

物理诊断

基于 CT 扫描图像之颅底解剖结构三维重建

刘文芳¹, 宋哲¹, 王菲¹, 任国山²

(1. 沧州医学高等专科学校, 河北沧州 061001; 2. 河北医科大学, 河北石家庄 050017)

[摘要] 目的 利用 CT 图像和三维重建软件, 在普通 PC 机重建正常人颅底的解剖结构。方法 选择正常成年女性作为建模对象, 头部薄层扫描后, 将图像数据输入三维重建软件 (mimics 软件) 中, 对颅底结构进行三维重建。结果 建立了颅底的三维可视化数字模型, 该模型轮廓清晰, 不仅准确地反映了颅底复杂的解剖结构, 而且可以放大、缩小、随意旋转, 以任意角度观看。结论 三维重建为临床诊断提供了可靠的解剖资料, 也为今后的手术计划、模拟以及开发虚拟手术系统提供了数据模型基础。

[关键词] CT; 颅底; 三维重建

[中图分类号] R814.42

[文献标识码] B

[文章编号] 1008-8849(2011)04-0474-02

“数字人”是通过计算机技术, 将人体结构数字化, 在电脑屏幕上出现看得见的、能够调控的虚拟人体形态, 进一步将人体功能性信息赋加到这个人体形态框架上, 经过虚拟现实技术的交叉融合, 这个“数字人”将能模仿真人做出各种各样的反应。“数字人”研究工作需要经历 4 个发展阶段, 即“数字可视人”、“数字物理人”、“数字生理人”、“数字智能人”。目前, 美国、韩国和中国均已成功获取数字可视人体数据集, 并在此基础上进行了大量研究, 对人体多个器官或部位进行了三维重建, 在“数字可视人”方面已经取得阶段性成果。而且, 随着计算机数字成像技术的日新月异, 螺旋 CT 断层扫描技术获得的信息量较大, 截面几何形状准确, 为“数字可视人”的建立提供了必要的数据库。建立数字化可视人体是进行人体生命研究的重要基础工具, 对于人体解剖学、临床医学以及涉及人体工程学的各个学科均有重要意义^[1]。本实验初步建立了正常成人颅底结构的数字化模型, 清楚显示颅底的解剖结构, 为临床教学、手术模拟提供可视化模型, 并为今后建立颅底的数字化模型、赋予物理特性打下良好基础。

1 材料与方法

1.1 建模素材 选择 1 名健康成年女性志愿者作为建模对象, 无头颈部外伤、手术及其他病史, CT 扫描前进行 X 线常规检查排除器质性病变。

1.2 主要设备 螺旋 CT 机 (GE MEDICAL SYSTEMS/Light Speed 16 由河北省第二人民医院影像科提供), 家庭用 PC 机 (CPU: 2.4 GHz × 2, 内存: 2 GB, Windows XP 操作系统), Mimics 10.01 医用图像与三维重建软件 (Materialise 公司, 比利时)。

1.3 CT 扫描图像 志愿者取仰卧位, 眶耳平面与水平面垂直, 头部固定, 扫描范围自眉弓处始, 至枕骨下缘止。螺旋扫描参数为: 120 kV, 251.40 mA s, 螺旋层厚 0.625 mm, 床进速度 1 mm/s。最终得到 145 幅二维扫描断层图像; 分辨率为 512 × 512 像素。数据输出并刻盘保存成美国国家电气制造商协会制定的医学图像存储与通讯的标准格式——DICOM

格式。其图像要比从 CT 胶片扫描获得的图像清晰、方便又不会引起因人为处理所造成的坐标误差^[2]。

1.4 利用软件 Mimics 建立颅底的三维可视化模型

1.4.1 图像导入 利用软件的图像导入 (Import Images) 功能将 CT 图像以 DICOM 格式导入, 软件自动定义 Left Right Anterior Posterior 4 个方向, 手动定义 Top 和 Bottom 2 个方向后, 软件将根据断层图像自动生成冠状面和矢状面图像。图 1 为导入后的界面, 其中右上方为轴位断面, 左上方为冠状面图像, 左下方为矢状面图像, 右下方为三维视窗。

