DOI:10.16016/j.1000-5404.2004.16.019
第26卷第16期 第三军医大学学报 Vol. 26, No. 16
1470 2004年8月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Aug. 2004

论著

文章编号:1000-5404(2004)16-1470-03

男性上颈椎及其相关结构的计算机三维重建

沙 勇[1],张绍祥[1],刘正津[1],谭立文[1],邱明国[1],李七渝[1],李 恺[1],崔高宇[1],郭燕丽[1],杨晓萍[1],陈现红[1],王欲奎[2],邓俊辉[2],唐泽圣[2] ([1]第三军医大学基础医学部解剖学教研室、重庆市计算医学研究所,重庆 400038;[2]清华大学计算机科学与技术系,北京 100084)

提 要:目的 建立中国人体男性上颈椎局部可视化数字模型,为该区疾病的影像诊断及外科手术治疗提供形态学依据。方法 应用首例中国数字化可视人体数据集,在SGI工作站上对上颈椎部结构进行计算机三维重建及立体显示。结果 上颈椎部局部可视化数字模型能够清晰显示上颈椎部各种重要结构,着重显示了上颈椎部韧带、血管与骨性结构三维解剖关系。三维重建结构可以单独或联合显示,重建结构的任意径线及角度均可进行适时三维测量。结论 首例中国数字化可视人体数据集能够提供完整精确的断面数据,上颈椎可视化模型准确反映该区域复杂的解剖结构及其空间毗邻关系,可应用于上颈椎部外科手术教学以及手术入路的设计等。

关键词:上颈椎;可视化人体;断层解剖;计算机三维重建
中图法分类号:R323.1;R319 文献标识码:A

Computerized 3D reconstruction of the male occipito-atlanto-axial joints and the adjacent structures

SHA Yong[1], ZHANG Shao-xiang[1], LIU Zheng-jin[1], TAN Li-wen[1], QIU Ming-guo[1], LI Qi-yu[1], LI Kai[1], CUI Gao-yu[1], GUO Yan-li[1], YANG Xiao-ping[1], CHEN Xian-hong[1], Wang Yu-su[2], Deng Jun-hui[2], Tang Ze-sheng[2] ([1]Department of Anatomy, College of Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038; [2]Department of Computer Science and Technology, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: **Objective** To build digitized visible model of the male occipito-atlanto-axial joints of the Chinese visible human to provide morphological data for image diagnosis and operation of the occipito-atlanto-axial joints. **Methods** Data of the cross-sectional images of the fresh tissues from the Chinese visible human dataset were reviewed. Three-dimensional computerized reconstruction of the occipito-atlanto-axial joints and the surrounding structures were generated from these data using an SGI workstation and imaging softwares. **Results** The digitized visible model of the male occipito-atlanto-axial joints could clearly display the structures of the occipito-atlanto-axial joints, especially the 3D anatomical relationship between the ligaments of the occipito-atlanto-axial joints, blood vessels, and bone structures. The 3D reconstruction could display the ligaments of the occipito-atlanto-axial joints independently and jointly. Any diameter of the structures reconstructed could be measured at any angle conveniently. **Conclusion** The Chinese visible human dataset provides complete and accurate data. The digitized model offers unique insights into the anatomy of the occipito-atlanto-axial joints, and can be used for the surgical teaching of the occipito-atlanto-axial joints and the design of the new surgical approaches.

Key words: occipito-atlanto-axial joint; visible human; sectional anatomy; computerized 3D reconstruction

寰枢椎的畸形、肿瘤、炎症及创伤,包括齿状突骨折、寰枢椎椎弓骨折、韧带损伤以及寰枢椎脱位等,均可导致寰枢椎不稳,若处理不及时,易致颈部脊髓受压,甚至危及生命。然而,寰枢椎位置深在,周围有重要的神经血管,解剖结构极其复杂,损伤后的诊断和治疗是脊柱外科的难点。本课题应用首例中国数字化可视人体数据集[1],对男性上颈椎部的结构进行计算机三维重建,建立男性上颈椎部可视化模型,以期为该区病变的影像诊断及手术的设计和手术方式的选择提供形态学依据。

