DOI:10.16016/j.1000-5404.2003.07.003

论著

文章编号:1000-5404(2003)07-0566-03

首例中国可视化人体心脏薄层断层解剖学研究

郭燕丽[1],张绍祥[1],刘正津[1],谭立文[1],邱明国[1],李七渝[1],崔高宇[1],李 恺[1],杨晓萍[1],张伟国[2],陈现红[2],陈 伟[3],陆 明[3] [第三军医大学:[1]基础医学部解剖学教研室(计算医学实验室),重庆 400038;[2]附属大坪医院野战外科研究所影像诊断科,重庆 400042;[3]附属西南医院影像诊断科,重庆 400038]

提 要:目的 探讨人体心脏薄层影像断面的形态学规律。方法 经肉眼观察和CT、MRI检查无器质性病变的中等身材、中年男性标本1例,经外形测量、血管灌注后,用明胶包埋,冰冻1周,然后在低温实验室中用数控铣床从头至足逐层洗切。逐层用高清晰度数码相机摄影,完成人体数据集的获取。结果 首例中国可视化人体心脏部分共计150层,每层厚度为1.0 mm,每层断面所显示的心脏结构清晰,数字化摄影分辨率为6 291 456(3 072×2 048)像素,每个断面图像文件大小为36 MB,整个心脏部分数据集量为2.7 GB。并对本例可视化人体心脏部分的数据集进行总结和分析。结论 本研究报道的首例中国可视化人体心脏部分为连续、完整的薄层断面,无节段性数据缺损,厚度均匀,为心脏三维重建及可视化心脏的研制奠定了基础,也为临床影像诊断学(超声、CT、MRI)提供了完整、连续的薄层断层解剖学资料。

关键词:可视化人体;心脏;断面解剖

中图法分类号:R319;R322-34;R322.11 文献标识码:A

Thin sectional anatomy of the heart of the first Chinese digitized visible human

GUO Yan-li, ZHANG Shao-xiang, LIU Zheng-jin, TAN Li-wen, QIU Ming-guo, LI Qi-yu, CUI Gao-yu, LI Kai, YANG Xiao-ping, ZHANG Wei-guo, CHEN Xian-hong, CHEN Wei, LU Ming (Department of Anatomy, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To study the morphological regularity of the thin heart sectional anatomy. Methods A middle-sized, middle-aged, male cadaver without organic lesions verified by naked-eye observation, CT, MRI examinations was selected as the specimen. After measurement and vascular perfusion, the specimen was embedded with gelatin and then frozen for 1 week, then the specimen was serially sectioned from head to foot layer by layer with Digital Sectioner at −25 ℃ in the laboratory. Human model data were saved as photographs of layer after another with high-definition digital camera and hence dataset for body structures was obtained. Results One hundred and fifty slices were obtained from the first case of Chinese digitized visible human. Each slice was 1.0 mm, and the anatomic structures of the heart were clearly shown on each slice. The total dataset acquired was 2.7 GB with each sectioned imaging file of 36 MB by using the digital photograph resolution of 6 291 456(3 072×2 048) picture elements. The sectional anatomic structures of the heart data were observed and analyzed. Conclusion The heart dataset from the first Chinese visible human reported in this article is the serial sections without any loss of data. It provides dataset for the study of three-dimensional reconstruction and visible heart and the thin transverse sectional anatomic data for ultrasonography, CT and MRI.

Key words: visible human; heart; sectional anatomy

数字化可视人体(Digitized visible human)是依靠计算机技术三维显示真实人体器官结构的计算机模型。在此基础上赋予人体器官结构的相应的物理属性和生理属性等,可建立数字化虚拟人体(Digitized virtual human),在医学、航天、汽车、体育等多个领域具有广阔的用途。本课题组自1999年开始,经过3年多的努力,获得了第1例中国数字化可视人体(Chinese digitized visible human)的数据集,本研究就可视化人体数据集的心脏部分进行研究,并与经食道超声心动图(Transesophageal echocardiography, TEE)进行对照研究,为影像诊断和外科手术提供形态学依据。

基金项目:国家杰出青年基金资助项目(39925022);国家自然科学基金资助项目(30270698)

