文章编号:1000-5404(2008)23-2157-04

论著

# 人体可视化肝脏与肝脏超声影像学的对照研究

程 果[1],郭燕丽[1],张绍祥[2],李 锐[1],谭立文[2],李 恺[2] (第三军医大学:[1]西南医院超声科,[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)

**摘 要:目的** 建立国人肝脏的可视化模型,为肝脏超声影像学提供任意方位的薄层断面解剖学基础。**方法** 选取中国可视化人体数据集的肝脏连续断面部分,在可视化软件上建立肝脏的三维可视化模型,并与超声常用切面进行对照研究。**结果** 本研究建立了国人肝脏的三维可视化模型,可视化肝脏模型能进行任意方位的切割,各个切割面显示的肝脏内部解剖结构清晰,特别是能清晰显示肝内管道系统的走行分布特点,能与肝脏超声的各个切面形成良好的对照。**结论** 国人可视化肝脏模型能为肝脏超声影像学提供详细而完整的断面解剖学资料。

**关键词:** 可视化肝脏;超声;断面解剖
**中图法分类号:** R319; R322.47; R445.1 **文献标识码:** A

# Comparative study between visible human liver and ultrasonography

CHENG Guo[1], GUO Yan-li[1], ZHANG Shao-xiang[2], LI Rui[1], TAN Li-wen[2], LI Kai[2] ([1]Department of Ultrasound, Southwest Hospital, [2]Department of Anatomy, College of Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

**Abstract: Objective** To establish the model of Chinese visible liver in order to provide the thin-sectional anatomic base at random direction for hepatic ultrasonography. **Methods** The sectional images collected from the Chinese visible human liver were used to establish the model of visible liver with the aid of visible software and were compared with the corresponding ultrasonic sections of liver. **Results** The model of Chinese visible liver was achieved and could be sectioned at random direction. Each section could be displayed distinctly, especially the course and distribution of intrahepatic vessels, and had good corresponding relationship in comparison to those of ultrasonic sections of liver. **Conclusion** Our model of the visible liver can provide the distinct and integrated sectional anatomic data for hepatic ultrasonography.

**Key words:** visible liver; ultrasonography; sectional anatomy

超声是诊断肝脏疾病的常用影像学手段。它最大的特点是能够从剑突下、右肋间和右肋缘下显示肝脏任意方位的断面解剖结构,但同时多方位扫查所产生的大量不规则斜切面增加了超声医师掌握肝脏超声的难度和临床医师阅读超声图像资料的难度。将肝脏多方位扫查所产生的超声断面图像与相对应的肝脏薄层断面解剖进行细致的对照研究,将有助于肝脏超声任意切面图像上细微解剖结构的识别。近年来,在美国可视人体计划(visible human project, VHP)数据集基础上产生的虚拟现实医学,实现了人体解剖结构的三维可视化,能在可视化模型上进行人体解剖结构的任意切割和多方位显示,已在教学和临床实践中发挥了重要的作用[1]。本研究在中国可视化人体数据集的基础上进行肝脏的三维可视化研究,并与肝脏超声进行对照研究,旨在为后者提供任意方位的薄层断面解剖对照。

**基金项目:** 国家科技基础条件平台(2005DKA32402-05);第三军医大学校管课题(2006)
Supported by the Program of the National Sci & Tech Fundamental Condition Platform (2005DKA32402-05) and the Funds of Third Military Medical University (2006)

**作者简介:** 程 果,女,河南省安阳市人,硕士研究生,主要从事肝脏三维可视化方面的研究。电话:(023)65399071,E-mail:chengguo829@163.com
**通信作者:** 张绍祥,E-mail:zhangsx@mail.tmmu.com.cn
郭燕丽,E-mail:guoyanli71@yahoo.com.cn

