

寰椎椎弓根进钉通道的数字解剖学研究

谭 健¹, 王文军¹, 李严兵²

(1 南华大学附属第一医院脊柱外科; 2 南华大学人体解剖学教研室 421001 湖南省衡阳市)

【摘要】目的:探讨寰椎椎弓根进钉通道在矢状面角(SSA)为 0°时不同水平面角(TSA)方向投影的变化规律。**方法:**将 20 例健康成年志愿者(男 12 例,女 8 例;年龄 24~68 岁,平均 45 岁)的寰椎 CT 连续断层扫描数据导入 Mimics 10.01 软件,三维重建寰椎数字解剖模型,将重建的结果以 .stl 格式保存,再将寰椎数字模型导入 UG Imageware 12.0,建立寰椎椎弓根进钉通道数字化分析方法,确定三维参考平面,分析在 SSA 为 0°时左右椎弓根 TSA 分别从 0°~30°,均匀间隔 5°,观察 280 个寰椎椎弓根进钉通道的长度和内切圆半径的变化规律。**结果:**280 个寰椎椎弓根进钉通道的长度为 20.54~33.21mm,其中 11 个通道长度小于最短椎弓根螺钉长度(<22mm);TSA 为 0°进钉时左右通道长度均最大,左右侧比较无显著性差异($P>0.05$),5°~30°进钉时同一进钉角度左右侧比较有显著性差异($P<0.05$);同侧不同进钉角度比较无显著性差异($P>0.05$)。280 个寰椎椎弓根螺钉通道的内切圆半径为 1.38~2.51mm,其中有 42 个内切圆半径小于最小椎弓根螺钉半径(<1.75mm);同一进钉角度右侧内切圆半径与左侧比较及同侧不同进钉角度比较均无显著性差异($P>0.05$)。**结论:**不同个体甚至同一个体的左右两侧椎弓根形态之间有较大差异。部分寰椎椎弓根进钉通道长度和内切圆半径小于椎弓根螺钉最小长度和最小半径,椎弓根进钉通道内切圆半径小于最小椎弓根螺钉半径时置钉会冲破椎弓根的皮质骨,不适合采用经寰椎椎弓根螺钉内固定技术。术前用数字化技术测量寰椎椎弓根进钉通道可以实现个体化置钉。

【关键词】寰椎;椎弓根通道;数字解剖学;椎弓根螺钉

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2010.11.02

中图分类号:R687.3,R814.42,R322 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2010)-11-0885-04

Digital anatomic study of atlas pedicle screw channel/TAN Jian,WANG Wenjun,LI Yanbing//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord,2010,20(11):885-888

【Abstract】Objective:To investigate the regular pattern of atlas pedicle screw channels in different transverse section angles(TSA) when placed as 0° sagittal section angles(SSA).**Method:**CT scan images of atlas of 20 healthy adult volunteers (12 males,8 females;aged 24-68,average 45 years old) were digitally analyzed by Mimics 10.01 software (Materialise),and their three-dimensional (3D) models were established.These models were saved as .stl format,then imported to UG Imageware 12.0 software to establish the digital method for analyzing the atlas pedicle screw channels,and determine the reference 3D plane,under the condition of SSA at 0° invariably,TSA changed evenly between 0°-30° at an interval of 5°.The changing pattern of the length and the inscribed circle radius of 280 atlas pedicle screw channels were analyzed.**Result:**The length of the 280 atlas pedicle screw channels was about 20.54-33.21mm.11 channels were shorter than the shortest screw length (<22mm).The changing pattern of the length of atlas pedicle screw channels was that when the transverse section angles of the entering screw was 0°,the length was the longest.No side-related difference was noted($P>0.05$).When the angle was between 5°-30°,the side-related difference was significant($P<0.05$).Ipsilateral varied angle of the entering screw showed no significant difference($P>0.05$).The inscribed circle radius of 280 atlas pedicle screw channels was between 1.38-2.51mm;42 inscribed circle radius were shorter than the shortest ones(<1.75mm).No side-related difference was significant($P<0.05$);Ipsilateral varied angle of the entering screw showed no significant difference ($P>0.05$). **Conclusion:**The morphology of bilateral pedicle of C1 vary significantly in different patients,or even in the same patient.In some patients,the pedicle channels

第一作者简介:男(1982-),住院医师,硕士研究生,研究方向:脊柱外科(现在南华大学附属南华医院脊柱外科)

电话:(0734)8358046 E-mail:44000520@163.com

通讯作者:王文军 E-mail:wwj1202@hotmail.com

length and the inscribed circle radius are less than the minimum length and radius of pedicle screw, which will predispose the pedicle at risk. Customized screw placement can be reached by preoperative digital measurement of atlas pedicle screw channels.

