doi:10.11659/jjssx.04E016038

青少年骶骨孔的特征性变化及临床意义

王 威[1,2],王 星[3,4],陈连香[5],张少杰[3,4],李志军[3,4] (1.内蒙古自治区人民医院急诊外科,内蒙古 呼和浩特 010017;2.北京中医药大学研究生院,北京 100029;3.内蒙古医科大学基础医学院解剖教研室,内蒙古 呼和浩特 010059;4.内蒙古医科大学基础医学院数字医学中心,内蒙古 呼和浩特 010059;5.内蒙古医科大学附属医院血液科,内蒙古 呼和浩特 010050)

[摘 要] **目的** 通过对12~18岁青少年骶骨前孔、骶骨后孔等解剖结构的CT影像学扫描和三维重建测量,探讨骶骨前孔、骶骨后孔的解剖学结构意义和发育规律及增龄变化特征,为青少年骶骨疾病的诊断和治疗提供解剖学依据。**方法** 选取我院少年无外伤、神经症状和体征的患者30例,双源64排螺旋CT薄层扫描,扫描范围为盆腔,将获得的骶段CT原始数据以DICOM格式导入Mimics软件进行相关指标测量,并进行统计分析。**结果** 青少年骶骨前孔和骶骨后孔的高、宽和骶前孔内缘间距在性别与侧别间差异均无统计学意义($P>0.05$),骶骨各孔径线随着年龄的增长呈递增趋势,骶骨前孔各孔径线和骶孔间距随着椎序的增长呈递减趋势,且存在显著差异。**结论** 青少年骶前孔、骶后孔等相关结构解剖学参数呈规律性变化过程,临床应用时须结合个体化影像学结果及组织工程逆向成型技术及生物力学研究成果的支持,才能使骶骨内固定技术达到个体化治疗的满意效果。

[关键词] 骶骨;骶前孔;骶后孔;特征变化

[中图分类号] R681.5+8 [文献标识码] A [收稿日期] 2016-04-10

Characteristic changes of sacral foramina in adolescents and its clinical significance

WANG Wei[1,2], WANG Xing[3,4], CHEN Lian-xiang[5], ZHANG Shao-jie[3,4], LI Zhi-jun[3,4] (1. Department of Emergency, People's Hospital of Inner Mongolia, Huhhot Inner Mongolia 010017, China; 2. Graduate College, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China; 3. Department of Anatomy, Inner Mongolia Medical University Basic Medical College, Hohhot Inner Mongolia 010059, China; 4. Digital Medical Center, Inner Mongolia Medical University Basic Medical College, Hohhot Inner Mongolia 010059, China; 5. Department of Hematology, Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Huhhot Inner Mongolia 010050, China)

Abstract: Objective To study the developmental patterns and aging characteristics of anterior sacral foramina and posterior sacral foramina in adolescents aging from 12 to 18 years old through CT imaging scanning and three-dimensional reconstruction measurement, and to provide the anatomical basis for the diagnosis and treatment of sacral vertebra diseases. **Methods** The 30 adolescents without any the problems of nervous system were selected to conduct 64-slice spiral CT in the pelvic cavity. The original data were input into three-dimensional reconstruction software Mimics with the form of DICOM, and the relevant indicators were measured and analyzed. **Results** There was no significant difference in the height, width and distance of inner edge of anterior sacral foramina and the posterior sacral foramina in different gender and sides ($P>0.05$). The physical development of human increases gradually with age and there were significant differences. **Conclusion** There is a regular change process in the relevant indicators of anterior sacral foramina and posterior sacral foramina in adolescents. But the clinical application must be combined with the results of individual imaging, the technology of reverse engineering and the support of rapid prototype manufacturing so as to meet the satisfactory results of individualized treatment.