**收稿日期:** 2008-06-11;**修回日期:** 2008-07-29

## 1 材料与方法

### 1.1 二维图像资料的获取

1.1.1 肝脏薄层断面解剖图像的获取 采用中国首套可视人体男性标本肝脏部分连续断面共计180个层面,层厚

1.0 mm;摄影分辨率为3 072像素×2 048像素,每个断面图像文件大小为36 MB。每个层面均能连续、完整地显示肝脏内部细微结构。本例标本经CT、MRI检查,排除了肝脏器质性病变和形态结构变异。

1.1.2 肝脏超声二维图像的获取 仪器为美国Philips公司生产的彩色多普勒超声仪IE33,采用腹部探头,探头中心频率为4.5 MHz。按常规肝脏超声检查方法,收集肝脏超声检查结果为正常的肝脏常规扫查切面的图像数据,数据均存入仪器硬盘中备用。

### 1.2 可视化方法

应用首例可视化人体数据集的肝脏部分连续断面在可视化软件上建立肝脏的三维可视化模型,能提取任意方位的二维断面图像,进行肝脏任意方位断层影像解剖结构的研究。

## 2 结果

应用可视化软件,在首套中国可视人体数据集的基础上,成功地建立了肝脏的三维可视化模型,能清晰地显示肝脏及肝内管道的三维空间解剖结构,可进行任意剖面的实时虚拟切割,同时清晰地显示出各个切割方位肝脏断面的精细解剖结构,包括沿右肋下、右肋间和剑突下等肝脏超声常规扫查方位的断面解剖结构。

### 2.1 在三维可视肝脏模型上沿右肋缘下虚拟切割断面与超声图像的对照研究

在沿右肋缘下虚拟切割过程中,肝脏三维可视化模型能清晰地显示肝门静脉主干及左右支分叉(第一肝门)切面、三支肝静脉及肝后段下腔静脉(第二肝门)切面、肝肾切面等富含解剖信息的断面。

在三维可视化肝脏模型上沿右肋缘下经第二肝门虚拟切割(图1A),在其切割面上清晰地显示了肝左、中、右静脉汇入下腔静脉,以及门静脉右支断面(图1B);在相对应的经第二肝门超声图像(图1C)上,肝静脉呈放射状向下腔静脉集中,肝中静脉与肝右静脉之间可见管壁回声增强的门静脉右支断面。在临床上由于本切面清晰地显示了三支肝静脉的走行,可用于肝脏的分叶,同时结合肝脏门静脉右支可进一步对肝脏进行分段,且本切面也是诊断肝静脉汇入下腔静脉处疾病的常用切面,如诊断布卡综合征和淤血肝的标准切面。

沿右肋缘下经第一肝门虚拟切割面上,肝实质的中央部分为肝门静脉左、右支的分叉,门静脉左支向左前走行,前方为管壁较厚的囊部,在其腹侧与之并行的为左右肝管,胆囊颈部连向第一肝门横沟处;在其相对应的经第一肝门超声图像上,可清晰地显示与解剖断面相对应的解剖结构。由于本切面能清晰显示门静脉主干及左右支分叉、胆囊、肝圆韧带等肝脏分叶和分段的标志性结构,因此本切面常用于肝脏的分叶和分段,同时它也是观测肝门胆管和门静脉疾病常用的切面,如肝门部胆管结石和肿瘤、门静脉栓子等。

### 2.2 在三维可视化肝脏模型上沿右肋间虚拟切割断面与超声图像的对照研究

在沿右肋间(探头平行于肋间隙)的虚拟切割过程中,可显示出肝右前叶、右后叶各段及右叶膈顶区的解剖结构,主要包括门静脉主干长轴、门静脉右支及其分支、肝外胆管、肝右静脉长轴等虚拟断面。

