文章编号:1000-5404(2008)06-0481-04

论著

数字人体肠道的三维可视化研究

刘 利[1],郑小林[1],张绍祥[2],胡 南[1],谭立文[2],吴 毅[2] ([1]重庆大学生物工程学院生物医电教研室,重庆 400030;[2]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)

摘 要:目的 建立中国数字人肠道的三维可视化数字模型。**方法** 利用中国首例女性数字化可视人数据集(CVH-2),分割出肠道的轮廓数据,并进行表面三维重建。**结果** 分割并三维重建出了十二指肠、空肠、回肠、盲肠、阑尾、结肠、直肠等肠道结构。模型能够实现缩放、旋转、任意角度切割,以及十二指肠、空肠和回肠、大肠等不同段单独或者整体显示,能够方便地观察人体肠道的走向和形态。**结论** 数字人肠道消化道的可视化模型为教学和临床研究提供了数字化的工具,为虚拟内镜以及CT/MRI影像的消化道研究提供了形态学依据。

关键词: 可视人;消化道;表面重建;可视化
中图法分类号: R319;R322;R322.45 **文献标识码:** A

Visualization of intestinal canal of the Chinese visible human

LIU Li[1], ZHENG Xiao-lin[1], ZHANG Shao-xiang[2], HU Nan[1], TAN Li-wen[2], WU Yi[2] ([1]Department of Biomedical Engineering, Bioengineering College of Chongqing University, Chongqing 400030; [2]Department of Anatomy, College of Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To build digitized intestinal visible model of the Chinese visible human. Methods We used the dataset of the first Chinese visible woman (CVH-2) to segment the alimentary canal images and reconstructed them to the three dimensional model by surface rendering. Results Segmentation and reconstruction of the intestinal canal were realized, including duodenum, jejunum, ileum, appendix, colon, rectum and anus. The model can be zoomed in or out, rotated and cut at any angle, to display the duodenum, jejunum and ileum, large intestine individually or as a whole. It thereby would facilitate the observation of the configuration and modality of the intestinal canal. Conclusion The virtual intestinal visible model provides the digital resource for teaching and clinic diagnosis, and lays the morphological foundation for the study of virtual endoscope and CT/MRI images of alimentary canal.

Key words: visible human; alimentary canal; surface reconstruction; visualization

虚拟可视人计划于1989年由美国国立卫生图书馆发起,并由美国科罗拉多大学健康中心负责采集数据,Spitzer教授领导的研究小组分别于1994年和1995年完成了首例男性和女性数字化虚拟人的数据采集[1,2]。之后韩国和中国相继启动了虚拟人计划,虚拟韩国人(KVH)于2001年完成了首例男性的数据采集[3]。2002年10月至2003年1月,我国完成了中国第1例男性和第1例女性数字可视化人体数据采集工作[4]。

数字可视人是数字人项目的第一个阶段,利用计算机技术对原始图像进行配准、分割、重建,从而还原出数字人的三维图像,便于观察、测量以及进一步研究[5]。在数字人的三维可视化研究领域,对于器官、骨骼、血管、肌肉等对象的可视化已取得较多成果[6,7],而在消化系统特别是肠道方面的三维重建却鲜有报道。美国伦斯利尔理工学院核子工程与工程物理研究组的徐榭等[8]在VHP项目的基础上开发建立了供用于工程虚拟仿真的成年男子仿真模型VIP-

基金项目: 国家高技术研究发展计划("863"计划)(2006AA04Z343);国家自然科学基金(30500120);国家自然科学基金面上项目(60771025) Supported by the National "863" Key Research Project of China (2006AA04Z343), the National Natural Science Foundation of China (30500120) and the General Program of the National Natural Science Foundation of China (60771025)

作者简介: 刘 利,女,四川省内江市人,硕士研究生,主要从事医学图像三维重建及可视化数字模型方面的研究。电话:(023)65111931,E-mail:first-tryll@163.com
通信作者: 郑小林,电话:(023)65103578
张绍祥,电话:(023)68752005,E-mail:zhangsx@mail.tmmu.com.cn

收稿日期: 2007-06-04;**修回日期:** 2007-11-26

MAN(visible photographic man),手工分割出胃、小肠、大肠等消化组织,并重建出其三维模型。但是其数据来源于西方人,不能有效的代表东方人的体格。本研究利用中国首例女性数字可视化人数据进行下消化道的分割、重建,并建立了下消化道的可视化模型。该模型真实反映了人体下消化道的结构和形态。

