基于 CT 断层图像重建股骨头缺血性坏死髋关节的三维结构

刘登均[1],贺小兵[1],王明贵[1],殷 浩[1],冉广文[1],李 奇[2],林荔军[2] (1. 重庆市涪陵中心医院骨科,重庆 408000;2. 南方医科大学珠江医院骨科中心,广东 广州 510282)

[摘 要] **目的** 探索通过虚拟现实技术寻求快速准确重建股骨头缺血性坏死髋关节三维结构的方法。**方法** 基于髋关节的 64 排螺旋 CT 连续断层二维图像,Mimics 软件分别重建髋臼、近端股骨、股骨颈及股骨头病变组织的三维可视化结构。**结果** Mimics 医学图像处理软件对髋关节 CT 扫描的 Dicom 格式数据进行三维重建图像结构清晰,可真实再现髋臼和股骨近端的结构,并且能够对病变组织部位予以定位,对病变组织体积进行计算。**结论** Mimics 软件根据 CT 扫描所得的 Dicom 原始数据能准确重建股骨头缺血性坏死髋关节的三维立体结构,为股骨头缺血性坏死髋关节骨质的评估及治疗方案的选择提供了客观的依据。

[关键词] 虚拟现实技术;三维重建;股骨头缺血性坏死;髋关节

[中图分类号] R681.8;R814.42;R322.72 [文献标识码] A [文章编号] 1672-5042(2011)02-0154-03

Reconstruction of three-dimensional model of hip joint after avascular necrosis of femoral head based on CT image

LIU Deng-jun, HE Xiao-bing, WANG Ming-gui, YIN Hao, RAN Guang-wen, LI Qi, LIN Li-jun (Department of Orthopedics, Central Hospital in Fuling, Chongqing 408000, China)

Abstract: Objective To find fast and accurate methods for reconstructing three-dimensional (3D) model of hip joint after avascular necrosis of femoral head through exploring virtual reality technique. **Methods** Based on 64 row spiral CT continuous two-dimensional images of hip segments, 3D visualization structure of acetabular bone, proximal femur, femoral neck and femoral head (including cystic area and hardening area) were reconstructed by mimics software. **Results** Structures of acetabular bone and proximal femur were distinctly displayed by the 3D reconstruction, thereby the diseased tissue can be positioned and its volume can be calculated. **Conclusion** The application of thin-layer CT and Dicom standard ensures more accurate 3D model of hip joint, providing an objective basis for assessing hip joint after avascular necrosis of femoral head and choosing of treating methods.

Keywords: virtual reality technique; three-dimensional reconstruction; avascular necrosis of femoral head; hip joint

股骨头缺血性坏死(Avascular necrosis of the femoral head, ANFH)主要症状为髋部疼痛、功能受限,可出现跛行,晚期患肢畸形致残率较高。目前没有统一的确定股骨头坏死病灶大小和部位的方法,导致对股骨头坏死的治疗方案存在争议[1-2]。如何对髋关节骨质进行有效评估,以及病变区域的准确定位及体积的精确计算,是当前实现股骨头缺血性坏死患者个体化治疗方案的基本任务。本研究拟通过三维重建技术探讨股骨头缺血性坏死髋关节治疗前的数字化评价。

1 材料与方法

1.1 材料

CT Dicom 格式数据来源于我科一双侧股骨头缺血性坏死患者;相关仪器及软件:Intel(R) Xeon(TM) CPU 3 G,双核四节点(8CPU),内存 8 G,320 G 硬盘(DELL Inc.);交互式的医学影像控制软件系统(Mimics 10.01)。

1.2 方法

1.2.1 原始数据的采集 选取我科住院治疗的一名自愿患者(男性,年龄 36 岁,初步诊断为双侧股骨头缺血性坏死,X 线检查排除其他病变、畸形和损伤情况),利用 Philip 64 排螺旋 CT 进行扫描,层距 0.5 mm,像素矩阵 1024 × 1024,得到相关图像共 286 张,原始数据保留成 Dicom 格式,并且由 DVD 刻录保存。