沿右前第七肋间上下经门静脉(右支)长轴虚拟切割(图2A)时,在其切割面上清晰显示了门静脉主干、门静脉右支及其分支、腹侧的肝外胆管和肝动脉横断面,同时在本断面上清晰地显示了肝中静脉和肝左静脉的斜断面(图2B);在与超声相对应的经门静脉长轴切面图像(图2C)上,粗管状无回声的门静脉主干及右支通过肝门进入右肝,门脉右支进一步分成右前支和右后支,肝外胆管在门静脉腹侧与之平行,其间可见右肝动脉的横断面,右肝动脉可用来区分肝总管和胆总管。在临床上,本切面是追踪肝外胆管走形及其病变位置的最常用断面。肝移植患者术后因切口敷料无法行肋缘下扫查,常需行肋间扫查,本切面为肝移植术后测量门静脉内径、显示门静脉血流频谱和寻找右肝动脉的标准切面。

### 2.3 在三维可视化肝脏模型上沿剑突下虚拟切割断面与超声图像的对照研究

在剑突下位(剑突下纵切、横斜切)的虚拟切割过程中,可实时显示出肝左外叶、左内叶、尾状叶及第二肝门的解剖结构,主要包括腹主动脉长轴、下腔静脉长轴、肝左静脉、门静脉左支及其分支、肝圆韧带、静脉韧带等虚拟断面。

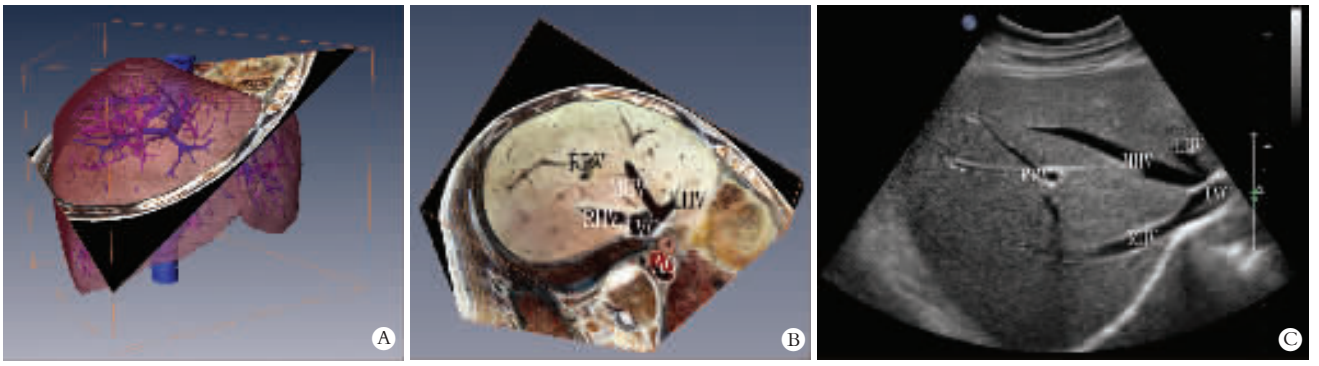
剑突下经门静脉左支虚拟横斜切割(图3A),在其切割面上清晰显示了门静脉左支经过横部、矢状部到达囊部,它与其分支构成“工”字形,其囊部向上发出行向左上方的左外叶下段门静脉和行向右上方的左内叶门静脉,向下发出左外叶上段门静脉,在本切面上还同时显示了三支肝静脉的斜断面(图3B);相应的超声图像(图3C)显示了门静脉左支横部、矢状部、囊部以及左内支和左外上下支、肝圆韧带等结构,同时清晰地显示了肝脏的三支肝静脉在本切面上的走行。本切面是超声进行左肝分叶和分段的标准切面,有助于超声影像学对左肝内病变进行准确的定位。

在剑突下经腹主动脉矢状虚拟切割,在其切割面上可清晰显示肝左静脉及左叶间静脉的断面、门静脉左支断面以及后方纵行的腹主动脉;在其相对应的超声图像上,肝脏后方可见粗管状无回声的腹主动脉,本切面为左肝外叶的矢状断面,其内可见门静脉左支和肝左静脉断面回声,临床上可用于测量肝左叶的上下径及前后径,观测腹膜后腹主动脉旁是否有肿大淋巴结。

