

论 著

MSCTA对颅底及上颈椎椎弓根解剖结构的研究价值

1. 西南医科大学附属医院放射科
(四川 泸州 646000)2. 西南医科大学附属医院中医医院放射科
(四川 泸州 646000)戴贵东¹ 梁卡丽² 肖正远¹
兰永树¹

【摘要】目的 探讨MSCTA对颅底及上颈椎椎弓根解剖结构的研究价值。**方法** 选择51例怀疑或确诊为上颈椎病患者行颈部CTA检查,扫描范围从颅底至颈根部。搜集CTA原始数据在AW4.4工作站上进行后处理重建,在MPR图像上测量C1、C2、C3椎弓根的基本参数和枕骨的厚度作为临床置钉的钉道数据,包括椎弓根长度(PL),椎弓根宽度(PW),椎弓根高度(PH),内倾角(PMA),头倾角(PSA),枕骨正中左右各1cm层面自颅底向上1cm、2cm、3cm、横窦交汇处枕骨板的厚度及最大高度。术后通过VR、减影VR、MIP和MPR等方式显示螺钉置入情况,并且对术后症状进行随访。对双侧椎弓根的长度、宽度、高度、内倾角、头倾角及枕骨钉道数据进行均值统计分析,并对左、右两侧钉道数据采用配对样本t检验。**结果** MPR法测得的钉道数据统计采用($\bar{x} \pm s$)来表示,C3左、右两侧椎弓根宽度PW经配对t检验有统计学差异,其他数据均无统计学差异。**结论** MSCTA能客观准确反映颅底及上颈椎椎弓根解剖结构特点,为影像解剖学研究及临床手术提供参考。

【关键词】 上颈椎; CT血管成像; 影像解剖; 钉道设计**【中图分类号】** R681.5; R445.3**【文献标识码】** A**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2017.09.001

通讯作者: 兰永树

The Study Value of MSCTA in the Anatomical Structure of Basicranial and Upper Cervical Vertebrae Pedicle Screw

DAI Gui-dong, LIANG Ka-li, XIAO Zheng-yuan, et al., Department of Radiography, the Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Luzhou 646000, Sichuan Province, China

[Abstract] Objective To explore the study value of multi-slice CT angiography(MSCTA) in the anatomical structure of basicranial and upper cervical vertebrae pedicle screw. **Methods** 51 patients suspected or conformed upper cervical disease were collected, which perform cervical CTA, choose the artery phase data to perform reconstruction at GE-AW4.4, including Volume Rendering(VR), Maximum Intensity Projection(MIP) and Multi-planar Reformation(MPR) to show the course and anatomy variation of vertebra artery, Measure the pedicle screw data of C1, C2, C3 and occipital in MPR images, including pedicle length(PL), pedicle width(PW), height(PH), pedicle median angle (PMA), pedicle superior angle (PSA), occipital thickness of 1cm, 2cm, 3cm and transverse sinus interchange plane to skull base. SPSS-19.0 statistical packages were used for data entry and statistical analysis and pair sample t-test statistical analysis for the difference between left and right side. **Results** Both of MIP and VR can observe course and nearby space relationship of cervical artery. Pair sample t-test statistical analysis for the difference of left and right side: there was marked difference only between two sides of C3-PH. **Conclusion** MSCTA can reflect the morphology of upper cervical vertebral pedicle screw and skull base, also can provide an accurate reference for imaging anatomy research and clinical surgery.

[Key words] Upper Cervical; CT Angiography; Imaging Anatomy; Pedicle Screw Pathway Design

上颈椎由枕骨大孔区、寰椎、枢椎、颈2-3椎间盘以及周围软组织构成,该区域解剖结构复杂,决定了临床疾病多样且复杂。人们对上颈椎椎弓根形态的研究以及钉道数据的测量主要局限在尸体标本上,对活体的研究较少。随着CT设备及计算机软硬件技术的快速发展,目前多层螺旋CT已经实现了亚秒级扫描及多层容积采集技术,能清晰、多方位、多角度、立体、直观、动态地观察病变组织情况,得到了临床的广泛认可。本文拟通过MSCTA上颈椎进行活体的三维重建,观察椎弓根形态结构并对椎弓根解剖数据进行测量以期为颅底及上颈椎区域后路内固定手术提供依据同时为该区域的解剖学研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究对象 选取2011年1月至2015年3月间怀疑上颈椎疾病并在我院行颈椎CTA检查的患者51例。年龄18~80岁,平均年龄61岁,其中男性26例,女性25例。