【Key words】 Atlas; Pedicle channel; Digital anatomy; Pedicle screw

【Author's address】 Department of Spine Surgery, the First Affiliated Hospital, University of South China, Hengyang, Hu'nan, 421001, China

寰枢椎椎弓根螺钉内固定技术具有明显生物学优越性^[1], 但因为寰椎结构差异大^[2], 椎弓根结构细小, 现有的操作方法不够精确, 造成椎弓根螺钉穿透率高, 邻近神经血管损伤的风险性大, 特别是椎动脉和脊髓神经的损伤。如何确保椎弓根螺钉的准确置入仍需进一步研究。尽管对寰椎椎弓根的研究已经获得了许多重要的科学数据^[3-5], 但有关其内部的三维空间通道特征的数字化研究尚未见报道。本研究采用现代影像学方法、计算机三维重建及计算机辅助设计技术, 对寰椎椎弓根内固定通道进行数字化定位定量分析与设计, 旨在应用现代数字信息技术探讨在矢状面角(SSA)不变而不同水平面角(TSA)方向寰椎椎弓根进钉通道的变化规律。

1 资料与方法

1.1 一般资料

数据来源于 20 例已获知情同意检查的健康成人寰椎 CT 连续扫描数据集, 男 12 例, 女 8 例; 年龄 24~68 岁, 平均 45 岁。应用飞利浦 MX8000 4PET 螺旋 CT, 扫描条件: 电压 120kV, 电流 150mA, 层厚 0.6mm, 512×512 矩阵。

1.2 测量方法

将 CT 连续断层扫描数据导入 Mimics 10.01

软件, 三维重建寰椎数字解剖模型, 然后将重建的结果以 .stl 格式保存。再将寰椎模型导入 UG Imageware 12.0, 以 0°水平面(经寰椎前后结节的水平面)和 0°矢状面(0°水平面的正交矢状面)作为参考平面, 确定椎弓根位置, 获取椎弓根表面轮廓。确定寰椎椎弓根在 0° SSA 下不同 TSA 方向(0°~30°, 均匀间隔 5°)的投影平面, 确定寰椎不同 TSA 方向椎弓根通道正投影和各方向投影区的内边界线, 再确定各内边界线的最大内切圆及其圆心(图 1)。测定 20 例寰椎左右侧共 280 个寰椎椎弓根进钉通道的长度(ab 的长度, 其中 a 为通道中轴线与前弓前壁的交点, b 为通道中轴线与后弓后壁的交点)和最大内切圆半径(bc 的长度, 其中 c 为 b 点所在通道平面内切圆外边界上任一点界)(图 2)。在虚拟化平台应用数字技术进行寰椎椎弓根模拟置钉。应用 SPSS 13.0 软件对测量结果进行统计学分析, 同一进钉角度左右侧的比较采用 *t* 检验, 同侧不同进钉角度的比较采用重复测量方差分析, $P < 0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

在 SSA 为 0°时左右椎弓根 TSA 分别从 0°~30°, 均匀间隔 5°, 共计 280 个寰椎椎弓根进钉通道的长度为 20.54~33.21mm, 其中有 11 个通道长

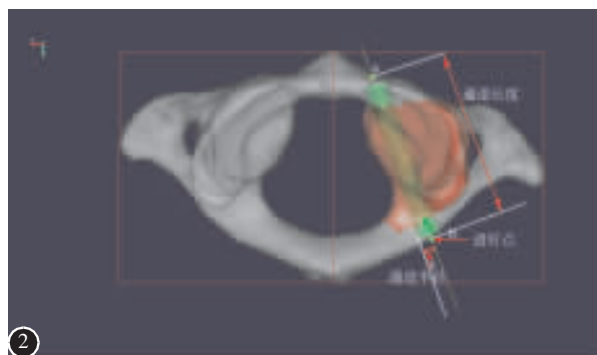


图 1 寰椎在不同水平面角方向椎弓根通道点云投影的内边界、最大内切圆及圆心 **图 2** 各径线测量方法: a 为通道中轴线与前弓前壁的交点, b 为通道中轴线与后弓后壁的交点(即最大内切圆圆心在后弓的对应点, 为该方向在后弓的最佳进钉点), c 为 b 点所在通道平面内切圆外边界上任一点, 最大内切圆半径(bc 的长度)为该方向通道的最大半径, 该通道从后弓到侧块前界的长度(ab 的长度)为该方向通道的长度