1 材料与方法

1.1 消化道数据来源

本研究选用首例中国女数字可视化人体数据集,该数据标本为22岁女性,身高162 cm,体质量54 kg,消化道系统无病变和损伤。腹部横断面的采集层间距为0.5 mm,图像分辨率为3 072×2 048像素,每张断面图像格式为TIF,大小为36 MB[9]。从中选取从十二指肠上部到肛门下缘的连续解剖断面图像(从图像第1 384层到2 100层),选择数据层厚为1.0 mm(每隔一张断面图像选取一张,选取编号为偶数的图像),共计359张,359 mm[10]。

1.2 方法

1.2.1 硬软件环境 消化道分割在普通PC上面完成,图像重建在HP xw9300 Workstation图像工作站上进行,系统软件:Windows XP Professional x64 Edition。硬件配置为:21英寸EIZO专业显示器,最大分辨率:2 048×1 536最高刷新频率:160 Hz;CPU:AMD Operon(TM) Professor250,主频:2.39 GHz;内存:16 G;硬盘容量为80 G+300 G。硬件配置高,三维重建速率快。

重建环境为Amira4.1.1-Win64,Amira是以色列Mercury公司开发的一款三维可视化软件,在医学、分子生物学、地质、工业等领域有着广泛的应用。对于三维资料的处理提供了极好的解决方案,藉由视觉化的方式让使用者更能观察资料的细节。强大的自动化与交互式的分割工具支援3D影像资料的处理。其重建模型还可以用于有限元分析,使可视化结果能够方便的进行虚拟模型开发。

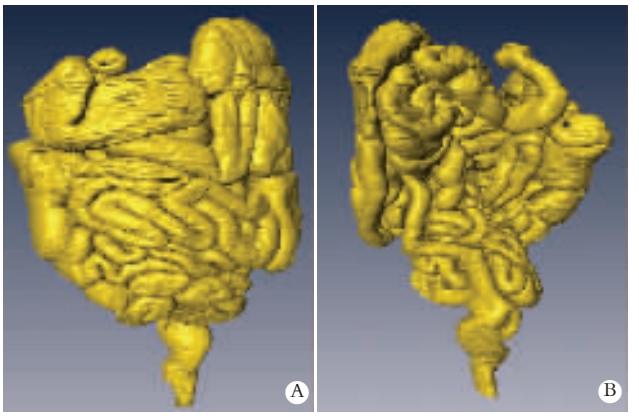
1.2.2 可视化研究过程 消化道分割:为了减小图像容量,将原始的BMP格式图像(大小为36 MB)转换为PNG图像(大小为3~4 MB)。在Photoshop软件上应用磁性套索工具和魔术棒工具进行肠道外边缘的数据分割。主要分成3个部分:十二指肠、空肠和回肠、大肠,并建立3个图层存储分割图像。利用选取工具选取消化道的边缘,并在相应的层上用油漆桶工具填充RGB颜色值,其中十二指肠的填充颜色RGB值为(141,141,255);小肠中空肠和回肠的填充颜色RGB值为(141,141,141);大肠的填充颜色RGB值为(141,141,198)。

表面重建:重建在Amira软件上进行,重建前先将分割的图像去掉背景层,并将彩色图像转换为灰度模式。对应的十二指肠的灰度值为151,空回肠的灰度值为141,大肠的灰度值为145。将PNG格式的灰度图像导入Amira,通过域值分割的方法提取肠道边界,以选定的颜色标定边界,从而重建出表面模型。根据不同肠道的灰度值不相同的特点,可以将十二指肠、空回肠、大肠分别进行域值分割,根据相互间灰度值的差异重建成不同的网络,可以实现同时整体显示或者部分选择显示。

2 结果

2.1 整体重建效果

表面重建出的图像如图1所示,可以直观的反映数字人肠道的走向和形态。由于标本是在冰冻后进行图像采集的,肠道内的水结冰膨胀,造成有水的肠道部位膨大,如图1所示的回肠和结肠部位,比冰冻前的截面大,而空肠部位由于内部几乎没有食物残渣,管径以及形态比较一致。