1.2.2 髋关节骨性结构三维模型的建立 Mimics 10.01 软件读入 Dicom 格式的 CT 断层图像,软件自动设定 CT 原始扫描参数,图像经过二次内插值处理,界定骨组织阈值在 164 ~ 3 071亨氏单位,软件自动形成各层面骨组织表面轮廓线,行图像边缘分割出髋关节,图像经编辑、补洞处理,去除无关边缘杂点和冗余数据,经区域增长 3D 计算建立髋关节骨性结构的三维几何模型。

1.2.3 股骨头病变组织(囊性变及硬化带)三维模型的建立 分别建立囊性变及硬化带组织新的蒙罩,每层图像经过放大处理予以填充囊性变及硬化带的轮廓。再以股骨头为中心行三维图像边缘分割,去除冗余数据,每层图像都进行编辑、补洞处理,经 3D 计算建立囊性变及硬化带三维模型。所得到的病变

[作者简介] 刘登均(1983 -),男,重庆市梁平县人,医师,硕士,主要从事关节外科与数字医学方面的研究。E-mail:liudengjun213@163.com

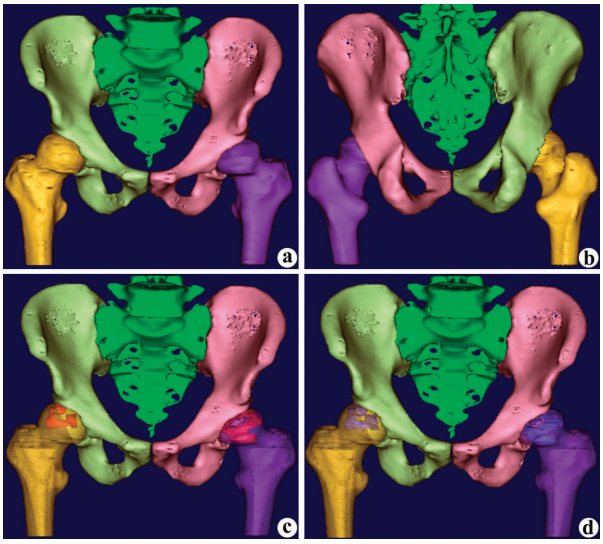
[收稿日期] 2010-10-20 [修回日期] 2010-11-17

组织的三维模型特性包括体积、表面积等。

2　结果

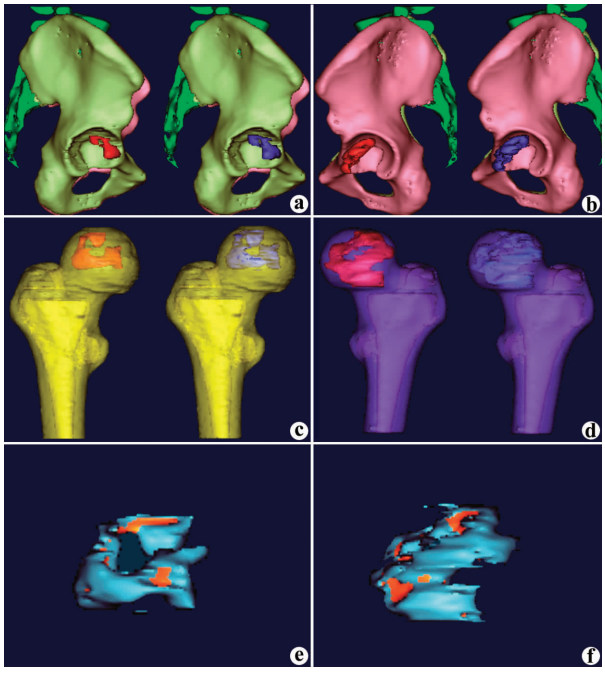
2.1　骨盆三维结构

骨盆结构清晰、完整(见图 1,左右侧股骨、脊柱及左右髋臼分别用不同颜色显示),通过旋转和平移,可以清楚看见是否有骨赘或缺损(图 1a、b)。还可以予以右、左侧股骨透明化处理,更加清楚地显示病变组织的三维结构(图 1c、d)。



a:骨盆前面观;b:骨盆后面观;c:骨盆前面观(透明化);d:骨盆后面观(透明化)