作者简介:郭燕丽(1971—),女,甘肃省兰州市人,博士研究生,主治医师,讲师,主要从事超声诊断方面的研究,发表论文10篇。电话:(023)68754427

通信作者:张绍祥,电话:(023)68752201

收稿日期:2003-01-05;修回日期:2003-02-23

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1　材料和方法

经肉眼观察、CT、MRI 检查选择无器质性病变的中等身材、中年男性标本 1 例, 经外形测量、20%红色明胶动脉灌注后, 用 5%蓝色明胶包埋, 置入－30 ℃盐水池中冰冻 1 周, 然后在－25 ℃低温实验室中用 TK-6350 型数控铣床(铣切精度为 0.001 mm, 数控系统为日本生产, 铣刀为法国生产)从头至足逐层铣切。逐层用 Cannon 高清晰度数码相机摄影, 完成人体薄层断面数据的获取, 得到完整的人体结构数据集。并将主要层面与 20 例正常成人的 TEE 切面进行对照研究。

2　结果

所选用标本为男性, 35 岁, 身高 1 700 mm, 体质量 65 kg, 非器质性疾病死亡。心脏连续断层共计 150 个层面(从主动脉弓上缘至心尖部消失), 层厚 1.0 mm。每个层面均能连续、完整地显示心内细微结构, 与 TEE 切面有良好的对应关系, 主要的关键层面从上到下依次为。

2.1　主动脉弓层面

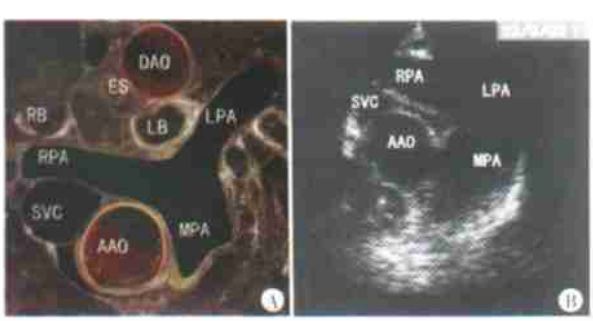
从主动脉弓上缘层面至降主动脉层面出现共有 21 层, 均可见长条形的主动脉弓, 这些层面显示的结构简单, 仅见主动脉弓右侧的上腔静脉和食道前方的气管。

2.2　气管叉层面

在主动脉弓上缘层面下方 15 mm 的层面上逐渐可见气管分叉为左右主支气管的气管叉部, 共有 7 个层面。在这些层面上还可见位于升主动脉右前方、气管叉后方的上腔静脉。

2.3　肺动脉主干和分叉层面

从肺动脉主干出现到肺动脉分叉消失共有 12 层, 能清晰地显示主肺动脉和左右肺动脉的最佳层面距主动脉弓上缘层面 42 mm, 在该层面上可清晰地显示肺动脉主干及其分叉为左右肺动脉。左右主支气管进一步向食道前方左右两侧移行, 左主支气管位于左肺动脉的起始部后方。在升主动脉右侧可见右心耳和上腔静脉。与之相对应的 TEE 切面可清晰地显示肺动脉主干、左右肺动脉, 升主动脉、上腔静脉, 见图 1。



AAO: Ascending aorta; DAO: Descending aorta; ES: Esophagus; LB: Left bronchus; LPA: left pulmonary artery; MPA: Main pulmonary artery; RB: Right bronchus; RPA: Right pulmonary artery; SVC: Superior vena cava

图 1　肺动脉主干及分叉层面　A: 薄层解剖断面; B: TEE 图像

Fig 1　Section of the main pulmonary artery and right, left pulmonary artery　A: Thin sectional anatomy; B: TEE image

2.4　冠状动脉层面

2.4.1　左冠状动脉起始部层面　　位于主动脉脉弓上缘下方 59 mm 的层面上, 可见左冠状动脉起自主动脉左冠状动脉窦内, 在此层面上可见右室流出道、肺动脉干起始段及肺动脉瓣、左心耳、部分左右上肺静脉, 左主支气管位居食道左前方。在随后的 6 个层面上均可移行地显示左冠状动脉主干行走于左心耳与肺动脉干之间。