A:前面观; B:后面观

图1 数字人肠道整体重建图

2.2 各部位重建效果及特点

2.2.1 十二指肠 十二指肠呈“C”形(图2),环抱胰头,分为上部、降部、水平部和升部,图3可以看出十二指肠和胰头的位置关系。十二指肠上端起于幽门,上部形状像球体,所以又称为球部。降部沿第1~3腰椎右侧下行,至第3腰椎的下缘又急转向左移行于水平部。水平部自右向左横过脊柱的前方,移行于升部。升部自水平部斜向左上方升至第2腰椎的左侧,然后向前弯曲形成十二指肠空肠曲,而连续空肠。

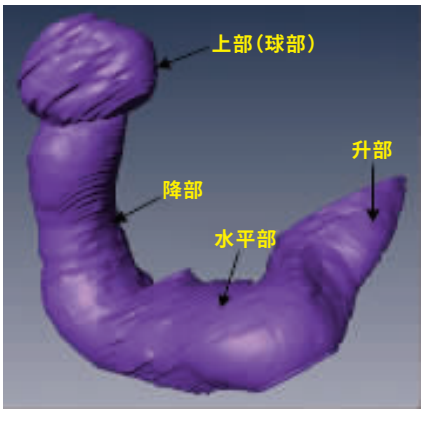


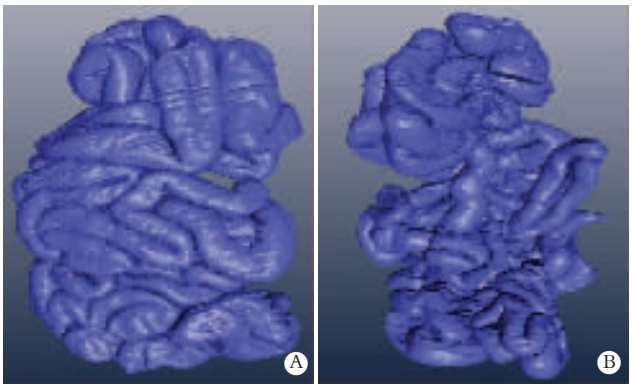
图2 十二指肠前面观

2.2.2 空肠和回肠(图4) 空肠和回肠迂曲回旋,盘绕在腹腔中部和下部,其周围被结肠包围。在贴前腹部的地方,小肠走向比较规则,呈“S”形绕行,而在背部走向多变,有的如垂下的绳子呈“U”形,有的则是缠绕状。空肠部分的肠道大小变化不大,而回肠部分则出现多处膨大和狭小的部位,在对应的断面图像上可以观察到膨大部分的肠道内有食物残渣存在。



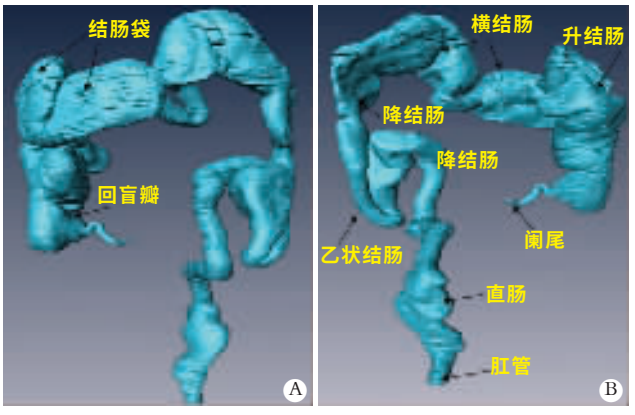
1：十二指肠升部；2：十二指肠降部；3：胰

图 3　十二指肠断面图



A：前面观；B:后面观

图 4　数字人空肠和回肠重建图



A:前面观；B:后面观

图 5　数字人大肠重建图

2.2.3　大肠(图 5)　　大肠长约 1.5 m,环绕在空、回肠的周围。

2.2.3.1　盲肠　　盲肠为大肠起始的膨大盲端,向上通升结肠,向左连回肠。回、盲肠的连通口称为回盲口(图 4B)。口处的黏膜折成上、下两个半月形的皱襞,称为回盲瓣。由于内部有水和其他物质,盲肠出现了膨胀.