1 材料和方法

应用首例中国数字化可视人体数据集[1],选取从枕骨大孔

基金项目:国家杰出青年基金资助项目(39925022);国家自然科学基金资助面上项目(30277807)
Supported by the National Science Fund for Young Distinguished Scholars (39925022) and the General Program of National Natural Science Foundation of China (30277807)
作者简介:沙 勇(1970-),男,湖南省安仁县人,博士,讲师,主要从事断层影像解剖及计算机三维重建方面的研究,发表论文12篇。电话:(023)68753708
通信作者:张绍祥,电话:(023)68753708
收稿日期:2003-02-19;修回日期:2003-08-27

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

上缘到第 2 颈椎下缘的连续断面图像, 该部位的断面铣切层厚为 1.0 mm, 共 80 张图像, 各断面图像摄影分辨率为 6 291 456 (3 072× 2 048)像素, 每个断面图像文件大小为 36 MB。CT 和 MRI 扫描检查未发现有上颈椎部病变。

通过网络将数字图像传输至 SGI 工作站并将连续断面图像配准对位, 然后利用本课题组自主开发的三维重建软件包 Medview1.0, 在各个层面上对上颈椎部结构进行半自动识别、标记并勾画各重建结构的轮廓线, 分别对上颈椎部的骨性结构、韧带、血管等相关结构进行三维重建和立体显示。三维重建程序用标准 C 语言编写, 三维重建的算法采用 contours+ marching cubes 算法, 即二维图像先进行轮廓线编辑、修改、存储等操作, 得到轮廓线数据, 将轮廓线离散, 重新填充和分类, 形成三维数据场, 经移动立方体算法, 抽取等值面, 然后经简单平滑算法和条带显示处理, 进行三维图像重建[2,3]。

2　结果

在该例中国男性可视化人体数据集中, 上颈椎各断面图像清晰, 骨骼、韧带、关节及血管等结构显示良好。在枕骨髁下缘的断面上, 正中结构为齿突, 前方为寰椎前弓, 二者之间构成齿突前关节, 周围有脂肪组织填充, 寰椎侧块的后方为枕骨髁; 在齿突的两侧与左右枕骨髁之间, 可见一横行的纤维束, 连于枕骨髁的内侧缘和齿突的后外侧缘之间, 为翼状韧带; 在齿突的后方可见齿突后关节的关节囊以及起于枕骨斜坡的覆膜。在过齿突中部的断面上, 中部结构为齿突, 在其左右两侧为寰椎侧块; 在寰椎侧块的内侧和齿突的后方可见一横行的纤维束, 为寰椎横韧带, 较粗大, 其中部的前缘有关节软骨附着, 与齿突后缘构成齿突后关节; 在寰椎横韧带的后方可见后纵韧带。

在 SGI 工作站上立体重建了构成颅底、寰枢椎关节的多个结构, 包括枕骨、寰椎、枢椎、寰枢椎关节的韧带, 见图 1。重建结构均能单独显示、任意搭配显示或总体显示。所有结构均可在三维空间位置上绕任意轴旋转任意角度, 或者以不同的速度连续旋转, 并且, 所有结构在任意方向上的径线和角度, 均可适时测量。重建的三维图像比较清楚地显示了枕寰枢区域的各结构的形态, 并能方便地与断面形态相互参照, 相互弥补, 以取得准确的信息。



A: Anterior view; B: Lateral view; 0: Occipitale; 1: Atlas; 2: Axis; a: Lar ligament; ap: Apical ligament; T: Cruciform ligament; v: Vertebral artery