## 3 讨论

### 3.1 解剖断面图像的采集和肝脏三维可视化模型的建立

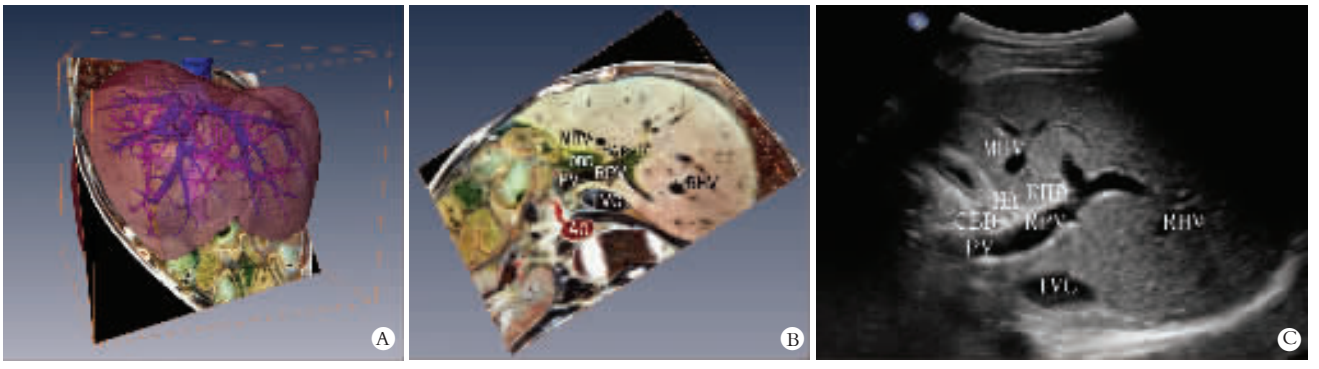
肝脏三维可视化图像的重建是以二维图像为基础,二维图像提供的原始数据越充分,重建出的三维图像失真度就越小。本研究的肝脏连续断面选自中国首套数字化可视人体数据集[2],该数据集的获取是由铣切精度为0.001mm的高精度数控铣床从头到脚逐层



