

# 基于数字化虚拟中国人女性一号胰腺图像的三维重建及可视化研究

周泽民 方驰华 黄立伟 钟世镇 王博亮 周五一

**【摘要】**目的 研究数字化虚拟胰腺及其周围结构图像的三维重建,创建三维可视化胰腺解剖学,为虚拟胰腺手术及临床胰腺外科提供数字化三维解剖学依据。方法 采用南方医科大学虚拟中国人女性一号(VCH-F1)腹部胰腺段影像数据集,以现代看图软件(ACDSee)及图像处理软件(PhotoShop)对图像进行分割,编程提取、三维重建胰腺并实现胰腺三维可视化。结果 一次完成胰腺及与胰腺关系极为紧密的周围结构:十二指肠、胆总管、下腔静脉、门静脉主干及主要属支、腹主动脉、腹腔干动脉及分支、肠系膜上动脉的三维重建,并实现任意视角下的三维可视化,三维胰腺真实、立体感强,能三维可视化,以全新的胰腺三维结构反映复杂多变的胰腺外形及毗邻结构关系。结论 基于VCH-F1的胰腺三维重建及三维可视化,以三维可视化的形式真实再现了胰腺及胰腺周围重要结构,是创建全新的三维可视化胰腺解剖学,虚拟胰腺手术及临床胰腺外科提供数字化三维解剖学依据的理想方法。

**【关键词】** 胰腺; 成像,三维; 计算机辅助; 模型,解剖学; 三维可视化

**The study of pancreas three-dimensional reconstruction based on the Virtual Chinese Human-Female No 1** ZHOU Zem in, FANG Chi-hua, HUANG Li-wei, ZHONG Shi-zhen, WANG Bo-liang, ZHOU Wu-yi Department of Hepatobiliary Surgery, Zhujiang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510282, China

Corresponding author: FANG Chi-hua, Email: fangch\_dr@126.com

**【Abstract】 Objective** To study the three-dimensional (3D) reconstruction and 3D visualization of the pancreas and create anatomy of the digitalized visual pancreas so as to construct a concrete basis for virtual operation and surgical operation on pancreas. **Methods** The digital imaging data of pancreas, duodenum, common bile duct, arteries and veins were obtained from the Virtual Chinese Human - Female 1 (VCH-F1) and processed using ACDSee and Photoshop so as to reconstruct 3D pancreas digitally and realize 3D visualization of pancreas. **Results** We successfully 3D reconstructed and visualized the pancreas and the peri-pancreatic structures: the duodenum, the common bile duct, the inferior vena cava, the portal vein vessels, the aorta, the coeliac trunk vessels. The 3D and visualized pancreas manifested itself with its complete structure as well as its adjacency to other tissues. **Conclusions** The 3D reconstruction and 3D visualization of the pancreas based on the digital data of VCH-F1 produces a digitally visualized pancreas, which promises us a novel method for virtual operation on pancreas, clinical operation on pancreas and anatomy of 3D visualized pancreas.

**【Key words】** Pancreas; Imaging, three-dimensional, computer assisted; Models, anatomic; Three-dimensional visualization

由于胰腺周围结构复杂的解剖学关系,而且胰腺是腹膜外位器官,深藏于腹膜后,其形态不规则,

质地柔软,与周围重要结构关系紧密且多变,界限不易确定,因此胰腺外科手术难度较大。虚拟人体技术是开拓研究和解决困难的新途径,获得数字化胰腺三维解剖图像无疑对胰腺外科的发展有极大的帮助。我们基于虚拟中国人女性一号(VCH-F1)数据集进行了胰腺三维重建与三维可视化研究。

## 材料和方法

1. 胰腺数据集的来源:本研究的胰腺数据集来

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30470493)、广东省科技计划资助项目(2003C34303)

作者单位:510282广州,南方医科大学珠江医院肝胆外科(周泽民、方驰华、周五一);南方医科大学临床解剖学研究所(钟世镇);厦门大学计算机科学系(黄立伟、王博亮)

