.02	163.9±6.18	0.17/1.39	166.4±5.56[a]	164.2±8.11[a]	0.13/1.55
T_5	165.5±5.95	166.1±5.56	0.66/0.44	167.6±7.07[ab]	167.3±6.16[a]	0.77/0.29
T_6	167.9±6.21	165.8±5.88	0.12/1.59	169.3±5.41[ab]	169.4±3.92[abc]	0.92/0.10
T_7	169.0±3.85[abc]	167.5±5.58	0.14/1.50	170.1±4.96[abc]	171.0±4.69[abc]	0.37/0.90
T_8	167.6±6.10[b]	168.7±4.77[abc]	0.22/1.24	168.7±6.00[ab]	169.6±5.15[abc]	0.41/0.83
T_9	168.6±5.24[abc]	168.9±4.44[abc]	0.72/0.36	167.8±4.89[a]	167.6±6.29[ab]	0.85/0.19
T_{10}	168.1±3.34[b]	167.0±5.42	0.32/1.02	166.4±4.26[a]	167.1±5.63[a]	0.44/0.77
T_{11}	166.8±5.03	167.1±4.20	0.86/0.18	165.7±5.03[a]	165.8±5.13[a]	0.96/0.05
T_{12}	164.0±4.88	164.3±7.14	0.69/0.40	166.1±7.02[a]	163.3±6.42[g]	0.16/1.52

a:与 T_1 比较,$P<0.05$;b:与 T_2 比较,$P<0.05$;c:与 T_3 比较,$P<0.05$

2.3 关节突关节面水平位角

上关节突关节面水平位角在左、右侧别中在 T_2、T_4、T_8、T_{10}和 T_{12}间比较差异有统计学意义($P<0.05$);而下关节突关节面水平位角在左、右侧别中只在 T_7 间比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。左上关节突关节面水平位角在 T_1 处其值相对较小,为 15.73°,自 T_2 至 T_7 走势较平稳,至 T_8 开始呈递减趋势,并在 T_{12} 处出现负角。右上关节突关节面水平位角在 T_1 处其值相对较小,为 11.83°,从 T_2 至 T_7 走势较平稳,至 T_8 开始呈减小趋势,也在 T_{12}处出现负角。左下关节突关节面水平位角在 T_1 处其值相对较小,除 T_5、T_7 外,自 T_2 开始呈递减趋势,并在 T_{11} 和 T_{12}中出现负角。右下关节突关节面水平位角在 T_1 处其值相对较小,自 T_2 开始呈递减趋势,并在 T_{11} 和 T_{12}中出现负角(表 3)。

表 3 关节突关节面水平位角的测量结果($\bar{x} \pm s$,$n=30$,°)

椎序	上关节突关节面			下关节突关节面		
	左侧	右侧	P/t	左侧	右侧	P/t
T_1	15.73±10.52[a]	11.83±11.54[a]	0.18/1.38	16.59±5.25[abc]	14.98±8.16[abc]	0.39/0.88
T_2	22.18±7.93[abce]	17.87±9.74[abc]	0.00/3.05	19.49±7.60[abcd]	18.15±5.38[abc]	0.44/0.78
T_3	21.87±6.93[abc]	20.95±5.79[abc]	0.55/0.61	17.09±6.93[abcd]	17.38±4.98[abc]	0.85/0.18
T_4	22.13±7.48[abce]	18.55±7.33[ac]	0.03/2.23	17.16±5.86[abcd]	17.67±5.83[abc]	0.77/0.30
T_5	20.69±6.06[abc]	18.11±5.32[ac]	0.05/2.04	19.22±7.05[abcd]	16.52±4.84[abc]	0.07/1.86
T_6	19.62±5.72[abc]	17.50±5.52[ac]	0.23/1.23	14.97±6.58[abc]	15.17±5.34[abc]	0.90/0.12
T_7	19.77±5.19[abc]	16.24±7.99[ac]	0.05/2.03	16.11±5.08[abce]	13.28±6.96[abc]	0.02/2.54
T_8	16.67±5.33[ae]	13.93±5.36[a]	0.01/2.61	12.19±5.35[abc]	12.52±5.62[abc]	0.81/0.24
T_9	15.65±6.96[a]	14.80±4.89[a]	0.49/0.69	11.53±7.55[ab]	12.34±5.25[abc]	0.59/0.54
T_{10}	14.13±8.32[ae]	11.62±7.04[a]	0.02/2.59	7.53±19.60[ab]	7.74±20.17[ab]	0.82/0.23
T_{11}	14.32±8.85[a]	14.93±6.57[a]	0.77/0.29	−4.62±18.72[a]	−3.47±12.08[ab]	0.60/0.53
T_{12}	−8.25±30.99[e]	−14.90±25.62	0.03/2.41	−48.28±18.18	−50.49±12.25	0.65/0.47

a:与 T_{12}比较,$P<0.05$;b:与 T_{11}比较,$P<0.05$;c:与 T_{10}比较,$P<0.05$;d:与 T_9 比较,$P<0.05$;e:与右侧比较,$P<0.05$

