维普资讯 http://www.cqvip.com

局解手术学杂志 2007年第16卷第6期
J Regional Anat & Operative Surg, 2007, Vol. 16, No. 6

·教学研究·

肝内门静脉分流三维可视化研究在介入治疗教学培训中的应用

The application of three diamensions visible research of portacaval shunt in interventional therapy training

李 恺，张绍祥，刘光久，谭立文 （第三军医大学基础医学部人体解剖学教研室，计算医学研究所，重庆 400038）

[关键词] 解剖学；教学；门腔静脉分流；三维可视化
[中图分类号] R322；G424.1 [文献标识码] B [文章编号] 1672-5042(2007)06-0418-02

随着数字化可视人体数据集的诞生，使得在计算机上实现对肝脏静脉系统三维重构成为可能，在此基础上利用血管的三维重建图像导航模型指导手术规划和路径设计，将提高手术准确率、降低手术风险，推动肝内门腔静脉分流介入手术向着微创化、精确化的方向深入发展。利用数字化可视人体三维模型，借助计算机辅助医学的关键技术在计算机上事先进行手术模拟，在介入治疗教学培训中针对具体患者制定详细的手术计划方案，实施有效的手术操作演练具有重要临床意义[1-2]。

1 图像数据计算机三维重建

肝内静脉血管介入手术规划是利用医学图像数据进行计算机三维重建，构造三维模型可视化平台进行治疗方案、手术入路、穿刺路径的设计。为适应介入放射治疗手术学发展的需要，开发介入手术模拟和疗效评价的计算机辅助手术系统以减少医患辐射损伤、培训介入医师及提高手术的成功率和安全性。应用可视化和虚拟现实技术深入了解、描述肝内管道，特别是肝内门腔静脉管道系统的复杂结构，开发肝内静脉管道虚拟解剖模型，研究基于计算机辅助的经颈静脉肝内门腔静脉分流术及改良术式模拟训练系统可视化平台，具有重要的理论意义和临床应用价值。本实验拟通过经颈静脉至肝内静脉系统建模的三维重建及可视化显示，观测介入导管经颈静脉、头臂静脉、上腔静脉、右心房、下腔静脉至肝内静脉的管道内走行，研究门静脉与肝静脉、肝后段下腔静脉之间的空间关系；应用Amira 4.1软件，模拟介入导管在静脉内的虚拟内窥镜漫游路径，观察管道内三维空间结构及其毗邻关系；将获取的三维数据导入3D Studio Max 8.0软件，设计经颈静脉肝内门腔静脉分流术及改良术式介入导管的虚拟穿刺路径的可视化模型，为构建基于计算机辅助的肝内门腔静脉分流介入手术模拟导航训练系统和虚拟介入手术提供立体形态学基础。

2 虚拟内窥镜技术在教学培训中的应用

2.1 虚拟内窥镜技术

三维可视化图像后处理技术－虚拟内窥镜，是融合多学科技术，利用医学图像作为原始数据模拟传统光学内窥镜，可任意的设置多方位、多角度进行观察，克服了传统光学内窥镜需把内窥镜体置入人体内的缺点，是一种完全无接触式的检查方法，另外，虚拟内窥镜不仅能观察中空器官的内表面，而且可以提供表面内部或外部详尽的解剖信息应用于影像辅助诊断、介入手术规划等，实现手术的精确定位和对医务人员的培训等功能[3-4]。虚拟内窥镜技术由人体断层图像数据集通过虚拟成像和可视化技术构造一个虚拟环境，通过对这些原始数据进行图像配准、分割、插值变换等处理后，组合成三维实体，通过建立三维可视化模型显示管道内腔的立体结构图，再把视点置入人体器官内甚至血管的虚拟环境中，通过调整视角、调节焦距进行任意角度和视点的漫游，对视点前方管道内的解剖结构进行动态绘制和显示，并实时生成高质量的虚拟内窥镜影像，在计算机辅助医学、介入手术规划、外科手术导航等领域有着广阔的应用前景。

2.2 颈静脉虚拟内窥镜技术

在经颈静脉肝内门腔静脉分流术三维可视化模型上，应用虚拟内窥镜技术克服了传统内窥镜在静脉管道内操作空间及范围限制的缺点，可以显示静脉管腔壁内结构的三维形态，应用虚拟内窥镜放大功能较传统内窥镜还可以对漫游路径感兴趣的结构或区域进行细致的分析。漫游路径是虚拟摄像机移动和获取内窥镜图像的重要基础，目前，较为常用的方法是提取管腔器官中心线作为漫游路径。早期的虚拟内窥镜漫游实际是连续祯的动画效果，而非实时交互成像，在视觉上适合于教学需要，但不适应临床介入手术的需求，血管介入治疗需要虚拟内窥镜能对局部感兴趣的区域进行仔细观察和科学评估[5-6]。本实验在图像工作站上，通过三维可视化技术获取经颈静脉至肝内门静脉管道的立体结构数据，采用手动式漫游和规划式漫游两种方式进行虚拟内窥镜观察。后者首先进行路径的规划，抽取对应管腔结构的中心路径，按照这条路径设置关键点进行漫游，可提供实时、交互、多角度的静脉管道内观察

[基金项目] 国家杰出青年基金(39925022)，国家自然科学基金资助项目(30270698，60373112)
[通讯作者] 张绍祥，电话：(023) 68753708
[收稿日期] 2007-09-05 [修回日期] 2007-10-15

维普资讯 http://www.cqvip.com

效果。针对个体特点按照不同的要求及相关介入手术穿刺入路的需要,应用虚拟内窥镜从不同的显示角度对静脉管道内及相关结构的形态、空间位置及毗邻结构进行观测,将有利于介入治疗前手术穿刺入路的设计和术中穿刺的适时指导,这方面的形态解剖资料对经颈静脉肝内门腔静脉分流术具有重要的临床应用价值。