图 1　枕寰枢韧带的三维重建

Fig 1　Reconstruction of the occipito-atlanto-axial joints

3　讨论

对于解剖关系较为复杂的部位, 三维重建图像能够对医生的诊断有一定帮助。目前认为对于寰枢椎的脱位和骨折, 螺旋 CT 的三维重建显示较 X 线片, CT 片有明显得优势[4,5]。国内外一些学者应用螺旋 CT 对寰枢椎旋转不稳定的儿童病例进行了寰枢椎区三维重建显示, 认为三维重建图像能够提供较为清晰的影像诊断, 与 X 线平片和断层摄片相比具有无可比拟的优势, 并且可根据重建的图像进行手术的设计和准备[6~9]。陈肇辉等[10]对人尸体颈椎, 行 CT 薄层连续扫描, 将图像数据转至计算机中, 实现计算机辅助的 CT 图像的三维重建, 并进行三维精确测量, 认为三维重建方法为颈椎推拿手法的研究提供了一条新的方法。但由于 CT 难以观察韧带、关节囊的细小结构。而且, 三维重建图像是以二维图像为基础, 二维图像提供的原始数据越充分, 则重建的三维图像失真度就越小。而提供的原始数据量是否充分, 关键在于单位长度内所作的断面或所取切片的多少与锯路损耗, 即片间距的大小和锯耗的多少。片间距和锯耗过大, 层面之间实际信息丢失过多, 层间插补虽可根据上、下层的情况推算, 但插值只有助于平滑处理, 并不能弥补层间真实结构的损失[2], 本课题的二维数据来源于首例中国数字化可视人体数据集, 该数据集为整个标本的连续断面, 无节段性数据缺损, 其断面层厚 1 mm, 原始数据充分准确, 从而使三维重建图像更加真实准确。并且, 三维重建的结果完整显示了枕寰枢关节的各关节面及韧带, 重建结构均能单独显示、任意搭配显示或总体显示, 既便于单一形态结构的观察, 又便于显示某一结构在整体中的位置关系。所有结构均可在三维空间位置上绕任意轴旋转任意角度, 或者以不同的速度连续旋转, 便于从不同的显示面对整个结构的形态、空间位置

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

及毗邻关系进行观测。同时,所有结构在任意方向上的径线和角度,均可适时测量,便于进行重建结构的定量研究。这为枕寰枢关节的研究提供了三维数字模型,可以广泛用于该区的解剖学研究以及有限元力学分析和临床手术设计等方面。

在临床上枢椎椎弓根螺钉因其能够提供优越的生物力学稳定性而在国外得到较为广泛的应用[11],然而,由于螺钉经过的径路距离椎间孔较近,手术容易损伤椎动脉,因此,临床上有部分病人因为椎弓根较窄而不适合此手术。对于椎弓根是否适合手术,需从螺钉固定所需骨质的宽度和高度两个方面进行分析。本实验对枢椎进行三维显示,清楚地显示了椎弓根的宽度和高度,这为临床解剖学的研究提供了一种新的方法,可以根据重建结果在进行手术的设计和模拟,以获得最佳的手术效果。

参考文献:

[1] 张绍祥, 刘正津, 谭立文, 等. 首例中国数字化可视人体完成[J]. 第三军医大学学报, 2002, 24(10): 1231-1232.

[2] 张绍祥, 刘正津, 何光篪, 等. 生物塑化薄层连续断面的计算机三维重建[J]. 解剖学报, 1996, 27(2): 113-118.

[3] Sha Y, Zhang S X, Liu Z J, *et al*. Computerized 3d reconstruction of ligaments of lateral aspect of the ankle and subtalar joints[J]. Surg Radio Anat, 2001, 23(2): 111-114.

[4] Virapongse C, Gmitro A, Sarwar M. The spine in 3D Computed tomographic reformation from 2D axial sections[J]. Spine, 1986, 11(16): 513-520.

[5] Resch H, Hubner C, Schwaiger R. Minimally invasive reduction and osteosynthesis of articular fractures of the humeral head[J]. Injury, 2001, 32(Suppl 1): SA25-32.

[6] Scapinelli R. Three dimensional computed tomography in infantile atlantoaxial rotatory fixation[J]. J Bone Joint Surg Br, 1994, 76(3): 367-370.

[7] Behari S, Jain V K, Phadke R V, *et al*. C1-C2 rotary subluxation following posterior stabilization for congenital atlantoaxial dislocation[J]. Neurol India. 2000, 48(2): 164-169.

[8] 刘利君, 彭明惺, 魏福康. 三维CT重建对小儿寰枢椎旋转畸形的临床价值[J]. 中华小儿外科杂志, 1999, 20(4): 212-214.