Keywords: sacrum; anterior sacral foramina; posterior sacral foramina; characteristics changes

随着交通工具等日益普及,交通事故所致的骶骨骨折类疾病的发病率呈逐年上升趋势,尤其是青少年患者逐渐增多。骶骨特殊的骨松质解剖结构很容易骨折,对骨盆的稳定性产生严重影响,也易引起神经系统等损害,出现诊断和治疗错误而产生一系列晚期并发症,影响患者的生活和工作[1-2]。骶骨骨折治疗的根本目的是矫正畸形,维持稳定结构,避免压迫神经。随着近几十年骶骨生物力学的发展,诞生了以骶髂螺钉、钉棒系统等为代表的新一代骶骨内固定技术,有效完成了骶骨的三维固定,达到了较为理想的治疗目的,成为常用的内固定系统。由于青少年骶骨骨折是极其复杂的高能量骨折,骨折类型个体化差异较大,目前青少年型骶骨骨折的治疗仍面临巨大挑战[3-5]。本研究通过30例青少年骶骨前孔、骶骨后孔相关结构的应用解剖学研究,为临床应用提供骶骨孔等骨性结构的详实数据,为安全准确置入骶骨螺钉提供解剖学理论参考值。

[基金项目] 国家自然科学基金(81560348);内蒙古自治区人民医院院内科研基金(2015067);内蒙古自治区高等学校科学研究资助项目(NJZC16108)

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

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取在我院进行双源 64 排螺旋 CT 扫描的无腰骶椎疾病的少年患者 30 例,其中男 15 例,女 15 例,年龄 12~18 周岁,平均(14.35±4.99)岁。

1.2 方法

采用德国 Siemens 炫速双源 64 排螺旋 CT,患者取标准中立仰卧位,身体长轴与机床平行,双臂抱头,扫描范围为盆腔,扫描线与身体中轴线垂直,扫描参数:准值 0.625 mm,采用 Z 轴飞焦点技术采集 64 层。探测器排列:64 mm×0.625 mm,重建层厚 0.75 mm,重建间距 0.5 mm,采集矩阵 512 dpi×512 dpi,显示矩阵1 024 dpi×1 024 dpi,A 管球电压 140 kV,电流104 mA,B 管球电压 100 kV,电流 104 mA。将扫描原始数据选取后以 DICOM 格式导入计算机工作站,利用比利时 Materialise 公司 Mimics 16.01 软件(由内蒙古医科大学数字医学中心提供)行三维重建后处理并测量。

1.3 测量指标

骶前孔宽((the anterior sacral foramina width,ASW):骶前孔的左右间最远距离;骶前孔高(the anterior sacral foramina height,ASH):骶前孔的上下间最远距离;骶后孔宽(the posterior sacral foramina width,PSW):骶后孔的左右间最远距离;骶后孔高(the posterior sacral foramina height,PSH):骶后孔的上下间最远距离;骶孔内缘间距(the distance between two foramina inner edge of the same sacral,DFE)左右骶孔内缘间的距离。

1.4 统计学方法

将数据录入 Excel 并用 SPSS 13.0 软件进行整理和统计学分析,数据采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,性别与侧别间采用配对 t 检验;不同年龄组与椎序间变化的比较采用多样本均数比较的方差齐性检验;确立检验水准为 $\alpha=0.05$,$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

本组由于样本量小,多分布于 14~16 周岁年龄段,且样本间性别和骶骨孔大小在左右侧别经统计学分析差异无统计学意义($P>0.05$),故数据合并统计,计算为一个年龄段(12~18 周岁)的指标。骶骨共有 4 对骶骨前孔和骶骨后孔,骶骨前孔的高、宽及骶骨前孔间距从 S_1~S_4 随椎序增加呈逐渐递减趋势,S_4 为最小值且变化最大,S_4 与 S_1~S_3 的 ASW 和 ASH 之间比较,差异具有统计学意义($P<0.05$)。骶骨前孔间距也随椎序增加呈下降趋势,S_1 与 S_2~S_4 差异具有统计学意义($P<0.05$),S_1 处骶骨前孔间距最大。PSW 在 S_1 与 S_2~S_4 比较,差异具有统计学意义($P<0.05$),而 PSH 的变化无明显规律,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。骶前孔形状一般为规则的近圆形,因此骶前孔面积变化从 S_1~S_4 也呈递减趋势,S_1 处为最大值,S_4 处为最小值。骶后孔形状多为不规则形状,且变化较多。

表 1 青少年骶骨孔相关解剖学参数($\bar{x}\pm s$,$n=30$)

椎序	ASW (mm)	ASH(mm)	PSW(mm)	PSH(mm)	DFE(mm)
S_1	12.30±3.40*	11.94±2.39*	9.88±2.32	7.63±1.90	32.15±4.56
S_2	12.36±2.20*	11.19±1.92*	7.50±1.49#	8.00±1.96	27.59±2.99#
S_3	11.17±3.02*	11.02±2.72*	6.77±2.02#	7.22±1.63	25.00±3.37#
S_4	6.98±1.44	7.14±1.41	6.44±0.86#	8.28±1.95	24.04±2.74#