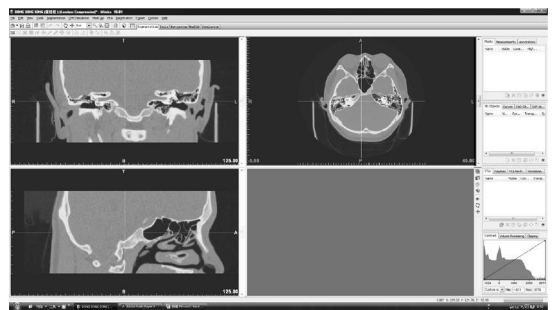


图 1 Mimics 软件导入界面

1.4.2 提取轮廓 利用软件自带的阈值设定工具 (Thresholding) 提取轮廓。在设定阈值时应注意, 如果阈值左区间设置得太低, 会提取许多噪点; 反之, 阈值左区间设置得太高, 将有许多骨组织丢失。通过看图观察, 将轮廓调节到清晰合适的程度, 界定阈值在 226~3071 HU, 形成蒙面 (Mask)。

1.4.3 选择热区 利用区域增长工具 (Region growing) 选择热区, 逐层删除位于其他部位具有和骨骼相同灰度的组织处的标记, 并手工补全骨骼中违背标记的部分。此工作需特别认真地完成。

1.4.4 生成 3D 模型 点击 Segmentation 下拉菜单中的 Calculate 3D 生成 3D 模型, 该模型外形逼真, 可缩放、平移、任意角度旋转、任意平面切割, 清楚直接地再现骨结构的三维立体形态。

2 结 果

2.1 颅底内面观 通过颅底 3D 模型内面, 可以清楚地看到颅底内表面分成前、中、后 3 个颅窝, 3 颅窝自前向后由浅及深呈阶梯状排列, 颅前窝前部正中有隆起的鸡冠, 鸡冠两侧为筛骨筛板, 颅中窝中部狭窄, 可见视神经管、垂体窝、鞍背, 颅中窝两侧部的前上方可见眶上裂, 眶上裂内侧端后下方有圆孔, 圆孔的后方由内向外依次排列着破裂孔、卵圆孔和棘孔, 颅后窝中部有枕骨大孔, 孔的前方为蝶骨体和枕骨相连构成的斜坡, 孔的后上方可见枕内隆突, 隆突两侧为横窦沟和乙状窦沟, 再向前连接颈静脉孔, 在该孔上方, 颞骨岩部后上面的中部可见朝内侧开放的内耳门, 见图 2。

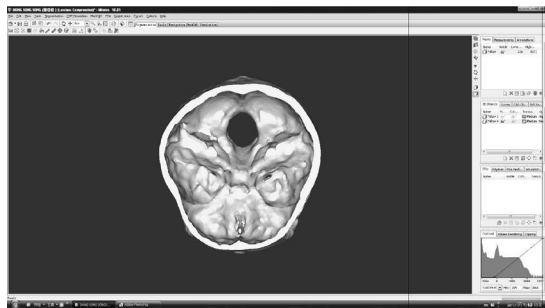


图 2 颅底 3D 模型内面观

2.2 颅底外面观 通过颅底 3D 模型外面, 可以清楚地看到此面高低不平, 前方可见颞弓及其后方的下颌窝和关节结节, 中部可见由内向外依次排列的破裂孔、卵圆孔和棘孔, 后部可见枕骨大孔、枕髁、颈静脉窝、颈动脉管、茎突、乳突等结构, 见图 3。