3 讨论

脊柱是上承颅脑、下连髂骨、中附肋骨,参与构成胸廓、腹腔及骨盆后壁的力学桥梁与身体支柱,其承受着有别于其他脊椎动物的由“横梁”变“立柱”的力学载荷,其 4 个生理性弯曲使脊柱成为一个刚柔并济、柔韧有余的“精密大弹簧”,然而 4 个弯曲的形成并非与生俱来,而是与日俱增、日新月异地随年龄增长逐渐发育形成。无论何年龄段,脊柱均担负着支撑身体、减少震荡、多维运动、保护内脏和传递信息等重要功能。关节突作为脊柱后柱的重要组成部分,其关节直接承受着脊柱前屈、后伸、压缩、牵拉、剪切、扭转等负荷,脊柱关节突关节的方向从颈椎段“近水平位”,逐渐到胸椎段“近冠状位”,再到腰椎段的“近矢状位”,此结构特征的变化是脊柱所特有,而且其作为运动枢纽,对维持脊柱稳定及正常生理活动起着至关重要的作用[12]。同时脊柱结构的稳定性对于维持脊柱正常形态和生理功能也具有重要意义,椎体、椎间盘和脊柱韧带对维持小关节的稳定和平衡为静力平衡;脊柱周围肌肉、肌腱及内压对维持小关节稳定和平衡的作用为动力平

衡[13]。关节突关节对脊柱的影响介于动静平衡之间，不同脊柱节段其形态特征和力学作用也不尽相同。

胸椎关节突关节的形态特征和关节突关节角的方向能够决定胸椎的运动方向和旋转活动范围。胸椎的关节突关节角实际上是一个“三维角”，是各关节突关节面与冠状面、矢状面、水平面3个面所成夹角。就其三维角的测量，目前有学者集中在影像学上二维平面所进行的测量，主要以矢状位角和冠状位角为主，但本研究认为水平面上所测的“冠状位角”严格意义上讲应是水平位角，而冠状位角应该是椎体后缘上、下两侧最高点连线与关节突关节面切线的夹角。这与Kunkel等[11]所描述的一致。关节突的三维角对胸椎运动所起的作用也不同：矢状位角有利于胸椎的前屈后伸活动，同时又能限制胸椎的过度屈伸造成局部损伤；冠状位角能限制胸椎的前屈后伸和旋转运动；而水平位角则允许胸椎椎骨之间在水平面上做适度的旋转活动[14-15]。

关于三维角的测量，各学者所测结果也不尽相同，目前的研究多以颈椎和腰椎关节突关节角的不对称性为主。李志军等[16]对100具成人全脊柱干燥骨标本胸椎上关节突关节角进行测量，其测量相当于本研究中的水平位角，发现T_2～T_{12}上关节突关节角度变化范围很小，在－13.30°～15.8°，T_1和T_{12}属过渡型角；本研究所测10～12岁儿童的角度均值为7.53°～－50.49°，也在T_{12}处变化较大，二者间出现的差异是作者对正负角定义不同所致。

关节突关节角的不对称性与脊柱的退行性病变、脊柱不稳、疼痛等之间是否存在着因果关系，有学者认为大于5°为左右不对称[17]，多数学者认为大于10°为左右不对称[18-19]。本研究发现左右侧关节突关节角若大于5°则肯定出现显著性差异，至于是否会出现上述症状则无从考证，还有待进一步研究。但赵冰[20]通过对正常成人颈椎关节突关节角的方向性变化规律研究发现其与颈椎病的临床关系存在着一定的关联，而徐聪[21]则通过研究认为关节突关节矢状位角的不对称程度、关节突关节的退变程度和椎间盘的退变程度三者之间无显著的相关性，关节突矢状位角的不对称性、关节突的退变程度和椎间盘的退变程度以及引起颈椎滑脱程度的关系需要更多的纵向研究来解决；张可方[22]通过对93例成人下胸椎的关节突关节角进行测量后发现，胸椎关节突关节角的不对称性与胸椎黄韧带骨化间存在着一定的相关性，在一定条件下容易诱发黄韧带骨化；Tulsi等[23]认为关节突关节角的不对称性改变了腰椎节段的运动生物力学，是造成关节内或相邻椎间盘早期退行性病变、发生腰痛的重要原因。本研究对10～12岁儿童胸椎关节突关节角的观测发现：冠状位角均值为152.7°～169.4°，符合胸椎关节突关节面“近冠状位”；矢状位角均值35.0°～114.5°，下胸椎至腰椎间矢状位角逐渐变小，符合关节面从胸段“近冠状位”到腰段的“近矢状位”的脊柱发育规律；水平位角均值7.53°～－50.49°，也是符合脊柱关节突关节面的变化规律；关节突关节角在10～12岁儿童中左右侧别间绝大部分小于5°，仅在矢状位角中部分大于5°，并经统计学分析发现存在显著性差异，但所有角度差值均小于学者们提出的“大于10°为左右不对称”的标准。本研究结果证明10～12岁儿童脊柱关节突关节角基本不存在不对称性；左右侧关节突关节角的不对称性若大于5°则肯定出现显著性差异，至于其是否会引起脊柱的退行性病变、脊柱不稳、疼痛等症状还有待于进一步研究。

