文章编号:1000-5404(2005)04-0343-03

论著

心脏间隔及周围结构的薄层断面解剖学研究

刘继军,张绍祥,朱星红,谭立文 (第三军医大学基础医学部解剖学教研室,重庆计算医学研究所,重庆 400038)

提 要:目的 探讨心脏间隔的薄层断面解剖结构,为临床影像学及外科手术提供一定的参考。**方法** 经肉眼观察无器质性病变的正常成人心脏标本16例,血管灌注,经5%的甲醛固定,明胶包埋后低温冰冻1周,再于低温实验室中用数控铣床铣切,并逐层定焦数码照相。**结果** 共获取层厚0.2 mm的图片1608张,从心尖到心底,心脏中隔及其周围相关结构显示清晰,结缔组织及肌组织分界明显,并在Photoshop 6.0下测得心尖、卵圆窝、室间隔肌部、左、右心室及左、右纤维三角等的径线值。**结论** 图像清晰,显示结构细小,并可对一定结构进行测量,能为临床影像学和外科手术提供一定的参考。

关键词: 解剖学;心脏间隔;断层解剖
中图法分类号: R322; R322.11 **文献标识码:** A

Thin sectional anatomy of the cardiac septum and surrounding structure

LIU Ji-jun, ZHANG Shao-xiang, ZHU Xing-hong, TAN Li-wen (Department of Anatomy, College of Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To study the sectional anatomy of the cardiac septum to provide the reference for clinical imageology and surgery. **Methods** Sixteen normal adult hearts without organic lesions were verified macroscopically. After vascular perfusion, the specimens were embedded with gel, fixed with 5% formalin, and cryopreserved for a week, and then were sectioned with the Digital Sectioner. **Results** A total of 1 608 slices (thickness: 0.2 mm) of the heart were obtained. Cardiac septum and the surrounding structures were shown clearly. The demarcation of connective and muscular tissues was clear. The diameters of the cardiac apex, fossa ovalis, brawny intraventricular septum, left ventricle, right ventricle, left and right fibrous trigone were measured with Photoshop6.0. **Conclusion** The clear images can display tiny structures that could be measured, which could provide anatomical references clinical imageology and surgery.

Key words: anatomy; cardiac septum; sectional anatomy

心脏间隔在解剖和生理上有其复杂性和特殊性,在房间隔、室间隔缺损修补术、介入治疗、除颤等外科手术中对心脏间隔的整体观察和精确定位就显就得比较重要。以往通过大体解剖和切片研究,对心脏的大体结构和重要的传导系统做了一些描述,但都基于局部的观察,如房间隔、室间隔、房室交点、卵圆窝、Koch三角等。而临床手术所涉及的往往不仅是该部位及周围结构,还包括手术入路中有可能遇到的结构。影像学资料也是基于整体断面观察,且显示的机构较为粗略,缺乏详细的断面图片资料与之匹配。本实验应用冰冻薄层铣切技术对心脏进行水平铣切,以便所得的图像能对心脏中隔部分做较详细的观察,为临床提供一定的解剖学基础。

1 材料与方法

1.1 标本的选取及制备

收集的健康成人心脏16例(7例取自整体固定标本,9例新鲜标本)。祛除心包,保留心脏外表各结构。肉眼观察无器质性病变,外型测量后修去出入心的大血管。新鲜标本悬浮于水中后于各腔填入20%的无色明胶使心腔膨起,分别于左右冠状动脉两次补注入10%的红色明胶,经5%的甲醛固定20 d,明胶包埋低温冰冻1周后铣切。

1.2 标本铣切和数据采集

采用本实验室的铣切机,在-25 ℃的低温环境下,以平行于升主动脉横切面的方位对标本进行水平铣切,层厚0.2 mm,并对每片进行数码照相,共获取数据1 608片。每张图片大小为31.5 MB,整个数据集大小约为49.8 GB。从心尖至心底能清楚地显示心脏室间隔、房室交界区、房间膈、中心纤维体及与上述部位相关的结构。选择其中较好的图片,以心尖为参照进行观察。在Photoshop 6.0下,利用公式(两点间距离=两点间的像素×0.08 mm)测得心尖、卵圆窝、室间隔肌部、左、右心室及左、右纤维三角等的径长。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30270698; 60373112)
Supported by the National Science Fund for Young Distinguished Scholars of China (30270698; 60373112)
作者简介: 刘继军(1974-),男,贵州省贵阳市人,硕士,助教,主要从事人体断层影像解剖学及计算机三维重建方面的研究。电话:(023)68753708
通讯作者: 张绍祥,电话:(023)68752201
收稿日期: 2004-11-15;**修回日期:** 2005-01-07

