

成人颈椎关节突关节螺旋 CT 三维参数的测定^{*}

郭 冲 王秋安 孟 强 袁 峰 吴继彬^{**}

(徐州医科大学附属医院骨科, 徐州 221000)

【摘要】 目的 观察成人正常颈椎关节突关节的三维解剖形态, 利用影像归档和通信系统 (Picture Archiving and Communication Systems, PACS) 测量其三维参数并探讨其临床意义, 为后期颈椎小关节界面撑开器的设计与制作提供可靠的依据。**方法** 选取 2019 年 9 月 ~ 2020 年 5 月在我院影像科行颈椎三维螺旋 CT 检查 200 例, 螺旋 CT 图像显示无颈椎椎管狭窄、颈椎椎间盘突出、明显骨质增生、感染及肿瘤等病变, 经三维螺旋 CT 重建后分别在矢状面、横断面及冠状面对 C₂₋₃、C₃₋₄、C₄₋₅、C₅₋₆、C₆₋₇ 5 个节段两侧关节突关节前后径、关节间隙间距及左右径进行测量。**结果** 自上而下颈椎小关节男性前后径为 8.5 ~ 13.0 mm, 关节间隙间距为 0.7 ~ 1.5 mm, 左右径为 9.0 ~ 13.5 mm; 女性前后径为 8.0 ~ 12.0 mm, 关节间隙间距 0.5 ~ 1.2 mm, 左右径为 8.0 ~ 12.5 mm。各节段关节突关节三维参数男性均明显大于女性 ($P < 0.05$), 且随着颈椎节段向下依次增大。**结论** 颈椎关节突关节的前后径、关节间隙间距、左右径长度在各个节段以及不同性别间各不相同。

【关键词】 颈椎关节突关节; 三维螺旋 CT; 颈椎小关节界面间撑开器

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2021)02-0145-05

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2021.02.011

Measurement of Three-dimensional Parameters of Adult Cervical Zygapophysial Joint With Spiral CT Guo Chong, Wang Qiuan, Meng Qiang, et al. Department of Orthopedics, Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, China
Corresponding author: Wu Jibin, E-mail: jbw1974@163.com

【Abstract】 Objective To study the three-dimensional structure of the cervical zygapophyseal joint in adults, measure the joint anatomic parameters by the Picture Archiving and Communication Systems (PACS), and discuss its clinical significance, to provide reliable data for the design of the cervical facet retraction device. **Methods** The study included 200 cases that were admitted in our hospital from September 2019 to May 2020. All the patients had received cervical CT three-dimensional reconstruction scanning, none of whom showed spinal stenosis, cervical disc herniation, hyperostosis, infections or tumors. After three-dimensional CT reconstruction, the anterior and posterior diameter, the distance between the joint space and the left and right diameter of the zygapophyseal joint of C₂₋₃, C₃₋₄, C₄₋₅, C₅₋₆ and C₆₋₇ segments were measured in sagittal, coronal and horizontal planes, respectively. **Results** The anterior and posterior diameter of the male facet joint from top to lower cervical vertebrae was 8.5 - 13.0 mm, the distance between the joint space was 0.7 - 1.5 mm, the distance between the left and right joint was 9.0 - 13.5 mm; the anterior and posterior diameter of the female facet joint was 8.0 - 12.0 mm, the distance between the joint space was 0.5 - 1.2 mm, and the left and right diameter was 8.0 - 12.5 mm. The three-dimensional parameters of facet joints in males were larger than those in females ($P < 0.05$), and with the cervical segment down in turn increased. **Conclusion** The anterior and posterior diameter, the distance between the joint space and the left and right diameter of the zygapophyseal joint are different in each segment and between males and females.