度小于最短椎弓根螺钉长度($<22\text{mm}$);TSA 为 0° 进钉时左右通道长度均最大,左右侧比较无显著性差异($P>0.05$), $5^\circ\sim 30^\circ$ 进钉时同一进钉角度左右侧比较有显著性差异($P<0.05$),同侧不同进钉角度比较无显著性差异($P>0.05$,表 1)。280 个寰椎椎弓根螺钉通道的内切圆半径为 $1.38\sim 2.51\text{mm}$,其中有 42 个内切圆半径小于最小椎弓根螺钉半径($<1.75\text{mm}$);同一进钉角度右侧内切圆半径与左侧比较及同侧不同进钉角度比较均无显著性差异($P>0.05$,表 2)。应用数字技术在虚拟平台进行寰椎椎弓根模拟置钉,能直观地了解螺钉在椎弓根内的位置情况(图 3a~d)。

3 讨论

椎弓根内固定技术在腰椎开展较早,也较为成熟安全,而在寰椎的应用比较晚,主要是寰椎毗邻关系复杂^[6,7],其手术的危险性及置钉难度大,致使该项技术进展缓慢。近年来,随着国内外学者将该技术成功应用于寰椎^[3~5],相关研究也越来越

多,从内固定方法要求上基本一致,定点、定向与定深,相关基础与临床应用研究较多,但寰椎与其他椎体从形态结构与所处位置存在许多不同,研究的重点与结果也有许多差别。由于寰椎椎弓根形态学变异较大,因此任何一个形态学测量数据在寰椎椎弓根临床实际置钉时只能作为参考,而不能用于具体的置钉操作。每例手术均应根据每个寰椎椎弓根的实际测量结果来置钉才能提高手术的成功率。实际应用中更加强调个体自身的具体情况,不同个体的寰椎椎弓根螺钉的进钉方向存在较大的差异^[2]。形态结构的大体观测难以确定不同个体椎弓根内固定所经通道的变化特点,轴位透视大多是从正侧位和一个斜位方向获取其二维图像,要反映不同方向的三维变化情况在实际工作中非常困难。在计算机虚拟环境下利用 CT 连续断层扫描所获得的二维图像进行三维重建,从解剖学结构上还原目标结构的特征,然后应用计算机辅助设计软件对数字模型进行三维动态可视化定位定量分析能够解决这个问题。

表 1 20 例健康成人寰椎数字模型 0° 矢状面角时不同水平面角椎弓根进钉对应左右通道的长度 ($\bar{x}\pm s$, mm)

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
右侧	28.64 ± 2.42	27.82 ± 3.98	27.84 ± 3.73	27.99 ± 3.99	28.03 ± 4.51	28.33 ± 3.44	27.33 ± 3.96
左侧	28.79 ± 2.53^{①}	28.21 ± 2.74^{②}	26.94 ± 3.77^{②}	25.97 ± 3.33^{②}	26.12 ± 3.95^{②}	26.13 ± 2.87^{②}	26.94 ± 1.71^{②}

注:与右侧比较^① $P>0.05$,^② $P<0.05$;同侧不同进钉角度比较 $P>0.05$

表 2 20 例健康成人寰椎数字模型 0° 矢状面角时不同水平面角椎弓根进钉对应左右通道的半径 ($\bar{x}\pm s$, mm)

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
右侧	2.07 ± 0.37	2.00 ± 0.34	2.02 ± 0.38	2.03 ± 0.34	2.05 ± 0.34	2.03 ± 0.28	1.99 ± 0.26
左侧	1.90 ± 0.22	1.95 ± 0.27	1.91 ± 0.18	1.91 ± 0.20	1.92 ± 0.23	1.96 ± 0.24	1.95 ± 0.19