通讯作者:方驰华, Email: fangch\_dr@126.com

源于南方医科大学临床解剖研究所 VCH-F1。我们详细地研究了 VCH-F1 肝胆胰段的图像数据, 确认胰腺出现在第 2617~2996 张冰冻切片图片上, 共有 380 张胰腺切面图片。每个切面距离 0.2 mm, 胰腺上下距离共 7.6 cm。为了能展示与胰腺外科相关的重要的毗邻结构, 我们经详细研究后采用第 2574~3017 张冰冻切片图片进行图像的分割、提取, 重建胰腺及其重要毗邻结构: 十二指肠、胆总管、门静脉及脾动脉等。

2 胰腺数据集的分割提取: VCH-F1 肝胆胰段第 2574~3017 张的图像数据, 每一张是一层切片面的数字化影像集合, 包含全部的组织器官的数字化信息。胰腺与其他组织的灰界值差别不大, 胰腺的边界有时也并不明显, 周围重要的组织结构与胰腺的关系紧密, 现有的电脑图像识别软件无法识别分割原始的 VCH-F1 数据集中的胰腺及胰周结构, 必须对原始数据集进行人工识别、分割, 并加以标识。由于胰腺的边界及胰腺周边结构的界限有时并不明显, 需要阅片识别边界, 以便分割。我们对经过配准的图像, 采用 ACDSee 看图软件, 从边界明显的图像开始, 逐张审阅, 确定边界。然后 Photoshop 7.0 对原始图像进行处理, 采用套索、钢笔等图像处理工具, 描绘胰腺及需要重建的组织结构图像边界, 删除无关的图像要素, 存盘, 完成一次图像分割。为了保证准确再现胰腺原始构像, 图像处理必须从边界明显的图片开始, 按图片序列逐一进行分割。

3 图像的三维重建: 全部图像分割完毕后, 将全部图像读入, 然后应用高斯平滑算法进行平滑, 接着使用等高面的算法进行边界的提取, 分别提取胰腺、十二指肠、胆总管、动脉及静脉系统的表面, 完成表面的提取后, 再次使用平滑算法, 以确保表面的平滑性。最后将提取出来的表面信息写成 Visualization Toolkit (VTK) 文件。至此, 使用由 VC++ 编写的 GUI 程序调用并显示这个 VTK 文件, 就能看到最终的重建结果 (图 1、2)。

## 结 果

本研究基于 VCH-F1 数字化图像, 完成了胰腺、十二指肠、胆总管、动脉、静脉的图像分割与提取。其表面信息写成 Visualization Toolkit (VTK) 文件, 使用由 VC++ 编写的 GUI 程序调用并显示这个 VTK 文件, 一次完成胰腺及与胰腺关系极为紧密的周围结构: 十二指肠、胆总管、下腔静脉、门静脉主干及主要

属支、腹主动脉、腹腔干动脉及分支、肠系膜上动脉的三维重建, 并实现任意视角下的三维可视化。

1. 胰腺图像特征: 共分割提取出 380 张胰腺图像。三维可视化图像显示不同方位的胰腺立体结构, 高度保真地还原了胰腺的头、颈、体、尾及钩突在人体上的立体空间构像 (图 3)。

2. 十二指肠图像特征: 共分割提取出 396 张十二指肠图像。三维重建的十二指肠图像真实再现从幽门到空肠起始的十二指肠形态, 反映了十二指肠的曲折、易变的外形 (图 1、2)。

3. 胆总管图像特征: 共分割提取出 306 张胆总管图像。从单张分割出来的图像可以看出胆总管并非全长均为圆形, 其形态及管径大小与周围结构有关, 三维重建的胆总管图像展示了胆总管行程及走向与周围组织结构的复杂关系 (图 4、5)。

4. 静脉系统图像特征: 共分割提取出 444 张静脉系统图像。分割的门静脉系统重要属支管径并非有规律的变化, 三维重建的门静脉图像展示了脾静脉和肠系膜上静脉的结合方式, 反映了门静脉在行程中与周围组织结构在空间结构上的位置变化 (图 5、6)。

5. 动脉系统图像特征: 共分割提取出 444 张动脉系统图像。主要分割了与胰腺关系密切的腹腔干动脉分支、肠系膜上动脉。分割的动脉图像真实再现了动脉的迂延与管径的变化规律, 三维重建后的可视化图像结构明显、清楚。动脉的行程及分支真实再现了动脉与其供应器官的紧密关系 (图 5、6)。