【Key Words】 Cervical zygapophyseal joint; Three-dimensional spiral CT; Cervical facet joint interface brace

颈椎关节突关节常被称为颈椎小关节 (cervical facet joints, CFJ), 由相邻颈椎椎体的上、下关节突位置相互对应, 共同形成滑膜关节^[1,2], 其同前方的椎体以及椎间盘一起维持颈椎的稳定^[3]。CFJ 与前方的

* 基金项目: 徐州医科大学附属医院临床重点专科经费 - 2019 医疗新技术经费 (2019301024)

** 通讯作者, E-mail: jbw1974@163.com

椎体平面形成 $40^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 的夹角,活动范围较大,但较不稳定,且易受损伤。颈椎关节突关节的这种解剖学特征是发生退变性改变的解剖学基础^[4]。近年来,临床、影像和生物力学等方面的研究显示,颈椎关节突关节的退行性改变是引起颈椎失稳和神经压迫症状的重要原因之一^[5-7]。退变性颈椎疾病所致椎管狭窄引起的神经根压迫症状最安全有效的治疗方式是手术。随着对颈椎小关节界面间撑开器研究的不断深入,曾辉等^[8]认为颈椎小关节界面间撑开器是目前治疗退变性颈椎疾病更为理想的方式之一。由于该方法需要在术中将颈椎小关节撑开器直接置入关节突关节的间隙内,需要匹配每个不同的颈椎节段的关节突关节,由于颈椎关节突关节解剖形态比较复杂,加上个体差异较大,在手术中常不容易对其进行全面而细致的观察。此前对颈椎关节突关节的研究多局限在尸体解剖学和生物力学的观察^[9,10],三维立体全面的描述报道较少。我们利用 64 排三维螺旋 CT 重建后的颈椎三维图像以及我院影像归档和通信系统 (Picture Archiving and Communication Systems, PACS),从矢状面、横断面、冠状面对颈椎关节突关节的各个参数进行测量,为后期个性化制作不同规格的颈椎小关节界面撑开器提供详细可靠的数据资料,现报道如下。

1 材料与方法

1.1 一般资料

选取 2019 年 9 月 ~ 2020 年 5 月于我院急诊及

体检中心行颈椎三维 CT 检查 200 例 (男女各 100 例),选择标准:无颈部手术治疗史,螺旋 CT 图像显示无明显骨质增生、椎管狭窄、椎间盘突出、感染以及肿瘤。年龄 18 ~ 40 岁 (平均年龄男 32.1 岁,女 31.2 岁)。测量 C_{2-3} 、 C_{3-4} 、 C_{4-5} 、 C_{5-6} 、 C_{6-7} 5 个节段共 2000 个关节突关节的三维参数。

1.2 颈椎关节突关节的观察、测量方法

患者行颈椎三维 CT 检查后,利用三维螺旋 CT 强大的图像后处理功能重建图像后将薄层数据传输至我院 PACS。本研究所有参数是在 PACS 影像系统窗口界面手工进行的测量,分别在颈椎三维螺旋 CT 的矢状面、横断面和冠状面测量以下各指标。①颈椎关节突关节前后径:选取 PACS 中颈椎三维 CT 矢状面上下关节突关节面接触最大切面进行测量 (图 1);②颈椎小关节间隙间距:选取颈椎三维 CT 横断面进行参数测量 (图 2),由于关节突关节个人差异比较大,且关节间隙常不等宽,本研究选取关节间隙最宽处测量;③颈椎关节突关节左右径:选取颈椎三维 CT 冠状面关节突关节接触面最宽的平面测量 (图 3)。利用 PACS 自身的测量功能依次测量 C_{2-3} 、 C_{3-4} 、 C_{4-5} 、 C_{5-6} 、 C_{6-7} 双侧关节突关节前后径、关节间隙间距以及左右径,2 次测量取平均值,数值精确到 0.01 mm。所有参数的测量、读数及记录均由第一作者独立在我院 PACS 上完成,测量时选取同样的窗宽、窗位、放大率。