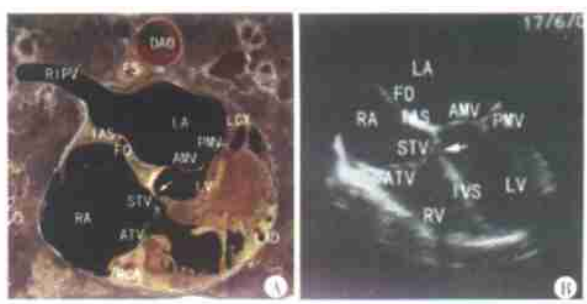
2.4.2　右冠状动脉起始部层面　　位于主动脉弓上缘层面下方 70 mm 的层面上, 可见右冠状动脉起始于主动脉右冠状动脉窦内。在此层面上, 还可清晰地显示位于主动脉下方的右室流出道和部分肺动脉瓣, 食道前方、主动脉后方的右上肺静脉和左上肺静脉, 以及位于主动脉左侧的左心耳和右侧的右心房。

2.5　主动脉瓣层面

在主动脉弓上缘层面下方 76 mm 的层面上, 可清晰地显示主动脉的右冠瓣和无冠瓣, 此层面为人体水平方位上主动脉瓣的最佳显示层面, 在水平方位上主动脉的三个瓣不能同时显示。主动脉左侧为左室流出道, 右侧可见右房, 前方为右室, 主动脉后方为左房, 左房的右侧可清晰显示右上肺静脉的入口, 左侧有左上肺静脉入口。左心房的后壁紧贴食道。

2.6　室间隔膜部层面和房间隔卵圆窝层面

在主动脉弓上缘层面下方 84 mm 的层面上, 于左室流出道和三尖瓣隔瓣之间清晰地显示室间隔膜部(箭头所指), 在左右心房之间显示房间隔的卵圆窝。在该层面上还可显示右房、右室流入道、右室及左房、左室流入道、左室及左室流出道、三尖瓣的前瓣、隔瓣、二尖瓣后瓣和部分后瓣。另外, 在此层面上显示右室的肉柱明显多于左室。与之相对应的 TEE 切面也可清楚地显示上述解剖结构, 见图 2。



AMV: Anterior mitral value; ATV: Anterior tricuspid value; FO: Fossa ovalis; LA: Left atrial; LV: left ventricle; PMV: Posterior mitral value; RIPV: Right inferior pulmonary vein; RV: Right ventricle; STV: Septal tricustid value

图 2　室间隔膜部(箭头)和房间隔卵圆窝层面　A: 薄层解剖断面; B: TEE 图像

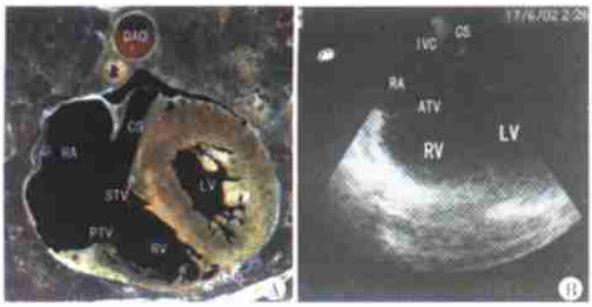
Fig 2　Section of the membranous portion and fossa ovalis　A: Thin sectional anatomy; B: TEE image

2.7　冠状静脉窦层面

在主动脉弓上缘层面下方 107 mm 的层面上, 可见冠状窦汇入右心房中, 左房和二尖瓣已消失, 清楚地显示左、右室及其肉柱、右房室口、三尖瓣的前瓣和隔瓣。在此层面下方的几个

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

层面，冠状窦入口、下腔静脉汇如入右房，右房逐渐消失，呈现出左右心室和乳头肌层面。与之相对应的 TEE 冠状静脉窦切面能显示冠状静脉窦汇入右房，见图 3。



APM：Anterior papillary muscle；CS：Coronary sinus；IVC：Inferior vena cava；LAD：Left anterior artery；PTV：Posterior tricuspid value；PPM：Posterior papillary muscle；RA：Right atrium

