文章编号:1000-5404(2007)14-1371-03

论著

髋关节CT三维重建与可视化研究

胡荣慧[1],巫北海[1],张绍祥[2],谭立文[2],王 健[1],陆 明[1] (第三军医大学:[1]西南医院放射科,[2]基础医学部人体解剖学教研室,重庆市计算医学研究所,重庆 400038)

提 要:目的 建立髋关节可视化三维解剖模型,并对髋关节CT三维重建图像进行研究,为影像诊断学和外科学提供准确、直观的形态学资料。**方法** 选取20例患者,对其髋关节进行螺旋CT扫描,在CT工作站上进行骨骼三维重建。选取中国首例女性可视化人体数据集之髋关节连续薄层断面解剖图像,在SGI工作站上对骨骼、肌肉、神经、血管等分别进行精确勾画、三维重建。**结果** 螺旋CT三维重建成像能清楚显示髋关节骨性结构的毗邻空间关系。髋关节可视化重建对骨骼和周围软组织结构均能进行三维立体重现。**结论** 髋关节CT三维重建和可视化三维解剖模型可全面准确重现髋关节三维立体形态和空间关系。

关键词:髋关节;三维重建;可视化人体;体层摄影术
中图法分类号:R319;R322.72;R814.42 **文献标识码**:A

Hip joint CT three-dimensional reconstruction and its visualization study

HU Rong-hui[1], WU Bei-hai[1], ZHANG Shao-xiang[2], TAN Li-wen[2], WANG Jian[1], LU Ming[1] ([1]Department of Radiology, Southwest Hospital, [2]Department of Anatomy, College of Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: **Objective** To establish digitized visible model of hip joint and study its CT 3D imagings, and to provide morphological data for image diagnosis and hip surgery planning. **Methods** (1)Twenty cases of hip pain were scanned with helical CT and the images were rebuilt with bone three-dimensional reconstruction in CT workstation. (2)The bones, muscles, nerves and vessels were drew accurately in the hip cross-sectional images of the first female Chinese visible human dataset, and the dimensional computer reconstructions of the hip by surface rendering were got on a SGI workstation. **Results** (1)The three-dimensional reconstruction images of helical CT can reveal the spatial relation adjacent to the bones distinctly and perfectly. (2)The visualized reconstructions of hip, including bones and soft tissues, can be presented individually or jointly. **Conclusion** Hip joint CT three-dimensional reconstruction and the digitized visible model can display the stereo and spatial relations completely and accurately.

Key words: hip joint; three-dimensional reconstruction; visible human; tomography

髋关节是较稳定的杵臼关节,解剖结构特殊,功能复杂,如何全面显示髋关节的三维结构,是临床迫切需要解决的问题。目前国内外文献缺乏基于数字化人体的髋关节可视化研究。本研究利用本校2003年完成的中国首套女性可视化人体数据集[1],对人体髋关节进行可视化研究,同时对20例患者进行了髋关节螺旋CT三维重建,旨在为教学、影像诊断和外科手术提供详细准确的形态学资料。

1 材料与方法

1.1 CT二维图像数据的获取和三维重建

选取2005年7月至2006年3月因髋痛(4例),车祸外伤(14例),高处坠落伤(2例)就诊的20例患者,其中男性12例,女性8例,年龄18~75岁,对其髋关节进行连续螺旋扫描,用西门子公司生产的SOMATOM Sensation16 CT扫描机或GE公司生产的64层螺旋CT扫描机,扫描条件为:120 kV,150 mA,层厚5 mm,重建0.75 mm或0.625 mm,矩阵512×512。CT图像在ADW4.2工作站上进行骨骼三维重建,用容积再现法显示,JPG格式保存。

1.2 数字化可视人体图像数据的获取

选取成年女性尸体标本1例,应用中国可视化人体数据采

基金项目:国家杰出青年基金(39925022);国家自然科学基金(30270698) Supported by the National Science Fund for Young Distinguished Scholars (39925022) and the National Natural Science Foundation of China (30270698)