2 结果

2.1 心尖部分

此部为圆锥型的肌性结构，心肌纤维基本呈环型排列，血管较丰富，可见吻合现象。各心尖及卵圆窝径线见表1。

表1 心尖、卵圆窝及左、右心室各径线（$\bar{x} \pm s$，mm）

Tab 1 Diameters of the cardiac apex, fossa ovalis, and left and right ventricles（$\bar{x} \pm s$，mm）

Location	Suprainferior	Anteroposterior	Transverse
Cardiac apex	12.6±2.6	32.0±4.3	40.8±7.2
Fossa ovalis	13.0±2.1	15.1±3.3	—
Left ventricle	54.0±4.0	44.0±5.2	41.8±3.3
Right ventricle	65.4±7.3	45.6±2.9	30.2±3.5

2.2 室间隔部分

约55.0 mm片层厚。室间隔分肌部和膜部，膜部又包括房室部和室间部。在水平切面上，右心室靠前下，较左心室出现早。

2.2.1 肌部 占据室间隔的大部分，约41.2 mm片层厚，凹向左心室，肌纤维方向在中间为环行，心腔两侧为纵行排列。断面上所见肌部为上部前宽后窄，中上部约3.2 mm厚，前后均匀，中下部前窄后宽。各部平均厚度见表2。在此段切片上还能清晰的看见 穿梭于间隔。中的血管、起于不同高度的乳头肌。由于左心室肉柱较右心室小，在切面上右心室壁上可见肉柱交错，而左心室壁上仅见一些细小的不规则的肉柱凸向心腔，呈向心性分布。在左心室中乳头肌分前外侧和后内侧两组，由下至上逐渐变细连于腱索，续至瓣膜。右心室中各乳头肌群较细小，特别是隔侧乳头肌群切片上仅7.0 mm片层可见，但三尖瓣和腱索在有的切面上较明显。距心尖42.6 mm片层，约在肌性室间隔中部，还可见左右心室，与隔侧腱索相连的三尖瓣。三尖瓣外上方为右冠状动脉，内下方紧贴冠状窦的为后室间支，前室间支较细小（图1）。

表2 肌性室间隔各部厚度（$\bar{x} \pm s$，mm）

Tab 2 Thickness of intraventricular septum（$\bar{x} \pm s$，mm）

Location	Superior part	Middle	Inferior part
Anterior part	16.8±2.2	21.8±0.4	15.5±1.5
Posterior part	23.6±3.3	22.0±0.6	27.0±3.8



1: Left margina branch; 2: Left ventricle; 3: Posterior papillary muscle; 4: Interventricular septum; 5: Coronary sinus; 6: Posterior interventricular branch; 7: Right atrium; 8: Chordae tendineae of tricuspid valve; 9: Right ventricle; 10: Right coronary artery

图1 肌性室间隔中部层面

Fig 1 Section of the middle interventricular septum

2.2.2 膜部 占据室间隔的小部分，4.8 mm片层厚。较薄，毗邻也较为复杂。在此片层中能清晰的看见室间部和房室部。整个室间部2.2 mm片层厚，续于下方的肌部。距心尖74.4 mm片层，也是右冠状动脉向右平行的层面，能清楚地显示两侧的左右心室，右侧有三尖瓣隔侧尖附着，二尖瓣前后瓣均可见，凸向左心室（图2）。房间隔在此层面可见肌性与膜性明显分界。此外，冠状窦呈椭圆型，在左房室沟内移行向左上后侧。整个房室部2.8 mm片层厚，位于室间部后上方。距心尖75.4 mm片层，可见右心房与左心室间仅隔一层纤维组织。右心耳较厚，表面较粗糙。此时冠状窦位于左心房后外侧，主动脉圆锥逐渐形成（图3）。



1: Left marginal branch; 2: Interventricular septum; 3: Mitral valve; 4: Coronary sinus; 5: Membranate interatrial septum; 6: Brawny interatrial septum; 7: Interventricular part; 8: Right auricle; 9: Right atrioventricular orifice; 10: Right coronary artery

图2 室间隔室间部层面

Fig 2 Section of the interventricular part



1: Posterior left ventricle branch; 2: Mitral valve; 3: Coronary sinus; 4: Interatrial septum; 5: Atrioventricular part; 6: Tricuspid valve; 7: Right auricle; 8: Right coronary artery; 9: Right ventricle; 10: Left marginal branch