A：虚拟斜断面切割；B：可视化断面；C：相对应的超声图像

AO：腹主动脉；IVC：下腔静脉；LHV：肝左静脉；MHV：肝中静脉；RHV：肝右静脉；RPV：门静脉右支

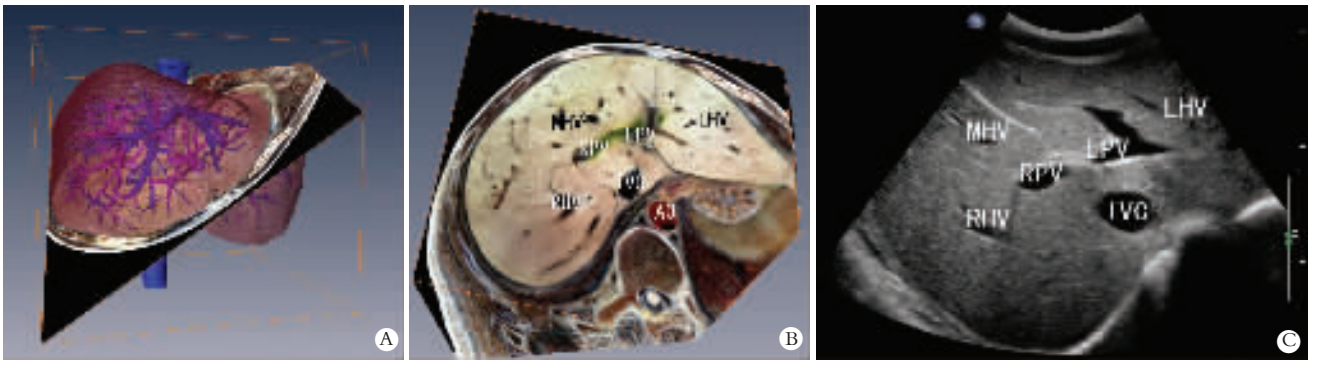
**图 1　在肝脏三维可视化模型上经第二肝门的虚拟切割断面及其超声图像**



A：虚拟斜断面切割；B：可视化断面；C：相对应的超声图像

AO：腹主动脉；IVC：下腔静脉；MHV：肝中静脉；RHV：肝右静脉；PV：门静脉；RPV：门静脉右支；CBD：胆总管；HA：肝动脉；RHD：右肝管

**图 2　在肝脏三维可视化模型上经肋间门静脉右支的虚拟切割断面及其超声图像**




A：虚拟斜断面切割；B：可视化断面；C：相对应的超声图像

AO：腹主动脉；IVC：下腔静脉；LHV：肝左静脉；MHV：肝中静脉；RHV：肝右静脉；LPV：门静脉左支；RPV：门静脉右支

**图 3　在肝脏三维可视化模型上经门静脉左支的斜虚拟切割断面及其超声图像**

铣切取得的，每层厚为 1.0 mm，厚薄均匀，断面采用高清晰度的数码相机摄像，每个断面图像文件大小为 36 MB，保证了图像的高质量清晰度[3]。因此该套数据具有连续性、完整性、精确性及所含丰富解剖信息量的特点，为肝脏三维可视化研究提供了对位更为准确、信息量更大的原始二维图像数据[4,5]。本研究所选取的标本来源于中等身材、体形匀称，无器质性病变的青年男性，经过对其二维断面和三维空间解剖结构的研究分析，其肝静脉和门静脉解剖属于正常解剖类型，能代表大多数国人的肝脏和肝内管道的解剖结构特点，在它的基础上建立的三维可视化肝脏模型具有较广泛的代表性。

### 3.2 三维可视化肝脏模型能为肝脏超声提供二维和三维的解剖学基础

国内不少学者[6-8]在可视化人体数据集的基础上,应用一系列三维可视化软件,建立了人体多个系统的三维可视化模型,其中心脏三维可视化模型与多平面经食道超声心动图(TEE)对照研究的结果表明:三维可视化心脏可显示出经食道任意方位的心脏断面解剖结构,能为多平面TEE提供经食道0°~180°方位任意切面的断面解剖学基础[9,10]。肝脏可视化模型与MRI对照研究的结果显示:可视化肝脏能对肝脏进行任意方位的切割,并能显示各个断面精细的解剖结构,为肝脏MR影像学提供任意方位的断面解剖基础[11]。目前国内外尚少见将可视化肝脏与超声影像进行对照研究的报道。

肝脏是人体内最大的实质性器官,由肝小叶和复杂的肝内管道系统组成。超声影像医学作为诊断肝脏疾病重要的手段之一,在肝脏疾病的早期诊断和随访中发挥着重要的作用[12],同时肝脏超声成像在其发展过程中始终存在以下困难:①超声探头在患者的右季肋部、右肋间可产生大量的超声图像,这些图像与CT、MRI规则的横断面、矢状面和冠状面不同,来源于大量的斜切面,而这些斜切面上肝脏及其周围组织器官解剖结构的识别是肝脏超声影像学中的难点;②由于肝胆外科不断向个性化和精细方向发展,需要超声科医师为临床提供更多精细的超声诊断依据,包括微小病变的准确定位。近年来肝脏影像学和外科学对肝段的划分多采用Couinaud法[13],它的解剖学依据是肝静脉和门静脉及其分支的立体走行,而在超声断面上肝静脉和门静脉往往相互交叉分布,它们在各个超声断面上的准确识别存在一定的困难。