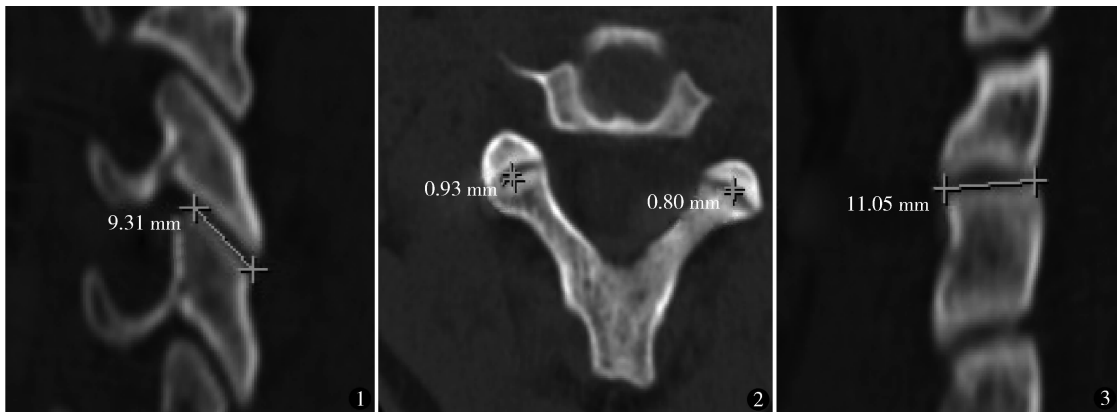


图 1 矢状面关节前后径测量 图 2 横断面关节间隙间距测量
图 3 冠状面关节左右径测量

1.3 统计学处理

采用 SPSS24.0 进行统计学处理。正态分布的

计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 矢状面上、下关节突关节前后的测量结果

颈椎关节突关节前后径男性为 8.5 ~ 13.0 mm、女性为 8.0 ~ 12.0 mm, C₂₋₃ ~ C₆₋₇ 各节段由上至下逐渐增大, 其中 C₆₋₇ 节段最大, 男性为 (11.619 ± 1.337) mm, 女性为 (10.916 ± 1.316) mm。C₂₋₃ ~ C₆₋₇ 各节段前后径男、女间差异有统计学意义, 均为男性明显大于女性 (表 1)。

表 1 各节段颈椎关节突关节前后径男、女比较 ($\bar{x} \pm s$)

mm				
节段	男 (n = 200)	女 (n = 200)	t 值	P 值
C ₂₋₃	9.862 ± 1.251	9.108 ± 1.162	4.417	0.016
C ₃₋₄	11.012 ± 1.198	10.325 ± 1.125	4.179	0.004
C ₄₋₅	11.261 ± 1.258	10.356 ± 1.052	5.873	0.013
C ₅₋₆	11.291 ± 1.266	10.382 ± 1.016	5.601	0.009
C ₆₋₇	11.619 ± 1.337	10.916 ± 1.316	3.742	0.024

n 为各节段关节突关节数

2.2 横断面关节突关节间隙间距的测量结果

各节段颈椎关节突关节间隙间距男、女之间差异有统计学意义, 小关节间隙间距男性为 0.7 ~ 1.5 mm, 女性为 0.5 ~ 1.2 mm, 各个节段参数均为男性明显大于女性。各节段参数自上而下逐渐增宽, C₆₋₇ 节段最宽, 男性为 (1.288 ± 0.274) mm, 女性为 (1.125 ± 0.164) mm, 见表 2。