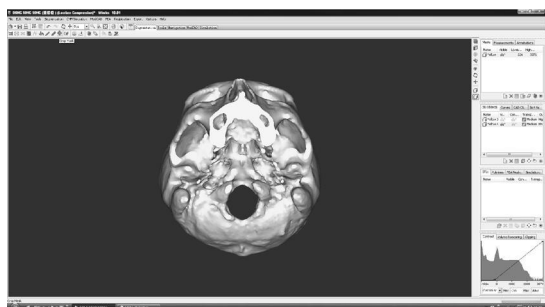


图 3 颅底 3D 模型外面观

2.3 颅底侧面观 通过颅底 3D 模型侧面, 可以清楚地看到颞弓、外耳门、乳突等结构。见图 4。

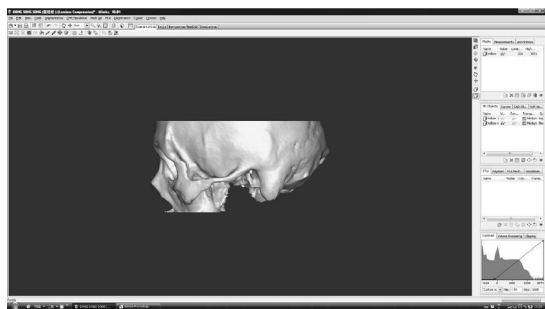


图 4 颅底 3D 模型侧面观

上世纪 70 年代以来, CT、MRI 等医学成像技术的临床应用, 使得医学诊断和治疗技术取得了极大的发展。但是, 二维断层图像只能表达某一截面的解剖信息, 临床医生凭借这些图像信息进行诊断治疗时需要具有很好的空间想象能力, 才能在脑海中构建直观的医学三维模型。为了提高医疗诊断和治疗规划的准确性与科学性, 医学图像三维重建技术越来越得到临床医生的广泛研究和应用, 并成为了一个研究热点^[3]。

关于建立三维有限元模型的方法, 以往文献报道多采用切片法磨片法、三维坐标标定法。现在 CT 技术的日渐完善, 其获得影像不损伤标本, 适用于任何复杂形态和各种密度的三维结构, 扫描间距可以根据需要调节, 实用、简单、快捷、误差小, 且可直接将 CT 扫描的原始数据刻在稳定性良好的光盘上保存和使用, 并以此原始数据图像本身作为建立有限元模型的原始数据。突破了以往采用 CT 扫描拍摄胶片, 再经摄像机、图像采集卡等多种手段对 CT 断层片图像进行处理和转化的繁琐过程, 避免了在反复操作过程中主客观的各种因素造成的部分数据和信息的损失。不仅具有常规 CT 准确提供横断面几何形状, 数字化便捷, 易于标本保存的优点, 而且获得的容积扫描数据和任何部位可进行三维图像重建, 且图像处理迅速, 存储原始数据丰富, 重建影像质量高^[4]。

目前, 有许多 CT 机也具备三维重建功能, 重建结果也很清晰, 并能指导手术, 但它只能在 CT 机的工作站上进行, 不能广泛用于临床教学及基层医疗单位。本实验应用 M M ICS 软件, 很方便地在普通 PC 机上对连续的二维图像进行结构识别和分割, 且能实时地进行三维重建。所建的三维可视化模型可以随意放大、缩小, 可以沿任意方位旋转, 也可以任意分割。笔者建立的颅底三维可视化模型, 能清晰显示颅底全貌, 提供了二维图像不能提供的信息, 为临床诊断提供了可靠的解剖资料, 也为今后的手术计划、模拟, 以及开发虚拟手术系统提供数据模型基础。

综上所述, 基于 CT 扫描图像, 利用 M M ICS 软件, 建立了颅底的三维可视化数字模型, 该模型轮廓清晰, 不仅准确地反映了颅底复杂的解剖结构, 而且可以随意旋转, 以任意角度观看, 为临床诊断提供了可靠的解剖资料, 也为今后的手术计划、模拟以及开发虚拟手术系统提供数据模型基础。

[参 考 文 献]

- [1] A ckem an M J. The visible human project - a resource for education [J]. A cad M ed, 1999, 74(6): 667 - 670
- [2] 陈琼. 三维有限元建模方法的研究现状 [J]. 口腔医学, 2006, 26(2): 154 - 155
- [3] 马如宇, 铁瑛, 薛文东, 等. 基于螺旋 CT 构建人体骨盆三维有限元模型 [J]. 医学生物力学, 2004, 19(3): 180 - 183
- [4] 林晓梅, 裴建国, 牛刚, 等. 医学图像三维重建方法的研究和实现 [J]. 长春工业大学学报: 自然科学版, 2005, 26(3): 225 - 228

[收稿日期] 2010-06-05

3 讨 论