作者简介:胡荣慧(1963-),女,四川省宣汉县人,博士研究生,主治医师,主要从事骨骼肌肉系统影像学方面的研究,发表论文11篇。电话:(0871)4774752
通讯作者:巫北海,电话:(023)68754415,E-mail:wubeihai@mail.tmmu.com.cn
张绍祥,电话:(023)68752201,E-mail:zhangsx@mail.tmmu.com.cn

收稿日期:2006-11-08;修回日期:2007-01-10

集技术，标本经蓝色明胶包埋后，置入 -30 ℃冰库中冰冻1周，然后在 -25 ℃低温实验室中用TK6350型数控铣床（铣切精度为0.001 mm）从头至足无锯耗横断位连续铣切（层厚0.5 mm）。逐层用高清晰度Canon数码相机摄影，获得中国首例女性可视化人体数据集。

1.3 数字化人体可视化重建

选取中国首例女性数字化可视人体数据集从髂嵴到股骨小转子段连续断层图像共383层（第2 717层至第3 100层），在SGI工作站上，应用3D-Doctor图像处理软件，按照边界数据线提取分割法[2]，对髋关节目标结构（股骨头、髋臼、圆韧带、坐骨神经、血管等）分别进行精确勾画，然后运用表面法进行三维重建，并分别赋予不同结构不同颜色。

2 结果

2.1 髋关节CT三维重建

20例患者因髋痛就诊的4例，其中3例髋关节未见病变，1例双侧股骨头缺血性坏死；16例外伤患者：髋臼前壁骨折3例，后壁骨折2例，臼底骨折2例、复合骨折3例，股骨颈骨折2例，髋臼骨折并股骨颈骨折2例，股骨头脱位1例，股骨头骨折并股骨头脱位1例。螺旋CT三维重建成像，可在三维空间位置上可任意测量、旋转、切割髋关节骨骼结构，能直观显示髋臼、股骨头骨折和脱位（图1）的空间关系。但是应用CT行髋关节软组织三维成像受到限制。



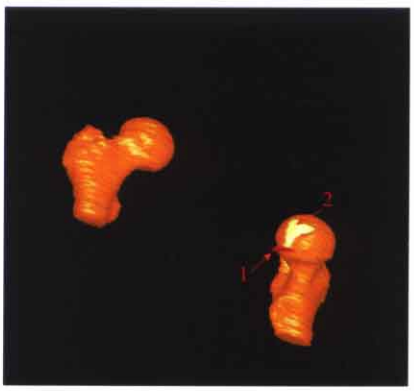
1：髋臼；2：股骨头；3：股骨头撕脱骨片

图1 CT三维重建图像显示左侧股骨头骨折并后脱位

2.2 髋关节可视化重建

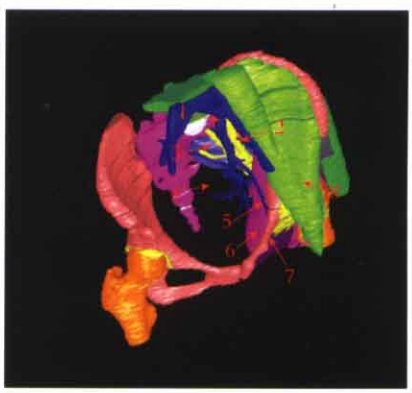
可视化重建应用3D-Doctor图像处理软件，建立了1个基于计算机技术的髋关节可视化数字解剖模型，在三维空间位置上可任意旋转、切割、拆分、重组，对髋关节骨性结构和周围软组织结构均能进行精确、直观的三维重现。圆韧带是1块上宽下窄较扁的韧带，上端附着在股骨头，下端附着在横韧带上（图2），横韧带较薄，封闭髋臼切迹。髋关节周围的韧带与关节囊紧贴，难以分割。