鉴于此,本研究在中国可视化人体数据集的基础上建立了三维可视化肝脏模型,并按照肝脏超声常用扫查方位在本模型上进行虚拟切割,同时将其切割面上的断面解剖与超声常规切面包括肝门静脉主干及左右支分叉(第一肝门)切面、三支肝静脉及肝后段下腔静脉(第二肝门)切面、沿肋间门静脉(右支)长轴切面、剑突下经门静脉左支切面、经腹主动脉长轴矢状切面进行对照研究,结果表明三维可视化肝脏能为肝脏超声提供二维和三维的解剖学基础,解决了肝脏超声由于大量的斜切面而难以与断面解剖学进行对照研究的困难,有助于超声医师对不断变换的超声切面细微解剖结构的识别和理解。主要表现在:①本研究所建立的三维可视化肝脏模型能进行超声切面的虚拟切割,并立体显示出相应的切割方位,有利于超声医师在肝脏及肝内管道的三维空间结构上理解超声二维断面解剖;②由于肝静脉和门静脉是肝脏分叶和分段的标志,而在超声断面上肝静脉和门静脉往往相互交叉分布,三维可视化肝脏模型的建立为肝脏超声提供了精细的薄层解剖断面,能帮助超声医师同时识别各个超声切面上肝静脉和门静脉,从而有利于对肝脏进行准确分段。

总之,本研究建立的三维可视化肝脏模型能模拟超声常用扫查方位进行虚拟切割,能与相应的超声切面形成良好的解剖对照,从而为肝脏超声影像学提供详细而完整的断面解剖学资料。

**参考文献:**


[1] Fasel J H, Gingins P, Kalra P, *et al*. Liver of the "visible man" [J]. Clin Anat, 1997, 10(6): 389-393.

[2] 张绍祥,刘正津,谭立文,等. 首例中国数字化可视人体完成[J]. 第三军医大学学报, 2002, 24(10): 1231-1232.

[3] 张绍祥,王平安,谭立文,等. 首套中国男、女数字化可视人体结构数据的可视化报告[J]. 第三军医大学学报, 2003, 25(7): 563-565.

[4] Zhang S X, Heng P A, Liu Z J, *et al*. The chinese visible human (CVH) datasets incorporate technical and imaging advances on earlier digital humans[J]. J Anat, 2004, 204(3): 165-173.

[5] Zhang S X, Heng P A, Liu Z J, *et al*. Creation of the Chinese visible human data set[J]. Anat Rec, 2003, 275(1): 190-195.

[6] 刘 利,郑晓林,张绍祥,等. 数字人体肠道的三维可视化研究[J]. 第三军医大学学报, 2008, 30(6): 481-484.

[7] 谭力文,张绍祥,冉 旭,等. 基于中国数字化可视人体喉区细小结构分割数据集的建立[J]. 第三军医大学学报, 2008, 30(1): 8-10.

[8] 冯 飞,李七渝,米俊达,等. 膝关节的三维可视化研究[J]. 中国矫形外科杂志, 2006, 14(17): 1331-1332.

[9] Guo Y L, Heng P A, Zhang S X, *et al*. Thin sectional anatomy, three-dimensional reconstruction and visualization of the heart from the Chinese visible human heart[J]. Surg Radiol Anat, 2005, 27(2): 113-118.

[10] 郭燕丽,张绍祥,刘正津,等. 人体三维可视化心脏与多平面经食道超声心动图的对照研究[J]. 中国超声医学杂志, 2003, 19(12): 917-920.

[11] 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.

[12] 黄志强. 肝脏外科技术的发展[J]. 消化外科, 2002, 1(1): 1-6.

[13] Strunk H, Stuckmann G, Textor J, *et al*. Limitations and pitfalls of Couinaud's segmentation of the liver in transaxial imaging[J]. Eur Radiol, 2003, 13(11): 2472-2482.


(编辑 王 红)