2.2.3.2　阑尾　　阑尾上端连通盲肠的后内壁,下端游离,位于盲肠的左后方,先向上翘起,再向左下倾斜。

2.2.3.3　结肠　　升结肠至盲肠向上延续,左弯成结肠右曲,移行于横结肠。升结肠的肠径也非常大,其对应的断面图像可以观察到内部集有大量的食物残渣。横结肠并非水平的,而是先向下行,经过一个狭小段水平右行,接着一个“V”字型的转折于降结肠相连。降结肠的上半部分为扁大形,下部肠道比较小,呈圆形。乙状结肠呈乙字形弯曲,在第一个转弯前有所膨大,其他部分管径比较均匀,呈圆筒形。

2.2.3.4　直肠　　直肠为大肠的末端,位于小骨盆内。上端接续乙状结肠,下端以肛门而终。位于子宫和阴道的后方。在两个弯曲之间的段为扁状。

2.2.3.5　肛管　　肛管为大肠的末段,下端开口于肛门,外形较圆,呈垂直状。

3　讨论

肠道是人体重要的结构,一直以来也是发病较多的部位,如:Crohn 病、溃疡性结肠炎(cyclosporine)、大肠癌、家族性大肠腺瘤病、克罗恩病、肠壁周围淋巴结转移、黏膜下肿瘤、消化道出血等。在临床上对于消化道的形态学研究是非常重要的。肠道可视化模型可以形象的反映出消化道的实体形态,对于医生诊断患者是否有肠道膨大、狭小或者畸变等提供直观的立体模型作为参考。

3.1　本三维重建模型的优点

①肠道形态结构复杂,个体差异大,肠道疾病检测非常困难,特别是肠道内定位问题,不好解决。在 CT、MRI 中,肠道和周围组织显影非常相似,只能够将结肠分辨出来,小肠部分无法区分,而断面图像能够反映肠道的色彩和纹理,能够正确的分辨出全部消化道。②肠道的走向变化迅速,CT、MRI 等几个毫米甚至是几厘米间距的图像不能清楚反映肠道的变化。本研究所采用的断面图像间距是 0.5 mm,能够分辨出肠道的细微变化,完全能够满足重建的需求。因而,重建出的三维模型具有真实性和可靠性,能够形象的反映出人体的肠道走向和形态学特征。③由于肠道的走势和形态复杂,以往的图谱和模型都进行了简化,只是表现了肠道的基本特征,而一些个体差异和细节特性却无法体现出来,本重建模型能够提供肠道变化细节。而本人体肠道的三维可视化模型不但可以提供立体的肠道显示效果,而且通过缩放、旋转、分割等操作,能够方便的观察肠道的细节特点,包括阑尾、回盲口、肠道的膨大和狭小部位、肠道的弯曲和毗邻关系。④本重建是在 Amira 下进行的,重建后的三维网格模型可以导出,应用到其他开发系统中,具有移植性强的特点,方便后续开发,如动力学模型。Amira 提供有动画设计,可以直接利用重建的图像制作动画(如:任意方向切割,旋转等),在教学上的应用方便。

3.2　肠道可视化模型的应用

三维重建图像能够使研究人员全面了解、掌握肠

道的局部和整体的详细的解剖关系。利用肠道的数字化模型,建立外科手术模拟系统[11],可以给实习医生提供方便且可重复操作的平台。在术前进行手术解剖知识的学习、进行手术方案的设计和手术演练,并且在术中提供导航与监护系统[12],这样为研究人员提供了一个方便的学习环境,也大大降低了手术的风险性。

利用数字肠道三维模型,可以建立肠道虚拟内镜系统,模拟食物、药丸等在肠道内的运动,获得其运动轨迹,以及运动过程中的力学变化。在肠道空间定位研究方面,肠道的数字化模型也有着重要的作用,现在存在的人体消化道的PET检查,磁定位以及电场定位等只能获取三维空间位置,而消化道的相对位置却无法获取。利用肠道三维模型,就能够实现空间坐标和肠道相对位置的映射,从而获取肠道的具体位置信息。

参考文献:

[1] Spitzer V M. The visible human: a new language for communication in health care education[J]. Caduceus, 1997, 13(2): 42-48.

[2] Spitzer V M, Whitlock D G. The Visible Human Dataset: the anatomical platform for human simulation[J]. Anat Rec, 1998, 253(2): 49-57.