*:与 S_4 比较,$P<0.05$;#:与 S_1 比较,$P<0.05$

3 讨论

骶骨为一不规则倒锥形松质骨,由 5 节骶椎相互融合。骶骨孔分布于骶骨前后部,形成蜂窝状结构,前后孔相通,内有第 1~4 骶神经的前根和后根分别穿出,是骶骨的薄弱部位。骶骨骨松质含量较多,骨折后出血较多,骨折后能量往往传导至这些结构导致损伤骶骨和孔内神经[6]。Denis 等[7]将骶骨按解剖区域划分为 3 个区:骶骨翼区(Ⅰ区)、骶孔区(Ⅱ区)、中央骶管区(Ⅲ区)。Ⅰ区损伤为单纯骶骨翼骨折,Ⅱ区损伤为骶骨孔骨折,Ⅲ区损伤为骶骨中央椎管骨折,Ⅲ区损伤程度最为严重。青少年骶骨处骨折为高能量损伤,多数学者认为应该早期手术将骶骨骨折复位,解除骨折处的神经压迫,防止神经的被动牵拉,并减少骨性骨痂形成所致的二次神经损伤。如果骶骨骨折合并骶神经损伤早期未能理想复位,将会遗留骶神经损伤症状,导致治疗效果不满意。另外由于骶骨富含松质骨,骨折愈合速度快,若延误复位则易形成骨性骨痂更加难以复位。蒋欣等[8]通过对 14 例 DenisⅢ型骶骨骨折患者进行髂骨螺钉的固定手术治疗,获得了满意疗效。他们认为在腰椎上选择椎弓根钉,在骶骨岬处使用 S_1 椎弓根钉,通过髂骨内螺钉固定髂骨,通过使用横连来达到骶尾部的生物力学性能,经过平均 35 个月的随访,术后骶髂关节的功能几乎未受影响。

重建锁定加压钢板是骶骨骨折常用的内固定系统,其独特的螺钉锁定设计使钢板螺钉形成一体固定可靠,能够使骶骨骨折得到坚强的固定,且生物力学优越,不会对神经血管产生二次伤害。重建锁定加压钢板的宽度和螺钉的直径由骶前孔面积和骶前孔间距等因素相互决定,这就要求在青少年骶骨骨折患者置钉修复骶孔骨折过程中应根据不同部位选取相应型号宽度的重建钢板和相应型号直径的螺钉。一般来说,青少年骶骨骨折患者优先选用比成人型号较小的钢板螺钉。在置钉过程中还应考虑重建钢板的弧度,因重建钢板紧密贴合髂骨及骶骨后,对骶骨可起到牢固固定作用,不会产生应力遮挡[9]。

我们运用 Mimics 软件可以非常方便地重建骶骨三维立体结构。将 CT 扫描的骶骨薄层图像导入 Mimics 软件,重建骶骨标本,这样可以更好地将骶骨骨折分型分类,术前将所获重建骶骨数字化标本信息用计算机快速成型技术制作成实体树脂模型,根据模型判断骶骨损伤情况和骨折移位程度,并在仿真模型的指导下直接设计和模拟手术方案,这样可以大大提高螺钉内固定术的置钉成功率,避免反复对松质骨的穿透而造成的医源性损伤。术中可结合国人少年(12~18 岁)骶骨解剖学的数据选择合适螺钉,这样才能真正达到个体化治疗的目的。杨鹏等[10]采用 3D 打印技术辅助手术治疗骶骨骨折合并骶丛神经损伤的患者,根据打印出的 3D 骨盆模型,评估情况规划手术方案,最终使骨折块达到稳固固定,实现对骶丛神经的彻底减压,同时避免术中对骶丛神经的再次损伤,取得满意疗效,达到个体化治疗效果。

我们还通过 CT 扫描的骶骨薄层图像发现:骶骨富含骨松质,骨小梁具有独特的结构特点,骶骨杆状骨小梁较多,片状骨小梁较少,杆状骨小梁分布、结构、异向性等均存在变化,由此推测骶孔处力学特性更为薄弱,这就是骶孔骶管区较易发生骨折的原因[11-12]。由于骶骨多为骨松质构成,我们可进行个体骶骨骨小梁有限元分析,建立骶骨损伤有限元模型,判断骶骨质疏松的敏感性,为防治该类疾病提供有意义的方法,也使骨质疏松症真正达到个体化治疗的目的[13-16]。

[参考文献]

[1] 韩 曦,朱雪莲,王培军,等. 骶前、后孔的测量及意义[J]. 黑龙江医药科学,2007,30(3):20 - 21. doi:10.3969/j.issn.1008 - 0104.2007.03.011.