1.2 检查设备与检查方法 采用美国GE公司lightspeed VCT机,扫描层厚及间隔均为0.625mm,螺距比为0.984:1,球管旋转时间为0.6s/周,管电压为120Kv,自动管电流为100~400mA(噪声指数8~10),SF0V为Head,DF0V为22cm,标准函数重建,矩阵为512×512。扫描采用实时手动触发增强监视增强扫描,推注50~70ml碘普罗胺注射液370,阈值达160Hu后手动触发预定的扫描程序获得动

脉期横断面图像薄层数据, 注药完毕后继续推注生理盐水30ml冲刷。扫描范围为颅底至主动脉根部。

1.3 图像重建及测量方法

将所有的图像数据传输到AW4.4工作站进行图像后处理, 进行最大密度投影(Maximum intensity projection, MIP)、容积重建(Volume rendering, VR), VR融合等方式显示头颈部血管的三维图像, 通过剪切工具显示颅底及颈部椎体和椎动脉的图像。在Volume rendering应用程序中, 运用多平面重组(batch)工具, 在VR图像上确定平行于椎弓根, 且经过椎弓根中份, 左右对侧的椎弓根横断面图像(图1)。在该横断面图像测量: 椎弓根长度PL-椎弓根后缘与椎体前缘之间, 方向与椎弓根走行一致的中轴线距离; 椎弓根宽度PW-椎弓根最窄处骨皮质间的距离; 内倾角PMA-椎弓根长轴与椎体矢状面的夹角(图2)。在椎弓根横断面图像中, 沿椎弓根长轴方向做椎弓根矢状位的MPR图像(层厚2mm, 宽度稍大于椎弓根/寰椎侧块的宽度, 图3)。选择经椎弓根中份的图像进行测量: 椎弓根高度PH-椎弓根最窄处骨皮质间的距离; 头倾角PSA-椎弓根长轴线与椎体水平面的夹角(图4)。在颈椎正中矢状位上, 做垂直于枕骨的MPR图像(层厚2mm, 范围自颅底到矢状窦层面, 图5)。在MPR图像中, 分别在距颅底1cm、2cm、3cm和横窦交汇层面测量枕骨后缘左右各1cm处测量枕骨内外板的距离, 确定钉道的长度和置钉的最大高度(图6)。

1.4 统计学方法

使用SPSS19.0软件包进行统计学处理。对MPR法测量的钉道数据采用采用($\bar{x} \pm s$)表示, 对左右两侧数据差异采用配对样本t检验, 以P

<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

所有病例经CTA及后处理均获得较清晰的VR图像、MIP图像和MPR图像, 均能确切清楚地显示椎体各结构的特点及血管走行。

通过MPR法测量测得了椎弓根的解剖数据及枕骨的厚度。寰椎侧块宽度均大于后弓高度, 后弓高度是限制椎弓根螺钉的关键因素, 100侧数据中, 25侧高度低于4mm, 占近25%。左、右两侧C1椎弓根数据之间差异均无统计学意义。枢椎椎弓根高度普遍大于椎弓根宽度, 椎弓根宽度是限制椎弓根螺钉的关键因素。左、右椎弓根数据间差异均无统计学意义($P>0.05$)。C3椎弓根高度普遍大于椎弓根宽度, 椎弓根宽度是限制椎弓根螺钉的关键因素。左、右椎弓根宽度间有显著差异, 具有统计学意义($P<0.05$), 其他椎弓根数据间差异均无统计学意义($P>0.05$)。枕骨四个位置处枕骨板的厚度没有逐渐变厚的趋势, 且变异较大, 最薄处只有1.7mm。静脉窦交汇层面枕骨板最厚, 是枕骨隆突的部位, 该位置距颅底的高度是(45.13 ± 4.85), 可作为

枕骨置钉的上限。左右两侧钉道数据在各节段上差异均无统计学意义($P>0.05$)。综合分析全部钉道数据, 可以看出C1后弓高度, C2、C3椎弓根宽度, 枕骨骨板厚度是限制螺钉置入的关键因素。C1-C3中, PMA均值逐渐增大, C2的PSA均值最大。枕骨钉道数据不同层面变化较大, 见表1-4

3 讨论

3.1 上颈椎的解剖学基础

上颈椎是人体头颅和躯干连接的的枢纽和重要的活动部位。上颈椎的疾病或脱位常累及延髓生命中枢和椎基底动脉系统, 严重影响颈部的活动功能。寰椎解剖结构特殊, 缺乏椎体和椎板及棘突, 后弓上方的椎动脉沟和横突孔变异较大, 沟环容易压迫椎动脉出现椎动脉供血不足的症状, 且沟环的变异还会损伤椎动脉及其周围神经, 横突孔的大小也是限制椎动脉大小的因素之一。枢椎齿状突, 齿突基底部较细, 骨皮质较薄, 故齿状突骨折常见, 占椎体骨折的10%~15%。此外, 该部在发生和发育过程中畸形和变异较多, 可致该区域失稳产生的脊髓压迫症状。枢椎椎弓根短而