10～12岁儿童胸椎关节突关节角（冠状位、矢状位和水平位）可较直观地反映胸椎关节突随年龄增长的发育规律，验证了胸椎关节突关节角从颈椎的近水平位逐渐到胸椎的近冠状位，再到腰椎的近矢状位这一发育规律，且左右侧关节突关节角差值均小于10°，提示胸椎关节突关节角在10～12岁儿童左右侧基本对称。但也存在不足之处，本研究在设计之初是按性别和年龄分组进行研究，但在实际临床影像资料收集过程中，没有达到预期目的，只收集到满足课题条件的资料30例，样本量较小，在一定程度上不能真实反应10～12岁儿童胸椎关节突的各项参数指标，并且儿童处于生长发育快速期，小样本量不足以发现其关节突的变化规律；后期将继续进行资料收集，力争通过大样本量，探讨儿童胸椎关节突形态特征及其关节角在男女性别和不同年龄段中是否具有不同于青少年和成人的特点。

[参考文献]

[1] Kalichman L, Hunter DJ. Lumbar facet joint osteoarthritis: a review[J]. Semin Arthritis Rheum, 2007, 37(2): 69－80. doi: 10.1016/j.semarthrit.2007.01.007.

[2] Denis F. The three columnspine and its significance in the classification of acate thoracolumbar spine injure[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1983, 8(8): 817－831.

[3] 陈其昕，陈维善，徐少文，等. 下腰椎疾患的腰椎小关节角变化规律及其临床意义[J]. 中华骨科杂志，2000，20(1)：51－53.

[4] Kim HJ, Chun HJ, Lee HM, et al. The biomechanical influence of the facet joint orientation and the facet tropism in the lumbar spine[J]. Spine J, 2013, 13(10): 1301－1308. doi: 10.1016/j.spinee.2013.06.025.

[5] Ishihara H, Matsui H, Osada R, et al. Facet joint asymmetey as a radiologic feature of lumbar interverbebral dise herniation in children and adolescents[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1997, 22(17): 2001－2004.

[6] Tachihara H, Kikuchi S, Konno S, et al. Does facet joint inflammation induce radiculopathy? an investigation using a ratmodel of lumbar facet

doi:10.11659/jjssx.12E016003

β-catenin 对人牙周膜干细胞应力成骨调控作用的研究

秦 凡,周述作,罗金英,寇婷婷,崔 岳,蔡江文,周继祥 (第三军医大学西南医院口腔科,重庆 400038)

[摘 要] **目的** 探讨 β-catenin 对人牙周膜干细胞应力下成骨的影响。**方法** 体外分离培养人牙周膜干细胞,以 β-catenin 为靶点的激动剂和抑制剂上调或下调其 β-catenin 蛋白的表达,用 Western blot 检测不同时段(0、6、12、24 h)的应力作用下,激动剂或抑制剂处理后 PDLSC 中 β-catenin 的表达水平及相关成骨标志物 ALP、BMP2、Runx2 的表达。**结果** 在外源性张应力作用下,成骨相关标志物 ALP、Runx2 较无张力组的表达水平增加($P<0.05$);β-catenin 激动剂 WAY-262611 作用后的 PDLSCs,在外源性张应力条件下,成骨相关标物 ALP 的表达在加力 0~12 h 时段较 DMSO 加力组(对照组)明显增强($P<0.05$)。**结论** Wnt/β-catenin 信号通路参与了 PDLSCs 早期的应力条件下成骨。

[关键词] 人牙周膜干细胞;Wnt/β-catenin 信号通路;成骨分化;外源性张应力
[中图分类号] R329 [文献标识码] A [收稿日期] 2016-12-03