表 2 各节段颈椎关节突关节间隙间距男、女比较 ($\bar{x} \pm s$)

mm				
节段	男 (n = 200)	女 (n = 200)	t 值	P 值
C ₂₋₃	0.954 ± 0.269	0.765 ± 0.200	5.644	0.003
C ₃₋₄	1.212 ± 0.268	0.918 ± 0.191	8.937	0.010
C ₄₋₅	1.260 ± 0.258	1.087 ± 0.207	5.245	0.002
C ₅₋₆	1.273 ± 0.281	1.104 ± 0.210	4.838	0.034
C ₆₋₇	1.288 ± 0.274	1.125 ± 0.164	5.100	0.016

n 为各节段关节突关节数

2.3 冠状面关节突关节左右径的测量结果

CFJ 左右径男性为 9.0 ~ 13.5 mm, 女性为 8.0 ~ 12.5 mm, 各节段参数随颈椎节段向下而逐渐增大, 各个节段男、女左右径参数的差异有统计学意义, 均为男性参数明显大于女性参数, 其中 C₆₋₇ 左右径最大, 男性为 (12.348 ± 1.076) mm, 女性为 (11.536 ± 1.137) mm, 见表 3。

表 3 各节段颈椎关节突关节左右径男、女比较 ($\bar{x} \pm s$)

mm				
节段	男 (n = 200)	女 (n = 200)	t 值	P 值
C ₂₋₃	10.007 ± 1.168	9.317 ± 0.965	4.560	0.019
C ₃₋₄	10.378 ± 1.125	9.542 ± 1.059	5.416	0.006
C ₄₋₅	10.720 ± 1.130	9.902 ± 0.972	5.489	0.021
C ₅₋₆	11.395 ± 1.268	10.398 ± 1.066	6.020	0.001
C ₆₋₇	12.348 ± 1.076	11.536 ± 1.137	5.186	0.004

n 为各节段关节突关节数

3 讨论

本研究利用我院影像科三维螺旋 CT 对纳入标准的样本颈椎 CT 图像进行三维立体重建得到矢状面、横断面、冠状面后, 通过我院 PACS 自带的测量工具进行参数测量并记录。考虑到颈椎的关节突关节从 40 岁开始发生退行性改变, 到 60 岁以后颈椎小关节的退行性改变是普遍存在的^[11]。因此, 本研究选取 40 岁以下样本, 排除因年龄增长引起的退行性改变对关节突关节各参数测量的影响。此前对 CFJ 的观察和测量多局限于尸体标本解剖的研究, 对颈椎关节突关节的影像学的研究较少, 主要集中在 X 线和常规 CT^[12,13], 但 X 线图像是一维的, 而常规颈椎 CT 检查只能提供横断位图像, 如三维螺旋 CT 将扫描图像进行重建后在三维状态下充分显示颈椎关节突关节的形态。近年来, 三维螺旋 CT 实现真正的容积数据采集, 不仅保证扫描图像的质量, 而且提高空间分辨率以及对扫描图像的后处理功能, 可以将扫描的原始数据二次处理完成三维立体重建, 获得更加精细的三维立体图像, 不仅可以多角度、多平面显示骨骼系统及其周围结构的形态, 而且可以立体、直观地再现其空间解剖关系, 还可以利用 PACS 自带的测量功能更加方便的对颈椎关节突关节在矢状面、横断面、冠状面进行精细准确的解剖学测量, 克服 X 线片和常规 CT 只能通过单一角度观察关节突关节的局限性, 提高观测的准确性^[14-16]。本研究对不同性别、不同节段, 利用三维螺旋 CT 将扫描的原始图像进行三维立体重建后, 按上述方法分别在三维平面上针对性地对关节突关节进行全面细致精确的观察和参数测量。通过测量全部颈椎节段 CFJ 三维参数能比较全面地反映颈椎关节突关节对颈椎整体稳定性及活动度的影响。