表1 C1左、右侧椎弓根数据比较 (n=50)

钉道数据	右	左	t	df	sig.
长度PL	24.95 ± 2.03	25.05 ± 2.09	-0.292	49	0.771
宽度PW	9.66 ± 1.78	9.19 ± 2.13	1.362	49	0.180
高度PH	4.49 ± 0.71	4.45 ± 0.73	0.296	49	0.769
内倾角PMA	12.23 ± 4.40	15.24 ± 17.96	-1.244	49	0.219
头倾角PSA	16.85 ± 5.01	18.66 ± 5.52	-1.529	49	0.133

表2 C2左、右侧椎弓根数据比较 (n=51)

钉道数据	右	左	t	df	sig.
长度PL	25.66 ± 3.79	26.57 ± 3.76	-1.978	50	0.053
宽度PW	5.43 ± 1.62	5.43 ± 1.53	-0.014	50	0.989
高度PH	9.18 ± 2.20	9.08 ± 2.34	0.370	50	0.713
内倾角PMA	31.14 ± 10.22	32.69 ± 10.57	-1.201	50	0.235
头倾角PSA	31.79 ± 9.57	32.13 ± 9.96	-0.324	50	0.747
纵距PAH	3.61 ± 0.90	3.75 ± 0.87	-0.867	50	0.390
横距PAV	5.10 ± 0.71	5.27 ± 0.76	-1.380	50	0.174

表3 C3左、右侧椎弓根数据比较 (n=51)

钉道数据	右	左	t	df	sig.
长度PL	28.13 ± 2.24	28.29 ± 3.73	-0.272	50	0.786
宽度PW	4.99 ± 0.91	4.66 ± 1.39	2.241	50	0.029
高度PH	6.67 ± 1.40	6.60 ± 1.42	0.348	50	0.729
内倾角PMA	46.25 ± 7.17	45.37 ± 6.66	1.150	50	0.255
头倾角PSA	21.54 ± 8.65	20.85 ± 7.11	1.048	50	0.299
纵距PAH	9.86 ± 2.30	10.11 ± 2.30	-0.674	50	0.504
横距PAV	2.59 ± 0.79	2.50 ± 0.79	0.653	50	0.517

表4 枕骨左、右侧钉道数据比较 (n=51)

钉道数据	右	左	t	df	sig.
1cm处	4.47 ± 1.35	4.47 ± 1.41	0.000	50	1.000
2cm处	3.48 ± 1.47	3.52 ± 1.61	-0.202	50	0.840
3cm处	4.52 ± 1.40	4.55 ± 1.41	-0.183	50	0.855
静脉窦处	8.40 ± 2.27	8.77 ± 1.97	-1.045	50	0.301
最高点	45.13 ± 4.85		0.202	50	0.841