[3] Park J S, Chung M S, Hwang S B, *et al*. Visible Korean Human: improved serially sectioned images of the entire body[J]. IEEE Trans Med Imaging, 2005, 24(3): 352-360.

[4] 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.

[5] 李幼琼, 徐 亮, 李瑞芬, 等. 人脑豆状核三维重建及其质心、体积的测量[J]. 吉林大学学报: 医学版, 2007, 33(3): 464-466.

[6] 李安安, 刘 谦, 龚 辉, 等. "虚拟中国人男性一号"高精度骨骼系统的三维建模[J]. 中国临床解剖学杂志, 2006, 24(3): 292-294, 307.

[7] 李 恺, 张绍祥. 数字人体肝脏可视化研究[J]. 重庆医学, 2005, 34(10): 1556-1558.

[8] 徐 榭, 赵自强, 石成玉, 等. 基于美国可视人项目图像的成年男子解剖模型及其在医学虚拟仿真上的应用[J]. 中国基础科学, 2002, (6): 25-30.

[9] 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采集与可视化研究[J]. 第三军医大学学报, 2003, 25(5): 394-396.

[10] 张绍祥, 王平安, 刘正津. 中国数字化可视人体图谱[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 200-235.

[11] Bielser D, Gross M H. Open surgery simulation[J]. Stud Health Technol Inform, 2002, 85: 57-63.

[12] Flores J M, Schmitt F. Segmentation, reconstruction and visualization of the pulmonary artery and the pulmonary vein from anatomical images of the visible human project y[C]//Sixth Mexican International Conference on Computer Science. Washington: IEEE Computer Science, 2005: 136-144.

(编辑 邓强庭)

个案与短篇

文章编号:1000-5404(2008)06-0484-01

股骨头骨折应用可吸收材料15例临床分析

王盛伟,范远俊,向 阳 (重庆市巴南区人民医院外一科,重庆 巴南 401320)

自2000年7月至2006年7月应用可吸收材料治疗股骨头骨折15例,效果满意。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本组15例,均为闭合性骨折,其中男性13例,女性2例,年龄最小32岁,最大67岁,平均35岁,交通伤13例,坠落伤1例,跌伤1例。合并髋臼骨折3例,合并坐骨神经损伤2例,住院时间14~124 d,平均57 d。随访时间最长48个月,最短3个月。

1.2 可吸收材料

本组均采用成都迪康中科生物医学材料有限公司提供的DIKFIX可吸收骨折内固定材料,国产聚-DL-乳酸(PDLLA)材料制成,拉伸强度≥40 MPA,弯曲强度≥80 MPA。有效固定时间为3个月,植入体内后通常12~18个月内完全降解吸收,在体内最终代谢成二氧化碳和水。

作者简介:王盛伟,男,重庆市人,副主任医师,主要从事创伤骨科临床方面的研究。电话: 13036399118

收稿日期:2008-01-11;修回日期:2008-02-19

1.3 治疗方法

患者入院后均行髋关节脱位整复并患肢胫骨结节骨牵引。行髋关节CR摄片、CT扫描,明确股骨头骨折情况,伤后5~7 d手术。切口选择:髋关节后外侧入路或Smith-Petersen入路,暴露骨折端,解剖复位,细克氏针临时固定至牢固。用与螺钉配套的DIKFIX专用工具进行钻孔,测定深度,丝锥攻丝,深度超过所用可吸收材料2~3 mm,钻孔深度较攻丝深度长2~3 mm。埋头器扩孔,拧入选定的可吸收材料。将可吸收螺丝钉的头端埋入股骨头软骨表面下,或略微凹进于股骨头软骨表面。一般用一枚,骨折块较大时,用两枚可吸收螺丝钉。骨折片较小时,用一或二枚可吸收棒打入固定。削除凸出于股骨头表面的可吸收材料,使曲面平滑。

术后伤口引流24~48 h,牵引患肢3周、去除牵引后不负重活动患肢至8周,根据复查骨折的X线摄片情况,逐渐负重。

2 结果

本组病例术后切口均甲级愈合。获得随访共13例,随访时间3~26个月,平均13.5个月。本组13例,疗效评定标准参照文献[1]。结果:优10例,占76.9%;良2例,占15.4%;差1例,占7.7%。

(下转488页)