自 1983 年 Denis^[17] 首次提出脊柱的“三柱理论

学说”以来,很多学者已研究证实关节突关节是脊柱后柱的重要骨性结构^[18,19],对维持颈椎整体稳定性和正常生理活动有十分重要的意义^[20,21]。颈椎关节突关节的上关节突的关节面朝上,偏向后方,枢椎的关节面近于水平,下关节突的关节面朝下,偏于前方,使其与前方椎体平面形成 $40^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 夹角。此外,颈椎小关节的关节囊薄且比较松弛,可以滑动,加之颈椎横突间缺乏韧带固定,基于其特殊的解剖学关系,故颈椎的活动性较好,稳定性比较差,容易受到损伤。本研究结果显示横断面在 C_{2-3} 、 C_{3-4} 、 C_{4-5} 、 C_{5-6} 、 C_{6-7} 各节段关节突关节间隙的间距自上而下逐渐增宽,其中 C_{6-7} 节段间距最宽,各节段参数均为男性明显大于女性,男、女差异有统计学意义,此结果与 Yoganandan 等^[1]在尸体上的研究结果类似。在矢状面颈椎 C_{2-3} 、 C_{3-4} 、 C_{4-5} 、 C_{5-6} 、 C_{6-7} 节段,关节突关节的上下径参数男、女间差异有统计学意义,所有参数均为男性明显大于女性;在冠状面关节突关节左右径的情况十分相似,关节突关节的左右径随着颈椎向下而依次增大,各节段左右径参数同样是男性明显于女性,男、女间差异有统计学意义,与黄袁迟等^[22]的研究结果稍有差异。我们考虑这种差异可能与测量方法及测量平面选取方法不同有一定关系。我们认为不管是颈椎关节突关节形态的异常,还是颈椎关节突关节前后径、间隙间距以及左右径参数的异常都可能是影响颈椎整体稳定性及活动度的一个重要因素。

退变性改变是人体生长发育停止后随之出现的自然现象,无法避免,其中椎间盘是人体最先发生退行性改变的组织,其退行性改变可能会和颈椎小关节以及其周围韧带的退行性改变同时发生或相继出现。Stemper 等^[23]的研究表明,颈椎椎间盘退行性改变导致相应节段椎间隙高度减低,进而引起关节突关节承受的压力显著增加,造成颈椎小关节发生退行性改变,久而久之可引起“颈椎关节突关节痛”。另外,CFJ 构成颈椎椎间孔的后壁,前方脊神经根相邻,关节突关节的退变性改变,可导致颈椎椎间孔狭窄,造成脊神经根受压,并产生一系列临床症状。本研究显示同一个体同一节段的左右 2 个关节突关节的形态和测量参数往往也存在差异,这种差异是否与颈椎关节突关节的退行性改变有关尚需进一步研究。

目前,解除退变性颈椎病变导致的神经根压迫症状最有效的是通过手术操作扩大椎间孔,最常用的 2 种方式:一种是将病变节段椎间孔后侧关节突关节界面间的间隙增大;另一种是恢复相对应的节段上下椎体间的高度^[24]。以上 2 种方式多采取传统开放性手术,切口较大,组织破坏多,术中出血较多,术后恢复时间长。更为理想的方式是通过颈椎后路微创手术利用颈椎小关节界面撑开器水平纵向撑开颈椎关节突的关节间隙,直接的扩大椎间孔空间,使受压的神经根可以得到充分而有效的减压,最终缓解临床症状。微创手术方式较传统开放性手术的优势是手术切口小,对颈部组织破坏较少,术后恢复快,对术后颈椎稳定性影响较小。本研究通过对颈椎关节突关节三维参数的测量和分析,主要是希望为后期颈椎小关节界面撑开器的个性化制作提供详细可靠的数据资料,为以后颈椎后路微创手术治疗的成功提供保证。本研究仅测量正常人群的颈椎关节突关节数据,并不能代表病变人群数据,样本量并不是很多且均来自徐州地区,希望通过多中心、多地区、大样本的测量,同时与实体标本解剖学测量进行对照研究,增加测量参数的真实性及可靠性。