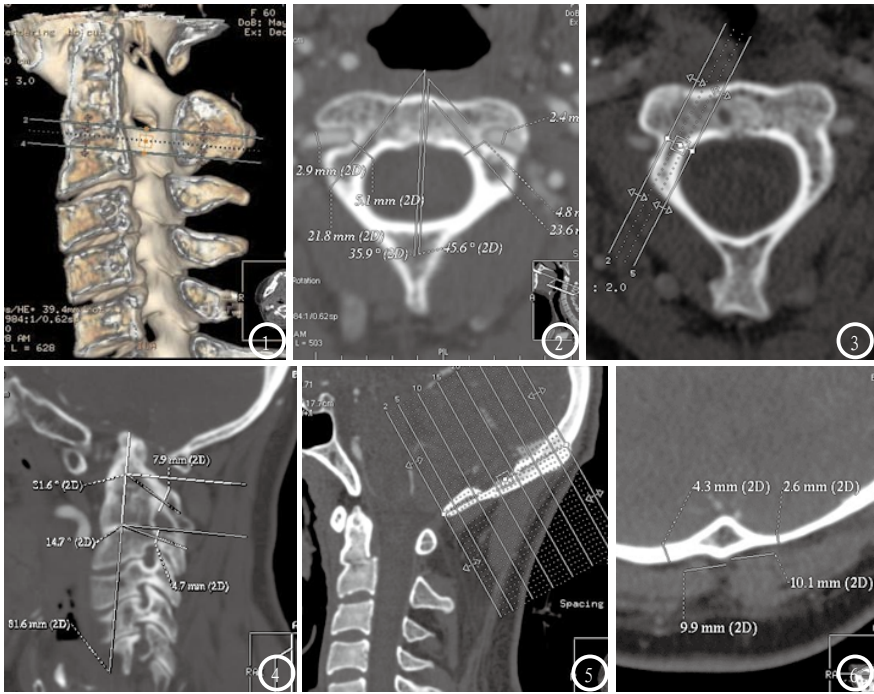


图1 在VR图像上做平行于椎弓根走行的MPR图像,得到椎弓根横断面。图2 椎弓根横断面示意图: 双侧图像均位于椎弓根中轴层面。测量椎弓根数据: PL, PW, PMA。图3 在椎弓根中轴横断面做平行于椎弓根走行的MPR图像,得到椎弓根矢状位图像。图4 椎弓根矢状位示意图: 选取椎弓根中轴层面测量椎弓根数据: PH和PSA。图5 在正中矢状位做平行于枕骨的MPR图像,确定枕骨横断位。图6 枕骨横断面: 在枕骨脊两侧1cm处测量枕骨厚度,并统计最大高度。

粗,解剖上比较薄弱,承受杠杆力作用较大,过度伸展或挤压时,可引起骨折。本次研究中,枢椎椎弓根头倾角均值为32°左右,均大于C1和C3的均值。枢椎椎弓根的判定当前存在不同的观点和理论。Benzel等^[1]认为枢椎上关节突与下关节突间的狭窄连接部分是椎弓根,又称椎弓根峡部。Ebraheim等^[2]通过对枢椎干骨标本的观察和尸体枢椎的三维

CT扫描,将枢椎上横突孔内前外侧和关节突下方的结构定义为椎弓根。这种观点得到很多人认可。昌耘冰等^[3]指出,峡部位于上下关节突之间,覆盖了椎弓根,建议临床上称为“椎弓根峡部复合体”。

3.2 上颈椎椎弓根的影像学研究 椎弓根螺钉内固定技术由于其良好地生物学稳定性,在临床逐渐得等到广泛运用。目前对

寰椎的椎弓根的数据研究很多,包括对标本的测量,模拟通道的建立以及CT后处理对椎弓根数据的活体测量。但是参考的标准各不相同,测得的椎弓根数据也表现出一定的差异。郝等^[4]通过对150例正常寰椎在CT重建下进行测量,得出的数据均数是:头倾角8.24°,椎动脉沟处后弓高度4.1mm,宽度12.16mm。同时指出,椎动脉沟底的骨质厚度决定了手术路径的方式。谭等^[5]对20例志愿者的寰椎通过建立数字模型进行多角度椎弓根通道的研究,发现椎弓根中轴位的通道最长,分别是28.74mm(左)和28.69mm(右)。同时发现11个通道的椎弓根长度小于螺钉的最小长度(22mm)。41个内切圆直径小于螺钉最小直径(3.5mm)。李等^[6]通过改进寰椎钉道路径,增大内倾角,制定个体化的椎弓根进针路径,有效减少了对椎管和动脉的误伤,提高了手术的安全性和准确性。椎弓根钉道进针点和角度的选择的精确性将有助于手术成功率的提高。本次研究通过MPR法对100侧寰椎椎弓根数据的统计分析:PH为4.5mm左右,是限制螺钉内固定的主要因素;左侧PMA为标准差为17.96°,大于均值15.24°,表明该侧椎弓根内倾角差异很大。全部数据与贾卫斗等^[7]的测量数据相比,均有一定差异。不同的个体之间椎弓根数据在大小,方向都不一致,本次研究发现C2椎弓根内倾角变异较大,与曹正霖等^[8]在150例标本上测量的结果相近,相比于Xu^[9]等在50例干燥标本上测得的数据,PL, PMA大致相近(25.5~26.5mm), PH, PSA偏大(9.08~9.18大于6.9~7.7mm, 32° > 20°), PW偏小(5.43mm小于7.9~8.6mm)。C3椎体属于典型

的椎体结构,临床对其研究相对较少,但是由于枢椎的解剖变异大,部分(C2-3阻滞椎)枢椎椎弓根细小需要通过C3椎弓根来替代进行内固定手术^[10]。本次研究发现C3椎弓根的宽度和高度基本都能满足螺钉置入,但内倾角与C2相比明显偏大($45.4^{\circ} \sim 46.3^{\circ} > 31^{\circ} \sim 33^{\circ}$),头倾角与C2相比明显偏小($20.8^{\circ} \sim 21.5^{\circ} > 31^{\circ} \sim 33^{\circ}$),PH与PW的参数与Panjabi等和Ebraheim等^[11]在椎体标本上的研究数据均有一定差距。