Study on the β-catenin regulating osteogenesis of human periodontal ligament stem cells under mechanical tension

QIN Fan, ZHOU Shu-zuo, LUO Jin-ying, KOU Ting-ting, CUI Yue, CAI Jiang-wen, ZHOU Ji-xiang (Department of Stomatology, Southwest Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To investigate the effect of β-catenin on the osteogenic differentiation of human periodontal ligament stem cells (PDLSCs) under mechanical tension. **Methods** PDLSCs were seperately cultured in vitro from the periodontium attached at freshly extracted teeth. β-catenin-targeting agonist or inhibitor was applied to the PDLSCs to upregulate or downregulate the expression of activity of β-catenin protein. The expression of β-catenin protein and the osteogenetic related markers (ALP, BMP2, Runx 2) under the mechanical tension

[基金项目] 国家自然科学基金(30870599)
[通信作者] 周继祥,E-mail:Zhoujx6518@sina.com

joint inflammation[J]. Spine(Phila Pa 1976),2007,32(4):406-412. doi:10.1097/01.brs.0000255094.08805.2f.
[7] 席新华,吴 强,唐华军,等. 成人下颈椎椎体与关节突关节倾角的X射线测量数据[J]. 中国组织工程研究与临床康复,2009,13(4):662-666.
[8] 孙锡和,曹来宾,张立安,等. 颈椎关节突关节形态和水平倾角的CT研究[J]. 中华放射学杂志,1996,30(5):341-343.
[9] 徐荣明,刘观燚,赵红勇,等. 胸椎关节突关节解剖学测量与经关节螺钉固定的关系[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2010,25(6):481-483.
[10] 刘观燚,徐荣明,马维虎,等. 下颈椎关节突关节的解剖学测量与经关节螺钉固定的关系[J]. 中国脊柱脊髓杂志,2007,17(2):140-144.
[11] Kunkel ME, Schmidt H, Wilke HJ. Prediction of the human thoracic and lumbar articular facet joint morphometry from radiographic images[J]. J Anat,2011,218(2):191-201. doi:10.1111/j.1469-7580.2010.01323.x. Epub 2010 Nov 29
[12] Jaumard NV, Welch WC, Winkelstein BA. Spinal facet joint biomechanics and mechanotransduction in normal, injury and degenerative conditions[J]. J Biomech Eng,2011,133(7):071010. doi:10.1115/1.4004493
[13] 王 非,瞿东滨,金大地,等. 实验性腰椎失稳致椎间盘退变的放射影像学观察[J]. 中国矫形外科杂志,2003,11(2):113-115.
[14] Kang KC, Lee CS, Shin SK, et al. Ossification of the ligamentum flavum of the thoracic spine in the Korean population[J]. J Neurosurg Spine,2011,14(4):513-519. doi:10.3171/2010.11.SPINE10405.
[15] Kunakornsawat S, Ngamlamaidt K, Tungsiripat R, et al. The relationship of facet tropism to lumbar disc herniation[J]. J Med Assoc Thai,2007,90(7):1337-1341.
[16] 李志军,张少杰,李筱贺,等. 脊柱关节突关节角变化特点及其临床意义[J]. 中国运动医学杂志,2006,25(3):348-350.
[17] Do DH, Taghavi CE, Fong W, et al. The relationship between degree of facet tropimand amount of dynamic disc bulge in lumbar spine of patients symptomatic for low backpain[J]. Eur Spine J,2011,20(1):71-78. doi:10.1007/s00586-010-1558-8.
[18] 杨卫新,章 稼,何 怀,等. 腰椎侧弯患者关节突关节形态及其临床意义[J]. 中国康复医学杂志,2003,18(11):656-658.
[19] Chadha M, Sharma G, Arora SS, et al. Association of facet tropism with lumbar disc herniation[J]. Eur Spine J,2013,22(5):1045-1052. doi:10.1007/s00586-012-2612-5.
[20] 赵 冰. 正常成人颈椎关节突关节角的方向性研究以及与颈椎病的临床关系[D]. 石家庄:河北医科大学,2008.
[21] 徐 聪. 颈椎关节突关节矢状位角不对称的影像学研究及其临床意义[D]. 广州:南方医科大学,2013.
[22] 张可方. 下胸椎关节突关节角方向与胸椎黄韧带骨化临床关系研究[D]. 郑州:郑州大学,2012.
[23] Tulsi RS, Hermanis GM. A study of the angle of inclination and facet curvature of superior lumbar zygapophyseal facets[J]. Spine(Phila Pa 1976),1993,18(10):1311-1317.

(编辑:周小林)