2.3 三维可视化技术

应用的虚拟内窥镜技术是基于患者的CT和MRI影像数据,进行三维可视化处理后由计算机显示连续的三维器官内腔结构视图,使用者可以沿这个虚拟的内部空腔做飞行观察,模拟传统的内窥检查过程,所看到的景象就像用视频内窥镜观察到的一样,甚至还可以显示解剖结构的三维外观图像以及各个方位的CT和MRI切片图像,具有实时性和交互性的优点,但是由于断层数据来源于影像灰度图像,清晰度较低,且层间距较厚,三维数据显示也不完全。采用数字化可视人体技术采集的连续薄层尸体标本断面图像数据,进行经颈静脉至肝内静脉解剖模型的精细三维构建和科学可视化,并在此基础上完成虚拟内窥镜观察和介入手术模拟。真彩色断层图像断面解剖结构清晰,断层图像间距可达0.1 mm,像素点间距离167 mm,三维可视化结果真实而准确,确保了数据及三维结果的科学性和完整性[7-9]。应用可视化人体数据集建立基于正常健康成年人体的标准虚拟内窥镜环境,可与临床结果对照研究,提供正常形态学数据和技术支持,有助于学员对肝内静脉介入手术所涉及复杂解剖结构的掌握。

3 肝内门腔静脉分流虚拟穿刺

3.1 模拟手术训练

手术模拟器进行人体内的重要区域和结构的手术模拟,为介入手术技能培训的实施提供了理想途径,介入手术前的模拟训练还可以进行预期手术前的规划设计,以期获得更高的疗效和安全性。手术模拟是一个虚拟现实技术的应用系统,它将高分辨率、高对比度的图像采集技术、新颖的计算机图形学的算法,与图像数据相关联的物理建模技术和实时、高性能多处理器计算机图形学系统融合在一起,借助计算机影像设备以自然的方式与虚拟环境中的对象进行交互作用,从而产生身临其境的感受和体验。而可视化技术是利用人类的视觉特性,运用计算机图像学技术,将科学计算过程中产生二维断层图像序列形成三维立体数据进行处理,重构出具有直观立体效果的空间三维形态结构图像,并在计算机上形象地显示出来。这些三维可视化技术的具体应用,为血管介入放射学的进一步拓展奠定了坚实的基础,与此同时也对进行肝内管道可视化的深入研究提供了更广阔的应用空间。

3.2 介入放射学模拟训练

介入放射学模拟训练系统分为血管介入放射学模拟训练系统和非血管介入放射学模拟训练系统两类,目前开发的模拟训练系统以前者为主。数字医学图像实验室开发的一种神经介入放射学训练和治疗前系统— NeuroCath,它是一种以虚拟影像引导的神经介入放射学治疗过程的计算机辅助训练系统,提供了一套脑血管介入治疗前的虚拟现实环境,该环境类似于血管造影装置并允许介入医生利用介入装置在虚拟环境中进行交互虚拟血管介入操作;冠状动脉介入治疗综合训练系统ICTS(Interventional Cardiology Training System),具有图像融合、实时交互等功能特点,选择真实导管在三维解剖结构基础上进行操作的选择性左、右冠状动脉导管插入术和血管成形术[8-11]。本文所使用的Amira 4.1软件的这一版本在基本功能的基础上增加了应用于虚拟现实的高级可视化功能 - 虚拟现实模块,集成到虚拟三维交互沉浸式场景,让你体验置身于三维空间的真实感觉。

本文通过在三维重建的基础上进行肝内管道的可视化研究探索,在模拟经颈静脉肝内门腔静脉分流手术过程中设计导管路径、研究穿刺过程中精确测定各种数据的计算方法,利用这套工具能够以类似于内窥镜在管道内浏览的方式,对医学三维数据进行分析与研究提供技术支持,为下一步建立经颈静脉肝内门腔静脉分流术模拟训练系统和虚拟手术系统奠定了立体形态学基础。

[参考文献]

[1] Rudman DT, Stredney D, Sessana D, et al. Functional endscopic sinus surgery training simulator[J]. Laryngoscope, 1998, 108(11): 1643 - 1647.

[2] Bricken M. Virtual reality learning environments: potentials andc hallenges[J]. Computer Graphics, 1991, 25(3): 178 - 184.

[3] 姚德民,宋志坚. 交互式虚拟内窥镜成像及应用[J]. 解剖学杂志, 2005, 28(2): 192 - 195.

[4] 耿国华,周明全. 交互式实时虚拟内窥镜系统中的关键技术[J]. 计算机应用, 2002, 22(11): 54 - 55.

[5] 刘剑飞,张晓鹏. 虚拟内窥镜中漫游路径的获取[J]. 中国体视学与图像分析, 2005, 10(3): 176 - 182.

[6] Taosong He, Lichan Hong, Dongqing Chen, et al. Reliable Path forVirtual Endoscopy: Ensuring Complete Examination of Human Organs[J]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2001, 7(4): 333 - 341.

[7] 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.

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

[9] 张绍祥,刘正津,谭立文,等. 第三例中国数字化可视人体数据集采集完成[J]. 第三军医大学学报, 2003, 25(10): 794 - 796.

[10] Xie L, Dai PD, Zhang TY. The application of virtual reality technology to ear microsurgery[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 2004, 29(3): 65 - 68.

[11] 刘光久,张绍祥,刘正津,等. 首例中国数字化可视人体脊柱区颈段的三维重建研究[J]. 局解手术学杂志, 2003, 12(3): 177 - 179.

(编辑:郭光金)