图 1　骨盆三维结构



a:右侧髋臼的侧面观;b:左侧髋臼的侧面观;c:右股骨前面观;d:左股骨前面观;e:右侧的硬化带及囊性变;f:左侧的硬化带及囊性变

图 2　股骨头病变组织的三维结构

2.2　股骨头三维结构

如图 2 所示,本例通过对髋臼或近端股骨的隐藏,充分显示股骨头,特别是病变组织的三维结构(粉红色部分为硬化带,深蓝色部分为囊性变),清楚可见硬化带和囊性变相互交织,大多分布在前外侧地带。对病变组织进行体积运算,本例双侧股骨头前外侧塌陷,以左侧为甚。三维重建髋关节及病变组织特性(包括体积、表面积、节点数及三角片数量等),重建的髋关节(包括病变组织)与术前影像学资料,术中所见完全吻合。其中囊性变体积 19 927.48 mm^3,硬化带体积 15 384.54 mm^3;囊性变表面积 10 411.27 mm^2,硬化带表面积 7 460.02 mm^2。

3　讨论

股骨头缺血性坏死、无菌性坏死是一种多发且治疗困难的疾病,近年以来,其发病率日益增高,因致残率较高,严重危害人民群众的身体健康。发病原因是各种病因破坏了股骨头的血液供应,造成不定区域的骨小梁和骨髓坏死。随着疾病的发展,股骨头囊性变发生并且范围逐渐扩大,关节软骨退行性变和骨赘硬化带形成。根据其自然病程的研究表明,约 80% 未经治疗的股骨头坏死在 1 ~ 3 年内会发生股骨头关节面的塌陷。目前评估股骨头坏死病灶大小的方法有很多:①1984 年,Steinberg[3] 设计出股骨头坏死的分期方法,内容包括有股骨头坏死累及部位的大小;②近年来广泛使用的股骨头坏死 ARCO 分期亚型标准[4] 中也含有评估股骨头坏死的病灶大小;③根据普通 X 线片股骨头坏死的影像,在髋关节正、侧位 X 线片上分别计算出坏死病灶的面积占整个股骨头面积的百分率,同时在正位 X 线片上根据坏死病灶与关节负重面的关系,决定坏死病灶的位置;④应用 MRI 冠状位 T1 加权中间层面的图像,坏死范围与关节负重面的关系评估病灶大小[5]。但以上方法都无法对坏死病灶的大小和位置准确的定量化。近年来随着信息科学技术的发展,以及影像学技术和计算机科学技术的相互渗透,三维重建技术越来越多地应用到临床一线,它可以利用图像、图形技术让医生直观地看到患者体内的结构,特别是对骨及软组织的立体显示是常规方法无法比拟的。CT 图像的三维重建现已成功应用于口腔颌面外科的术前整形设计和头颅骨缺损评估;心血管疾病的血管三维重建,了解栓塞部位;脊柱与骨胳的形态学及解剖学研究[6-7]。

当前,临床医生根据病变的程度不同采取不同的治疗方案,当股骨头缺血性坏死病变发展至 Ficat Ⅲ、Ⅳ期后,特别是股骨头坏死范围较大(囊性变体积较大或者骨质存在不同程度塌陷),很难用截骨术、坦棒支撑加压等方法来保留股骨头。采用传统的全髋关节

置换术对中青年患者,尤其是非毁坏性股骨头坏死患者的疗效较差,骨水泥全髋关节置换术后 16 ~ 18 年的翻修率高达 50% ~92%。而非骨水泥全髋关节置换术虽然术后 11 年仅有 15% 的翻修率,但无菌骨溶解、假体松动、应力遮挡和大腿疼痛或腹股沟区疼痛仍有较高的发病率[8]。金属对金属髋关节表面置换术是国外近 10 年来逐渐兴起的治疗方法[9],现已取得良好的术后随访效果,手术后的患者髋关节脱位率低、活动度大,其短、中期疗效均优于同年龄组的全髋关节置换病人,被作为治疗中青年及大活动量患者的主要方法之一。研究资料表明[10]股骨头缺血性坏死在全部髋关节置换术的患者中所占的比例是 5% ~12%,股骨头缺血性坏死既是髋关节表面置换的手术适应证,又是其一个并发症。如何评判股骨头缺血性坏死区域对于髋关节表面置换术后假体稳定性及骨量保存的影响,术前评估是保证髋关节表面置换术后远、近期效果的重要保证。