从盆腔内观察，可见腰骶干和骶丛移行为坐骨神经，经梨状肌下孔出骨盆，在髋关节后方，坐骨神经在梨状肌前面下行，然后在上孖肌、下孖肌、股方肌后面向下走行（图3,4）；同时，可见闭孔静脉走行于闭孔内、外肌之间，紧贴盆壁斜向后上方走行注入髂内静脉，可见髂内静脉位于腰骶干和骶丛前方（图3）；从髋关节后方观察，臀上静脉走行于臀小肌上缘和臀中肌深面，经梨状肌上孔进入骨盆注入髂内静脉；臀下静脉走行于坐骨神经浅面，支配臀大肌，经梨状肌下孔进入骨盆注入髂内静脉（图3,4）。应用半透明效果可显示神经、血管、肌肉的重叠关系和毗邻关系。



1：横韧带；2：股骨头韧带

图2 通过拆分、旋转显示左侧股骨头与韧带相互关系的可视化数字解剖模型



1：髂内静脉；2：腰骶干；3：梨状肌；4：臀下静脉；5：闭孔静脉；6：闭孔内肌；7：闭孔外肌；8：髂腰肌

图3 从盆腔内观察神经、肌肉、血管关系的可视化数字解剖模型



1：臀上静脉；2：臀小肌；3：梨状肌；4：臀下静脉；5：坐骨神经

图4 髋关节后方结构毗邻关系的可视化数字解剖模型

3　讨论

3.1　三维重建原理和技术基础

实现三维显示的技术可分表面显示和体显示。表面显示是通过平面元来近似和逼近显示物体表面，运算量小，能较好地反映结构的空间毗邻。本研究对数字化人体可视化重建就是应用 3D-Doctor 图像处理软件，运用表面显示法进行三维重建。体显示法也称容积再现法，是以单个小立方体即体素为三维图像的基本单元，然后给每个体素赋予相应的颜色与阻光度，最后用投影法或光线投影法生成立体图像，图形美观[3-6]。本研究所用的西门子 16 层和 GE64 层螺旋 CT 扫描机，均采用容积再现法进行 CT 三维重建。

3.2　髋关节 CT 三维重建的临床意义

螺旋 CT 三维重建，能直观地显示髋臼和股骨头的空间关系，多方位显示骨折、脱位和植入物的方位，全面、精确髋臼双柱、臼顶和关节腔内情况，对复杂性骨折和隐匿性骨折的显示和测量更有优势，已在骨骼相关疾病，如髋关节骨折、髋关节脱位（图 1）等疾病的诊断与治疗中得到广泛应用。Husmann 等[7]对股骨近端的形态作了三维 CT 重建分析，对人工髋关节的设计选择进行了讨论。CT 三维重建通过计算机辅助设计和辅助制作技术，为临床医师精确设计人工股骨头和髋臼提供客观依据，可为每位患者进行特殊设计和制作，提高了人工关节与病变骨骼的匹配度和稳定性，有效防止关节松动[8]，CT 三维重建为外科手术个体化治疗方案的确定奠定确切可靠的影像学基础[9]。但是 CT 对软骨及软组织三维成像受到限制，对外科手术切口的优化选择和手术中微创操作的指导有一定局限性。

3.3　髋关节可视化三维重建的价值

数字化可视人体（digitized visible human）是依靠计算机技术三维显示真实人体器官结构的计算机模型，在此基础上赋予人体器官结构的相应的物理属性和生理属性等[9,10]。随着可视化数字人体技术的出现和发展，断层解剖层厚已到 0.5、0.2、0.1 mm，不仅提供了很高的软组织分辨率，也为三维重建提供了精准的原始图像，为高质量的三维重建图像奠定了基础。