参考文献

- Yoganandan N, Knowles SA, Maiman DJ, et al. Anatomic study of the morphology of human cervical facet joint. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003, 28(20): 2317 - 2323.
- 付林, 马剑雄, 马信龙, 等. 关节突关节的生物力学研究进展. *中华骨科杂志*, 2015, 35(9): 970 - 974.
- Torg JS. *Athletic injuries to the head, neck, and face*. 2nd ed. St. Louis: Mosby-Year Book, 1991. 372 - 373.
- 贾连顺. 颈椎关节突关节骨性关节炎. *中国脊柱脊髓杂志*, 2009, 19(1): 72 - 73.
- Ngo LM, Aizawa T, Hoshikawa T, et al. Fracture and contralateral dislocation of the twin facet joints of the lower cervical spine. *Eur Spine J*, 2012, 21(2): 282 - 288.
- Gellhorn AC, Katz JN, Suri P, et al. Osteoarthritis of the spine: the facet joints. *Nat Rev Rheumatol*, 2013, 9(4): 216 - 224.
- Chung SB, Lee S, Kim H, et al. Significance of inter facet distance, facet joint orientation, and lumbar lordosis in spondylolysis. *Clin Anat*, 2012, 25(3): 391 - 397.
- 曾辉, 邹德威, 吴继功, 等. 下颈椎关节突关节的影像学观测及其临床意义. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(1): 59 - 64.
- Dalcanto RA, Lieberman I, Inceoglu S, et al. Biomechanical

comparison of transarticular facet screws to lateral mass plates in two-level instrumentations of the cervical spine. Spine (Phila Pa 1976), 2005 ,30(8) :897 – 902.

10 徐荣明,刘观赟,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. 中国骨与关节损伤杂志, 2010, 25 (6) : 481 – 483.

11 Kettler A, Werner K, Wilke HJ. Morphological changes of cervical facet joints in elderly individuals. Eur Spine J, 2007, 16 (7) :987 – 992.

12 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 射线测最数据. 中国组织工程研究与临床康复, 2009, 13 (4) :662 – 666.

13 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. 中华放射学杂志, 1996, 30 (5) :51 – 53.

14 杨秀军,陈 峰,韩 萍,等主编. 仿真影像学. 北京:人民卫生出版社, 2002. 12.

15 李 雯,李大华,段 磊,等. 多层螺旋 CT 多平面重建在腰椎小关节损伤中的诊断价值. 医用放射技术杂志, 2006, 252 (8) : 57 – 58.

16 王 琪,郭明明,徐 森,等. 应用影像归档和通信系统测量成人下颈椎关节突关节的临床意义. 脊柱外科杂志, 2017, 15 (3) : 171 – 176.

17 Denis F. The threecolumn spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine (Phila Pa 1976), 1983, 8 (8) :817 – 831.

18 Ngo LM, Aizawa T, Hoshikawa T, et al. Fracture and contralateral dislocation of the twin facet joints of the lower cervical spine. Eur Spine J, 2012, 21 (2) :282 – 288.

19 Gellhorn AC, Katz JN, Suri P. Osteoarthritis of the spine: the facet joints. Nat Rev Rheumatol, 2013, 9 (4) :216 – 224.

20 Dai LY. Orientation and tropism of lumbar facet joints in degenerative spondylolisthesis. Int Orthop, 2001, 25 (1) :40 – 42.

21 刘 路,王 星,康小燕,等. 7 – 12 岁儿童颈椎关节突关节的数字化三维形态研究. 中国组织工程研究, 2020, 24 (6) :877 – 881.

22 黄袁迟,邹德威,吴继功,等. 颈椎小关节三维螺旋 CT 测量在数字骨科中的应用. 中国矫形外科杂志, 2012, 20 (15) : 1405 – 1408.

23 Stemper BD, Yoganandan N, Pinta FA. Effects of abnormal posture on capsular ligament elongations in a computational model subjected to whiplash loading. Biomech J, 2005, 38 (6) :1313 – 1323.

24 Kettler A, Werner K, Wilke HJ. Morphological changes of cervical facet joints in elderly individuals. Eur Spine J, 2007, 16 (7) :987 – 992.

(收稿日期:2020 – 07 – 03)

(修回日期:2020 – 10 – 25)

(责任编辑:李贺琼)