## 讨 论

1. 胰腺重建的困难及对策: 通过 CT 和 MRI 可清楚获取部分人体器官的二维切面图像, 结合计算机技术, 可实现腹内重要器官肝脏的三维重建<sup>[1]</sup>, 并且利用肝脏管道的灌注薄层 CT 扫描图像, 建立肝实质和肝静脉系统的三维可视化图像<sup>[2]</sup>。但采用螺旋 CT 表面覆盖 (SDD) 成像法, 在胰腺肿瘤的诊断中, 以图片的形式显示三维重建的胰腺有关结构较为粗糙<sup>[3]</sup>。最近的研究报告基于增强 CT 图像, 只实现了胰腺及胰周相关血管的三维重建及三维可视化<sup>[4]</sup>, 未能充分显示胰腺与周围结构的三维解剖关系。PubMed 检索, 有关胰腺的三维研究局限于利用 CT、MR 机器自带的编译软件, 实现胰腺及胰腺周围血管的简单胰腺三维重建<sup>[5]</sup>, 未见胰腺及周围重要结构三维重建及三维可视化研究报告。

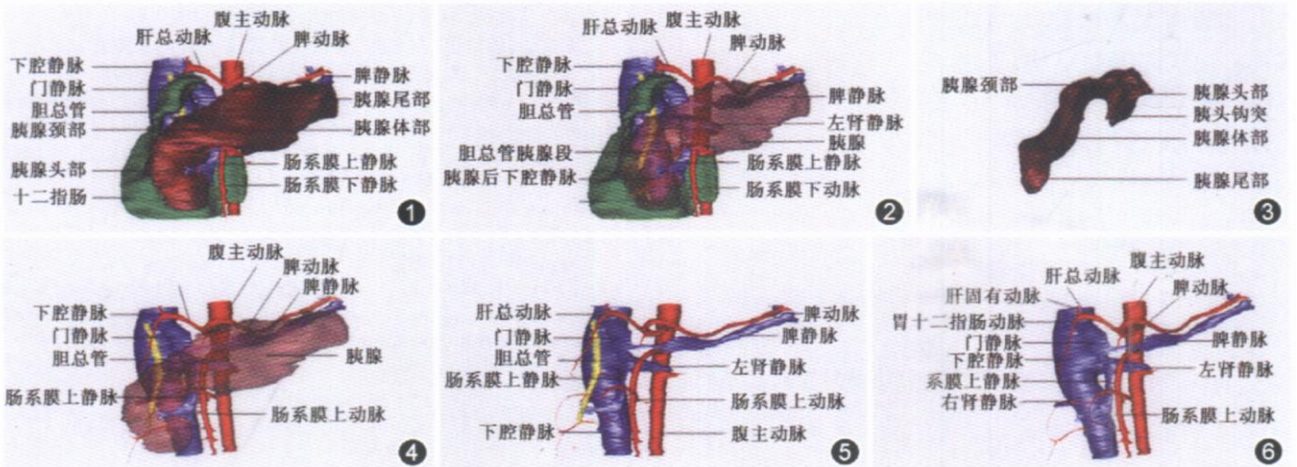


图 1 三维重建胰腺及周围结构关系 (前观) 图 2 三维重建胰腺周围结构,胰腺透明度为 0.5,透视胰腺深部结构关系 图 3 三维重建胰腺 (后侧面、上观图),清楚显示胰腺的头、颈、体、尾及钩突 图 4 胰腺透明度为 0.5,隐藏十二指肠时胰腺周围结构关系 (前观、稍右旋位) 图 5 隐藏胰腺、十二指肠时胆总管、动脉、静脉关系 (前观、右旋位) 图 6 隐藏胰腺、十二指肠、胆总管,显示胰腺周围血管