本研究利用张绍祥等[1]完成的中国首套女性可视化人体数据集，对数字化人体髋关节连续薄层断面解剖图像进行系统分析和图像后处理，建立了一个基于计算机技术的髋关节数字解剖模型，能全面地显示髋关节区神经、血管、肌肉、韧带和骨骼结构的立体形态（图 2～4），应用半透明效果观察各结构的重叠和毗邻关系，可提示骨科医师经后外侧入路行髋关节手术时应注意避免损伤坐骨神经，在钝性分开臀部肌肉时应注意避免臀上、下动脉和静脉的损伤，以减少术中出血、术后血肿和感染。

髋关节三维可视化，可在三维空间位置上可任意测量、旋转、切割、重组、缩放髋关节骨质结构和软组织结构，可以在虚拟的“解剖教室”、“诊断操作室”或“手术室”中观察和分析解剖结构的空间关系、模拟操作整个手术过程[11,12]。

3.4　螺旋 CT 三维成像和髋关节可视化的应用前景

髋关节可视化和螺旋 CT 三维成像均是利用计算机软件对髋关节结构进行三维重现，CT 三维成像能快速、准确、实时显示每个患者骨性结构的生理信息和病理改变，已在髋关节疾病的诊断与治疗中得到广泛应用。我们基于数字化人体建立的髋关节可视化三维解剖模型，可精确、直观再现髋关节区骨骼和软组织的空间关系，通过三维界面展示髋关节的虚拟结构环境，可重复进行虚拟解剖和虚拟手术操作。髋关节三维可视化解剖模型的完成，促进了包括虚拟解剖学、虚拟影像学及虚拟外科学在内的可视化人体学的形成和完善。髋关节可视化和螺旋 CT 三维成像的综合应用，提供了髋关节全面、准确、直观的形态学资料，为解剖学、影像学和骨科学的发展开辟了更加广阔的前景。

参考文献：

[1] 张绍祥，刘正津，谭立文，等. 首例中国女性数字化可视人体数据集完成[J]. 第三军医大学学报，2003，25(4)：371.

[2] 李　恺，张绍祥，刘正津，等. 可视化肝脏横断面解剖与 MR 影像对照研究[J]. 中国医学影像技术，2005，21(1)：138－142.

[3] 陈肇辉，李义凯. 计算机辅助的三维重建在骨伤科中的运用[J]. 中国中医骨伤科杂志，2000，8(2)：52－54.

[4] 原晓景，徐达传，高成杰，等. 螺旋 CT 三维重建成人髋关节周围血管的初步研究[J]. 中国临床解剖学杂志，2006，24(1)：43－46.

[5] Tiede U，Bomans M，Hohne K H，*et al*. A Computerized Three-dimensional atlas of the human skull and brain[J]. AJNR Am J Neuroradiol，1993，14(3)：551－559.

[6] 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，2001，9(4)：14－16.

[7] Husmann O，Rubin P J，Leyvraz P F，*et al*. Three-dimensional morphology of the proximal femur[J]. J Arthroplasty，1997，12(4)：444－450.

[8] 毛宾尧. 人工髋关节外科学[M]. 北京：人民卫生出版社，2002：116－125.

[9] 杨　力，邱明国，谭立文，等. 经鼻蝶手术入路相关结构的可视化研究[J]. 第三军医大学学报，2006，28(6)：550－552.

[10] 郭燕丽，张绍祥，刘正津，等. 首例中国可视化人体心脏薄层断层解剖学研究[J]. 第三军医大学学报，2003，25(7)：566－568.

[11] Pflesser B，Petersik A，Pommert A，*et al*. Exploring the visible human's inner organs with the organs with VOXEL-MAN 3D navigator[J]. Stud Health Technol Inform，2001，81：379－385.

[12] 王洛夫，江　军，张绍祥. 可视化人体在泌尿外科医师培训中应用的探讨[J]. 局解手术学杂志，2004，13(3)：196－197.

（编辑　龙　亮）