[9] 刘利君, 彭明惺, 魏兴长, 等. CT检查对小儿寰枢椎旋转畸形的诊断价值[J]. 中华小儿外科杂志, 1998, 19(4): 198-200.

[10] 陈肇辉, 周 猛, 陈燕萍, 等. 颈椎可视化的初步研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2001, 4(4): 17-19.

[11] Wright N M, lauryssen C L. Vertebral artery injury in C1-2 transarticular screw fixation: results of survey of the AANS/CNS section on disorders of the spine and peripheral nerves[J]. J Neurosurg, 1998, 88(4): 634-640.

(编辑 汪勤俭)

(上接1469页)

之后,死亡率明显下降。据目前文献[6,7]报道,体外循环术中停机困难,应用IABP后其死亡率下降至22.6%。

本组1例病人术中停机困难,在使用IABP后顺利停机,避免了因心泵衰竭而导致的死亡,降低了手术死亡率。对于这类患者,我们认为IABP是最为有效和可行的救治措施,应及早使用。

IABP在风湿性心脏病瓣膜置换治疗中的适应证,我们认为应包括以下几个方面:①术前心功能Ⅲ~Ⅳ级,合并巨大左室,经内科治疗心功能无明显改善;②术中脱机困难,或脱机后短时间内血压下降,正性肌力药物不能维持血压;③术后早期发生低心输出量综合征,多巴胺用量大于20 $\mu g \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$仍无改善;④患者合并冠心病,冠状动脉造影示病变较轻而不需要介入治疗或同期搭桥术。

对于IABP使用的时机,普遍认为预防性或早期使用效果最好。我们的经验也是如此。对重症换瓣病例,估计可能发生术中停机困难或停机后低心输出量综合征,在术中麻醉后即预置球囊反搏导管,术毕即开始反搏。本组8例中6例为预防性应用,反搏期间或撤离反搏后无1例发生低心输出量综合征,取得了满意的临床效果。

在预防性应用IABP方面,仍存在一些争议,主要担心是IABP应用过程中可能发生的并发症,包括下肢缺血坏死,主动脉夹层动脉瘤、感染、肠系膜动脉栓塞以及后腹膜血肿等,早期文献[8]报道并发症发生率达15%~20%,病死率1%。近年来,随着IABP管道及主机的更新、换代以及穿刺方法、技术的改进、成熟,IABP的并发症显著下降,从本组资料可见,8例IABP病人只有1例出现一过性下肢缺血,且在开始反搏后30 min自行恢复,可能是穿刺插管处股动脉痉挛所致。

关键词: 主动脉内球囊反搏; 风湿性心脏瓣膜病; 低心输出量综合征

中图法分类号: R541.205 文献标识码: B

参考文献:

[1] Naunheim K S, Swartz M T, Pennington D G, *et al*. Intraaortic balloon pumping in patients requiring cardiac operations[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 1992, 104(6): 1654-1660.

[2] 吴 信, 胡宝琏, 张 极, 等. 心内直视术后应用主动脉内球囊反搏的经验[J]. 中国循环杂志, 1991, 5: 434-438.

[3] Moulopous S D, Topaz S, Koff W J. Diastolic balloon pumping (with carbon dioxide) in the aorta: A mechanical assistance to failing circulation [J]. Am Heart J, 1962, 63: 669-675.

[4] Kantrowitz A, Tjonneland S, Freed P S, *et al*. Initial clinical experience with intraaortic balloon pumping in cardiogenic shock[J]. JAMA, 1968, 203(2): 113-118.

[5] 向小勇, 李法荫, 林尚清, 等. 心脏瓣膜病巨大左室的换瓣治疗经验[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 1996, 3(2): 88-89.

[6] Swanton R H. Who requires balloon pumping[J]? Intensive Care Med, 1984, 10(6): 271-273.

[7] 萧明第, 吕 锋, 朱晓东. 主动脉内球囊反搏在冠心病外科的临床应用[J]. 中国循环杂志, 1995, 10(10): 600-602.

[8] 李守先, 徐光亚. 实用心脏外科学[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2000. 118.

(编辑 冷怀明)

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net