VCH-F1数据集使胰腺及胰腺周围结构的三维重建有了可靠的二维图像数据<sup>[6]</sup>。VCH-F1数据集的每一张原始图像,实际包含该切面全部的组织器官的数字化信息,胰腺与十二指肠、胆总管、门静脉、肝动脉、脾动脉及肠系膜上动脉在原始的数据图像上的灰界差别不大,现有电脑软件并不能自动分割提取出需要重建的组织、器官结构。我们首先通过ACDSee看图识别找出边界结构明显的图像,通过连续看图,确定胰腺及需要分割器官的边界,然后采用Photoshop图像处理软件,人工分割图像。为了既能方便提取,又能保证各重建组织器官毗邻关系的严谨自然,我们经过多次试分割、提取、重建比较后,采用胰腺与十二指肠;动脉与静脉;胆总管分别进行分割的办法:即在一张图像上一次只分割出胰腺与十二指肠,删除其他像素,并给十二指肠以颜色标识,如此反复,将胰腺与十二指肠、动脉与静脉、胆总管分别分割出来。然后在胰腺与十二指肠图像中分别提取出胰腺、十二指肠、同样方法分别提取动脉、静脉、胆总管。至此,完成了胰腺、十二指肠、胆总管、动脉、静脉的图像分割与提取。最后将提取出来的表面信息写成Visualization Toolkit (VTK)文件。使用由VC++编写的GUI程序调用并显示这个VTK文件,一次完成胰腺及与胰腺关系极为紧密的周围结构:十二指肠、胆总管、下腔静脉、门静脉主干及主要属支、腹主动脉、腹腔干动脉及分支、肠系膜上动脉的三维重建,并实现任意视角下的三维可视化。

2 胰腺图像的三维重建与三维可视化:胰腺三

维重建及可视化研究,要达到方便理解各种结构的相互关系,能在普通的计算机上自由运行,既要显示胰腺及周围整体结构,又能显示任意结构<sup>[7]</sup>。图像三维重建算法对于同一数据集,用表面绘制法生成的数据量小,显示效率高,能够更好地表现三维物体表面的细节,并且能够方便地查看物体内部的结构。体数据包含了更丰富、更完整的信息,可用于计算任意角度切割的截面。由于我们建立形态模型时更注重的是表面形态及胰腺与周围结构的位置关系,因此本研究使用表面绘制法重建三维胰腺形态模型。

3 胰腺三维重建与可视化将促进胰腺外科的发展:胰腺脏器外形复杂多变,传统解剖学图谱的二维图像难以说明胰腺的外形结构及周围的复杂关系。经过剖切测量还原的胰腺,不能很好地反映人体中质地柔软的胰腺的真实面貌,不能满足教学和临床工作的需要。目前临床外科为提高胰腺疾病的诊断和外科手术水平,基于CT、MR机器软件进行胰腺及胰周的血管三维重建<sup>[4,5,8]</sup>,对胰腺周围关系的探索仍然不足。本研究三维重建并实现可视化的胰腺是基于VCH-F1的原始数据图像,胰腺三维图像立体感强,完全显示了胰腺不规则的表面结构,可以从任意角度显示胰腺头、颈、体、尾及钩突的特征(图3)。以三维可视化的形式从任意角度显示胰腺、十二指肠、胆总管、下腔静脉、门静脉主干及主要属支、腹主动脉、腹腔干动脉及分支、肠系膜上动脉的结构关系;可以设置不同的透明度,透视胰腺、十二指肠、胆总管、动脉、静脉在结构上互相渗透的关系(图

2),当设置某组织结构透明度为 0时,可以隐藏该结构,观察其深面结构(图 5、6)。这对于临床外科及解剖学习都极有帮助。在此基础上可以研究胰腺的任意角度切割,将为胰腺虚拟手术的软件开发打下了良好的基础。

参 考 文 献

- 1 Wrazidlo W, Brambs HJ, Lederer W et al An alternative method of three-dimensional reconstruction from two-dimensional CT and MR data sets. *Eur J Radiol*, 1991, 12: 11-16
- 2 方驰华,周一,虞春堂,等. 肝脏管道系统灌注后薄层 CT扫描和三维重建的研究. *中华外科杂志*, 2004, 42: 562-565.
- 3 孔从,周存升,柳澄,等. 螺旋 CT表面覆盖法成像对胰腺癌诊断

- 的价值探讨. *医学影像学杂志*, 1999, 9: 73-75.
- 4 李文生,宋志坚,左焕琛. 胰腺及其周围血管的三维重建和显示及临床意义. *中国临床解剖学杂志* 2004, 22: 344-346
- 5 Soto JA, Lucey BC, Stuhlfaut JW. Pancreas divisum: depiction with multi-detector row CT. *Radiology*, 2005, 235: 503-508
- 6 原林,黄文华,唐雷,等. 数字化 VCH-FI 数据图像处理. *中国临床解剖学杂志*, 2003, 21: 193-196.
- 7 Reinig KD, Spitzer VM, Pelster HL, et al More real-time visual and haptic interaction with anatomical data. *Stud Health Technol Info*, 1997, 39: 155-158.
- 8 Yoshimi F, Asato Y, Tanaka R, et al Reconstruction of the portal vein and the splenic vein in pancreaticoduodenectomy for pancreatic cancer. *Hepatogastroenterology*, 2003, 50: 856-860.