[2] 王振峰,李志军,李筱贺,等. CT 三维重建青少年胸椎椎弓根断面测量的解剖学研究[J]. 中国临床解剖学杂志,2011,29(2):193 - 196. doi:10.13418/j.issn.1001 - 165x.2011.02.030.

[3] 刘永刚,白靖平,锡林宝勒日,等. 骶骨前孔区应用解剖学研究[J]. 中国临床解剖学杂志,2004,22(2):143 - 147. doi:10.3969/j.issn.1001 - 165X.2004.02.010.

[4] Li MJ,Dai GQ,Wang D,et al. Anatomical and biomechanical analysis of sacral pedicle and lateral mass[J]. Chin J Traumatol,2011,14(1):29 - 35. doi:10.3760/cma.j.issn.1008 - 1275.2011.01.006.

[5] 王 星,史 军,张少杰,等. 三维图像测量青少年颈椎钩突的形态特征[J]. 中国组织工程研究与临床康复,2011,15(30):5587 - 5590. doi:10.3969/j.issn.1673 - 8225.2011.30.019.

[6] 雷 伟,吴子祥. 脊柱外科与工程力学[J]. 第四军医大学学报,2008,29(1):2 - 4. doi:10.3321/j.issn:1000 - 2790.2008.01.002.

[7] Denis F,Davis S,Comfort T. Sacral fractures:an important problem Retrospective analysis of 236 cases[J]. Clin Orthop Relat Res,1988(227):67 - 81.

[8] 蒋 欣,谭明生. DenisⅢ型骶骨骨折合并神经损伤的外科治疗[J]. 实用骨科杂志,2008,14(3):129 - 132. doi:10.13795/j.cnki.sgkz.2008.03.013.

[9] 孙乃坤,苏华宁. 骶骨骨折合并神经损伤的临床分型及治疗[J]. 中国现代药物应用,2015,9(18):40 - 41. doi:10.14164/j.cnki.cn11 - 5581/r.2015.18.029.

[10] 杨 鹏,叶添文,张 帆,等. 3D 打印技术辅助手术治疗骶骨骨折伴骶丛神经损伤[J]. 中华创伤骨科杂志,2015,17(1):13 - 17. doi:10.3760/cma.j.issn.1671 - 7600.2015.01.005.

[11] 邓亦奇,许中豹,罗利芳,等. 骶骨椎弓根螺钉治疗骶骨骨折的数字解剖学研究[J]. 中华创伤杂志,2015,31(9):845 - 849. doi:10.3760/cma.j.issn.1001 - 8050.2015.09.022.

[12] 肖滋润,熊 革,陶 剑,等. Micro CT 扫描正常月骨的显微形态学研究[J]. 中华手外科杂志,2015,31(6):455 - 459. doi:10.3760/cma.j.issn.1005 - 054X.2015.06.022.

[13] 付 鑫,马剑雄,董宝康,等. 骨微结构检测方法研究进展[J]. 中国骨与关节外科,2009,2(6):509 - 514. doi:10.3969/j.issn.1674 - 1439.2009.06.020.

[14] 张 迪,金东春,周 摇,等. 应用 micro CT 骨组织微细解剖学分析[J]. 安徽医科大学学报,2012,47(7):859 - 860. doi:10.3969/j.issn.1000 - 1492.2012.07.028.

[15] 崔 轶,徐永清,唐 辉,等. 显微 CT 在骨质疏松研究领域的研究进展[J]. 中国骨质疏松杂志,2012,18(1):87 - 90. doi:10.3969/j.issn.1006 - 7108.2012.01.021.

[16] 谢俊祥,张 琳. Micro CT 国内外技术、产业发展现状及应用趋势的研究[J]. 中国医疗器械信息,2016,22(2):1 - 11. doi:10.15971/j.cnki.cmdi.2016.02.001.

(编辑:周小林)