图 3 冠状静脉窦层面 A：薄层解剖断面；B：TEE 图像

Fig 3 Section of coronary sinus A：Thin sectional anatomy；B：TEE image

3 讨论

1994 年美国完成了世界第一个“可视人体计划(Visible Human Project)”，Visible Human 数据集的出现具有划时代的意义，它使信息技术和医学结合起来，数据的共享性使全世界都可以利用它进行进一步开发，由它所引申的虚拟解剖学和虚拟外科学对医学教学、临床诊断和外科手术产生了重要的推动作用[1]。美国的可视人数据集不适用于东方人及其发育特点，韩国可视人体计划于 2000 年已开始五年计划[2]。本实验室于 2002 年 10 月 23 日正式公布了首例中国可视化人体(Chinese visible human，CVH)数据集[3]，本研究结果为首例中国可视化人体心脏部分的数据集，该数据集层厚均匀，每层为 1 mm，每个断面图像文件大小为 36MB，心脏部分数据集数据量为 2.7 GB，具有图像信息量大、连续、完整的特点。

高品质、高清晰度的薄层解剖断面数据集是人体可视化研究的基础。以往的心脏断面解剖学研究多为冰冻和火棉胶法[4,5]，由于断层太厚或由于离体心脏形态会发生改变，所获及的图像和数据仍存在不够准确和细致的缺陷。本研究采用高精度数控铣床在整体标本上的自动铣切，避免了以往技术因素造成的厚薄不均等缺点，并提供了包括心脏在内的整个胸部的薄层断面解剖学资料。由于该部分数据集的层厚为 1 mm，因此能连续、完整地显示心脏内部的细微结构和移行关系，可清晰地显示左冠状动脉起始段和分叉、右冠状动脉、左心耳、肺动脉主干和分叉、四支肺静脉、主动脉瓣、二尖瓣、三尖瓣、房室环、室间隔膜部及左右心房、心室等心内结构，为心脏的进一步可视化研究提供厚薄均匀、解剖信息丰富、连续、完整的薄层断面数据集。

心脏内结构复杂，多腔室和多血管连接的解剖特点构成了心脏特有的形态复杂性，也使心脏疾病的诊断成为影像学诊断的难点之一。因此，确立与影像诊断相匹配的心脏薄层断面解剖学资料具有重要的临床实用价值。本研究提供了系列关键结构的最佳横断面，如主动脉瓣层面、室间隔膜部和房间隔卵圆窝层面、冠状静脉窦和下腔静脉层面、冠状动脉层面等，为 TEE、CT、MRI 等影像学检查提供了清晰的薄层横断面解剖学资料。在本研究中，我们将心脏薄层解剖断面与 TEE 对照研究，结果表明，二者具有良好的对应关系，前者能为后者提供完整而清晰的断层解剖学依据。随着计算机技术的快速发展和影像设备的不断更新，临床影像扫描层厚越来越薄，因此心脏薄层断面解剖学研究对于提高先天性心脏病、冠心病、风湿性心瓣膜病等心脏疾病的诊断准确性，减少漏诊和误诊，具有重要意义。

参考文献：

[1] Ackerman M J. The visible human project：a resource for education[J]. Acad Med, 1999, 74(6)：667—670.

[2] Chung M S, Kim S Y. Three-dimensional imaging and virtual dissection program of the brain made of Korean cadaver[J]. Yonsei Med J, 2000, 41：229—303.

[3] 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.

[4] 高全胜，谭立文，应大君. 大体标本冰冻薄层断面切片机的研制[J]. 第三军医大学学报，2001，11(23)：140—141.

[5] 宋志坚，吴国强，左焕琛. 人心连续组织切片的计算机三维重建[J]. 解剖学杂志，1996，19(5)：377—379.

(编辑 汪勤俭)

作者书写数字须知

根据《关于出版物上数字用法的规定》，本刊实行三位分节法(即从小数点算起，向左向右每 3 位分一节，节间留出一定空隙)，废除千分撇分节法(如 2,431 改为 2 431)。但年份、页数、部队著号、仪表型号、标准号不用三位分节法。中文出现的数字，凡属计数数值，一律用阿拉伯数字表示。

(本刊编辑部)

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net