(收稿日期: 2004-10-12)

(本文编辑: 杨子明)

· 病例报告 ·

小脑血管网状细胞瘤并多囊胰腺一例

王成东 王玉亭 王道奎 张振兴

患者 女性, 29岁, 因头痛、头晕、走路不稳 20 d入院, 既往体健。查体: 视乳头边界欠清, Romberg征(+), 共济失调步态。颅脑磁共振成像检查示左小脑半球长 T<sub>1</sub> 长 T<sub>2</sub> 类圆形占位, 约 3.2 cm × 5.0 cm × 5.0 cm 大小, 边缘有结节, 增强扫描仅结节明显强化(图 1)。入院诊断: 左侧小脑半球血管网状细胞瘤。入院后 B 超检查示胰腺体积增大, 内见多

发大小不等、形态不一的无回声区, 大者 3.0 cm × 2.6 cm, 部分囊内合并有絮状物回声, 囊壁后方透声增强, 彩色血流显像囊内未见血流信号。超声诊断为多囊胰腺。CT扫描进一步证实为多囊胰腺并右肾囊肿(图 2)。在全身麻醉插管下行小脑肿瘤切除术。病理证实为血管网状细胞瘤。术后恢复顺利, 胰腺囊肿和右肾囊肿未行处理, 定期随访。

讨论 小脑半球血管网状细胞瘤伴有胰腺或(和)肾囊肿称之为 Lindau 病。该病是少见的常染色体遗传病, 男性稍多于女性, 以青壮年居多, 伴有胰腺囊肿者少见, 多囊胰腺罕见。小脑半球血管网状细胞瘤术后易引发胰腺囊肿增大, 直径 > 3 cm 者可行手术切除。术后如出现持续恶心、呕吐、腹痛等上腹部不适症状, 应考虑胰腺囊肿增大的可能, 进一步的影像学检查是必要的。本患者胰腺囊肿最大直径不超过 3 cm, 无手术指征, 故仅行小脑半球肿瘤切除术, 随访 4 个月, 尚无胰腺囊肿扩大的表现。

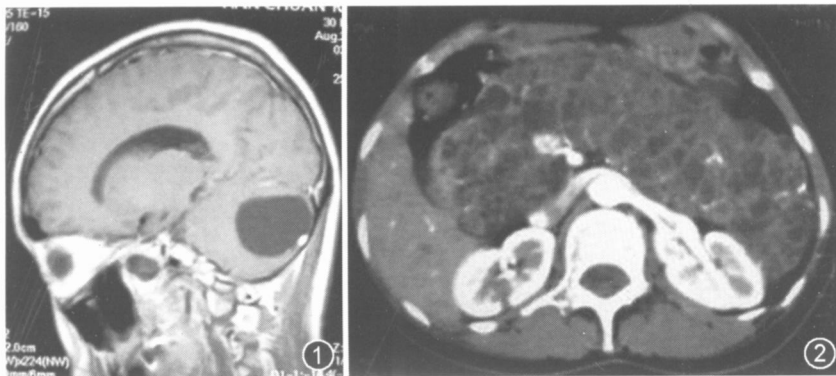


图 1 平扫见左侧小脑半球囊性病灶, 边界清, 有壁结节, 增强后囊性部分及囊壁不强化, 壁结节明显均匀强化 图 2 平扫见胰腺体积增大, 其内弥漫分布大小不等类圆形低密度灶, 呈蜂窝状, 胰体尾部见多个斑点状钙化灶

(收稿日期: 2005-02-28)

(本文编辑: 韩静)

作者单位: 261041 山东省潍坊市人民医院神经外科  
通讯作者: 王成东, Email: zhangxiufeng0536@163.com