注:同一进钉角度左右侧比较及同侧不同进钉角度比较均 $P>0.05$



图 3 应用数字技术在虚拟平台进行寰椎椎弓根模拟置钉的不同方向观 a 上面观 b 后面观 c 前面观 d 下面观

在本研究中三维重建寰椎表面轮廓模型, 切取椎弓根轮廓, 应用正投影方法确定 SSA 不变时在不同 TSA 方向椎弓根内部三维空间的最大投影边界, 从而定量分析该边界的大小, 由此来确定椎弓根不同方向的最大三维空间通道。对于某个具体的方向来说, 正投影是唯一的, 那么该方向的通道大小与位置也是确定的, 这样就可以把复杂而不规则的椎骨结构简单化和具体化。在投影通道边界确定后, 很容易就可以定位边界的最大内切圆(图 1), 该内切圆的位置即最大螺钉所在位置, 获取内切圆的半径值及其圆心位置, 即可以定量分析选择多大直径的螺钉和确定螺钉的最佳进钉点, 也可以分析该方向螺钉通道的长度和一定直径大小螺钉(小于最大螺钉直径)的进钉最大安全区。本研究通过对 0° SSA 下不同 TSA 方向寰椎椎弓根通道的定量分析, 得到寰椎椎弓根通道长度和内切圆大小的变化规律。在 0° SSA 下左右椎弓根 TSA 分别从 0°~30°, 均匀间隔 5°, 280 个寰椎椎弓根进钉通道的长度在 20.54~33.21mm, TSA 0°进钉时左右通道长度均最大但左右侧比较无显著性差异, 5°~30°进钉时左右两侧差异有显著性($P<0.05$), 置钉时需注意左右两侧的差异性, 同侧不同进钉角度间差异无显著性($P>0.05$), 280 个寰椎椎弓根螺钉通道中有 11 个通道长度小于最短椎弓根螺钉长度(<22mm), 在小于最短椎弓根螺钉长度的椎弓根置钉有损伤侧块前方的舌下神经的危险。280 个寰椎椎弓根进钉通道的内切圆半径在 1.38~2.51mm, 同一进钉角度右侧内切圆半径与左侧比较及同侧不同进钉角度比较差异均无显著性($P>0.05$), 280 个寰椎椎弓根螺钉通道中有 42 个内切圆半径小于最短椎弓根螺钉半径(<1.75mm), 在小于最小椎弓根

螺钉半径的椎弓根置钉会突破椎弓根的皮质骨, 有损伤脊髓和椎动脉的风险。

利用不同 TSA 方向寰椎椎弓根通道长度和内切圆半径的不同, 在虚拟化平台应用数字技术进行寰椎椎弓根模拟置钉, 可以从寰椎三维整体上清楚地观察和定量分析椎弓根通道内置钉直径大小与长度的变化规律, 能够直观分析螺钉进钉方向的可选范围, 定量分析不同 TSA 方向下的螺钉最大长度和半径, 为临床应用提供精确的参考依据, 为不同患者提供个体化的置钉方案, 排除无法成功施行置钉的病例, 在没有精确的定位导向装置的情况下, 可提供安全的置钉范围。

4 参考文献

1. 马向阳, 尹庆水, 刘景发, 等. 寰椎侧块螺钉与寰椎椎弓根螺钉的解剖与生物力学对比研究[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2005, 20(6): 361-363.
2. Panjabi MM, Shin EK, Chen NC, et al. Internal morphology of human cervical pedicles[J]. Spine, 2000, 25(10): 1197-1205.
3. Renick DK, Benzel EC. C1-C2 pedicle screw fixation with rigid cantilever beam construct: case report and technical note[J]. Neurosurgery, 2002, 50(2): 426-428.
4. 谭明生, 张光铂, 李子荣, 等. 寰枢椎测量及其经后弓侧块螺钉固定通道的研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2002, 12(1): 5-8.
5. 马向阳, 钟世镇, 刘景发, 等. 寰椎后路椎弓根螺钉固定的解剖可行性研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2003, 21(6): 554-555.
6. Harms J, Melcher RP. Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation[J]. Spine, 2001, 26(22): 2467-2471.
7. Hong X, Dong Y, Yunbing C, et al. Posterior screw placement on the lateral mass of atlas: an anatomic study[J]. Spine, 2004, 29(5): 500-503.

(收稿日期: 2010-08-05 修回日期: 2010-09-29)

(英文编审 蒋欣/刘思麒)

(本文编辑 李伟霞)

消息

欢迎订阅骨科核心期刊《中国矫形外科杂志》

本刊创刊于 1984 年, 原名《小儿麻痹研究》, 1994 年更名为《中国矫形外科杂志》, 先后被科技部中国科技信息研究所和北大等高校图书馆评审收录为中国科技论文统计源期刊和《中文核心期刊要目》期刊。2003 年新闻出版部门批准出版半月刊, 2007 年获国家工商局注册商标。国内刊号(CN)37-1247/R, 国际刊号(ISSN)1005-8478, 以印刷版和电子版向全球同步发行。

本刊特色: 时效性快、实用性强、信息量广。邮局发行铜版本(邮发代号 24-097), 每期 15 元, 全年 360 元; 本刊编辑部发行胶版本, 每期 10 元, 全年 240 元(也可订阅铜版本)。

地址: 山东省泰安市解放军第 88 医院《中国矫形外科杂志》编辑部; 邮编: 271000; 电话: 0538-6213228-8010; Email: jxwk1994@sina.com; 联系人: 公丕霞。