传统的股骨头缺血性坏死影像学检查为常规拍摄骨盆正位片、双髋关节部 CT 或 MRI 平扫。主要从二维平面评估骨质破坏和股骨头塌陷情况,对股骨头缺血性坏死患者治疗方案的选择进行初步评价[11]。但二维结构很难完全反应病变的真实形态,特别是股骨头塌陷范围、囊性变、硬化带和髋臼骨赘的分布未能给予准确定位,分布的体积未能予以精确量化。本例通过可视化三维重建技术,可为术前的截骨平面定位,假体型号选择和假体位置放置提供客观而科学的评估方法。可以进一步将三维重建的可视化模型用虚拟仿真手术操作,为实现股骨头缺血性坏死患者个性化治疗方案选择提供有效的数字化准备[12-13]。

[参考文献]

[1] Jameson SS, Langton DJ, Nargol AV. Articular surface replacement of the hip: a prospective single-surgeon series [J]. J Bone Joint Surg Br, 2010, 92(1): 28 - 37.

[2] Ullmark G, Sundgren K, Milbrink J, et al. Osteonecrosis following resurfacing arthroplasty[J]. Acta Orthop, 2009, 80(6): 670 - 674.

[3] Steinberg ME, Brighton CT, Hayken GD, et al. Early results in the treatment of avascular necrosis of the femoral head with electrical stimulation [J]. Orthop Clin North Am, 1984, 15(1): 163 - 175.

[4] Gardeniers JWM. ARCO committee on terminology and staging (report on the committee meeting at Santiago De Compostela) [J]. ARCO News Letter, 1993, 5(2): 79 - 82.

[5] Shimizu K, Moriya H, Akita T, et al. Prediction of collapse with magnetic resonance imaging of avascular necrosis of the femoral head[J]. J Bone Joint Surg Am, 1994, 76(2): 215 - 223.

[6] Upson C, Keeler M. V-Buffer: visible volume rending [J]. Computer Graphics, 1990, 22(4): 59 - 64.

[7] Kilgus DJ, Finerman GA, Kabo M. Three dimensional imaging techniques for the reconstruction of a complex hip problem. A case report [J]. Orthopedics, 1988, 11(7): 1029 - 1034.

[8] 胡荣慧, 巫北海, 张绍祥, 等. 髋关节 CT 三维重建与可视化研究[J]. 第三军医大学学报, 2007, 29(14): 1371 - 1373.

[9] Revell MP, McBryde CW, Bhatnagar S, et al. Metal-on-metal hip resurfacing in osteonecrosis of the femoral head [J]. J Bone Joint Surg Am, 2006, (88 Suppl 3): 98 - 103.

[10] Calder JD, Pearse MF, Revell PA. The extent of osteocyte death in the proximal femur of patients with osteonecrosis of the femoral head[J]. J Bone Joint Surg Br, 2001, 83(3): 419 - 422.

[11] 刘光久, 张绍祥, 谭立文. 数字化人体解剖教学系统的构建[J]. 局解手术学杂志, 2007, 16(2): 114.

[12] 杨业林, 徐 杰, 孙 强. 早期股骨头缺血性坏死影像学诊断的实验研究[J]. 中国伤残医学, 2010, 18(1): 4 - 7.

[13] 吴 丽, 岳瑞杰. 股骨头缺血性坏死的影像学分析研究[J]. 临床医学, 2009, 29(3): 89 - 90.

(编辑:左艳芳)

关于单位符号的使用

各种单位除在无数值的叙述性文字中和科普读物中可使用中文名称或中文符号外,均应使用单位符号。单位符号都是正体拉丁和希腊字母,无复数形式,符号后不附加圆点(正常语法名字尾标点符号除外)。来源于人名的单位,例如:Pa、Gy、W 等和 10^6 以上的词头,例如:M、G、T 等的首字母大写以外均为小写,体积“升”的符号是例外,它的符号为“L,(l)”,推荐采用“L”。一般在单位使用不加词头时用大写。数值与单位符号之间、单位符号与相邻的其他符号(例如:化学元素符号)之间应留半个阿拉伯数字空隙,词头与其所组合的单位符号之间不需空隙。词头不能单独使用,也不能重叠使用(例如:“mμm”应为“nm”)。

(本刊编辑部)