笔者结合国内外研究的特点,采用MPR法测量椎弓根中轴位的长度、宽度和高度,更能反映椎弓根的真实大小,该方法与瞿东滨等^[12]在测量椎弓根时使用的方法一致。MIP法由于将薄层数据叠加导致图像信息增加,椎弓根的大小就会相应增加。而VR图像获取的是椎弓根全部图像信息,反映椎弓根最宽处的距离,因而也会相应增加。此外,笔者发现,测量中除了数据的差异还体现在测量过程中的操作难易差异。在测量中,MPR法要求首先确定椎弓根中轴层面,对于测量者技术和经验有一定要求,同时当双侧椎弓根头倾角差异较大时还需要分开测量。此外MPR图像层面薄、图像信息有限、操作者对椎体及椎弓根整体形态,椎弓根中轴层面把握不强等都会导致测量难度、测量时间、测量误差的增加。李志国^[13]同样通过MPR法测量了颈椎数据,与本次研究有一定差距,应该是测量方法的差异导致的。枕骨螺钉的固定是枕颈融合的重要组成部分。枕内脊两侧是常选择的枕骨螺钉固定点。但是枕骨

内脊两侧不同层面的厚度差异较大。同时,枕骨隆突处静脉窦的位置也有一定的变化,目前这方面的研究较少。本次研究对每个病例进行8个螺钉位置的测量,最大值与最小值差异较大,分别是1.7mm和12.5mm,表明术前对螺钉固定区域枕骨厚度的了解非常必要,否则冲破枕骨会造成脑组织或静脉窦的损伤。此外,本次研究测得横窦交汇处层面距离颅底的距离是(45.13 ± 4.85)mm,作为临床置钉高度的参考具有很大的意义。本文局限在于没有解剖学和其他影像学检查手段作对照,同时CTA数据量不够大、对病变分类还不够细化。对于椎弓根的活体还需通过大量病例进一步研究验证。此外,本研究需多次CT检查具有较大的辐射也是值得关注的问题。所以CTA的评估方式需要临床结合病人情况和其他检查手段等多方面综合考虑做出最合适的选择。

综上所述,MSCTA是一种无创、安全的观察上颈椎解剖数据和测量其解剖数据的方法。对于上颈椎后路内固定术及其他手术术前术后的评估及影像解剖基础研究都具有重要参考价值。

参考文献

- [1] Benzel EC. Anatomic consideration of C2 pedicle screw placement[J]. Spine, 1996, 21(6): 2301-2302.
- [2] Ebraheim NA, Fow J, Xu R, et al. The location of the pedicle and pars interarticularis in the axis[J]. Spine, 2001, 26(4): E34-E37.
- [3] 昌耘冰, 徐达传. 寰枢椎内固定的应用解剖学进展[J]. 中国临床解剖学

杂志, 2006, 24(5): 589-591.

- [4] 郝定均, 贺宝荣, 许正伟. 寰椎“椎弓根”三维CT重建测量及分型的临床意义[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(2): 142-145.
- [5] 谭健, 王文军, 李严兵. 寰椎椎弓根进钉通道的数字解剖学研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20(11): 885-888.
- [6] 李涛, 朱裕成, 马军, 等. 多平面CT重建下个体化改良寰椎椎弓根进钉路径的测量[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(2): 160-164.
- [7] 贾卫斗, 郑铁钢, 杨博贵, 等. 寰枢椎椎弓根影像学测量及临床应用[J]. 中国矫形外科杂志, 2008, 16(16): 1221-1223.
- [8] 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.
- [9] Xu RM, Nadul MC, Ebraheim NA, et al. Morphology of the second cervical vertebra and the posterior projection of the C2 pedicle axis[J]. Spine, 1995, (3): 259-263.
- [10] Peng Xiu, Qing Wang, Gaoju Wang, et al. Morphological and clinical feasibility of C3 pedicle screw instrumentation in patients with C2-C3 fusion[J]. Eur Spine J, 2014, 23(8): 1730-1736.
- [11] Xu RM, Ebraheim NA, Martin S. Pedicle Screw Fixation in the Cervical Spine[J]. The American Journal of Orthopedics, 2008.
- [12] 瞿东滨, 钟世镇, 徐达传. 枢椎椎弓根及其内固定的临床应用解剖[J]. 中国临床解剖学杂志, 1999, 17(2): 153-154.
- [13] 李志国. 颈椎椎弓根形态个体化术前应用CT测量评价的临床意义, 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(6): 130-132.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2017-07-24