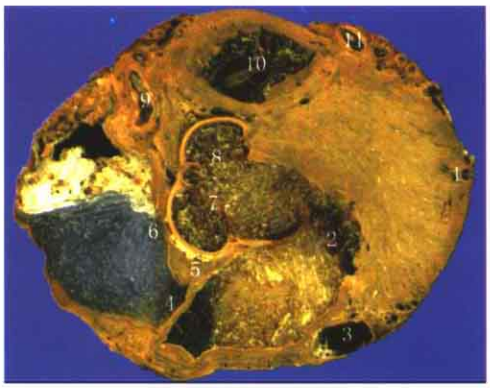
图3 室间隔房室部层面

Fig 3 Section of the atrioventricular part

2.3 房间隔部分

19.4 mm片层厚。由下至上房间隔呈不规则的片状。前下部较厚，为肌性；后上部较薄，为膜性。在连续切片上，肌性结构逐渐减少，最终续为房壁的纤维组织。卵圆窝，较均匀，1.5 mm厚，上下径13.0 mm片层厚，在最宽也是房间隔最薄处，相当于卵圆窝前后径的部位15.1 mm宽（表1）。其中前后径小于

上下径(Ⅰ型)为 2 例，前后径大于上下径(Ⅱ型)为 14 例。图 4 为距心尖 81.0 mm 片层厚，可见房间隔前后宽，中间细，凸向左心房。靠主动脉较为厚实的为卵圆窝缘。此层面还可见右冠状动脉半月瓣和无冠状动脉半月瓣，动脉管壁凸向右心房(图 4)。左心室消失，右心室尚可见一小部分。冠状窦位由于开口较下方，在此段仅见其向左的行程。



1: Anterior interventricular branch; 2: Mitral valve; 3: Coronary sinus; 4: Fossa ovalis; 5: Border of fossa ovalis; 6: Torus aorticus; 7: Non-cornary leaflet; 8: Right coronary leaflet; 9: Right coronary artery 10: Pulmonary artery; 11: Circumflex branch

图 4　房间隔层面

Fig 4　Section of the interatrial septum

2.4　心腔

由于心房壁较薄，标本制作中有一定变形。左、右心房后部较光滑，由静脉壁融合而成；前部较粗糙，为心耳壁。靠近中隔处的结构较为固定，在主动脉瓣平面能见凹向右心房的主动脉隆凸，其左前方为卵圆窝的中上部(图 4)。心室壁主要由心肌构成，制作中变化不大，内部结构见室间隔所述，心室腔各径见表 1。

2.5　心纤维性支架

心脏的纤维性支架较为复杂，为不规则型。在连续切片上能先后看见右房室环，左房室环、主动脉环、肺动脉环，房间隔、心内外膜等膜性结构，及其相互间移行转化的关系，其中主动脉环位于纤维支架的中心，能清楚的看见二尖瓣、房间隔与膜性室间隔相连，再向后方续于三尖瓣(图 3)。右纤维三角总体上呈前宽后窄，上大下小的不规则楔型，厚 3.2 mm。左纤维三角较小，厚 2.2 mm，位于主动脉左瓣环与二尖瓣环间，连续图片上由上至下观察仅能见起于主动脉左瓣环，行向左下方的细长三角型纤维组织。

3　讨论

心脏由于其内部结构的复杂性，以往对其的大体的研究都基于实体解剖或塑化标本切片的大体观察等方法。而镜下冰冻切片观察主要是针对较细微的组织结构。随着外科手术和影像诊断学的发展，对心脏薄层断面解剖结构的要求变得迫切[1]。临床上对心脏较为常用的诊断方法为 CT、MRI 和 TEE。由于心脏间隔结构较细小，在影像诊断上所得到的图像都较为粗略、抽象，精确定位较难，不易观察。CT、MRI 的发展是切面越来越薄，观察较为多的是水平切面，而相关对应的薄层解剖结构缺乏。本实验采用目前国内较为先进的整体薄层切片法，所获取的切片层厚达 0.2 mm，结构较为细致，且无位移，能连续观察，能在一定程度上将致密结缔组织与肌肉组织区分开，满足了这一要求，为后期的重建观察和临床开发提供一定的依据。

实验中所测心尖部及室间隔肌部各径线值，文献中少有报道。在断面观察下，室间隔肌部上、中、下 3 部厚度不同，与文献所述上窄下宽稍有出入，可能与切面角度有关，能为影像学上心间隔扫描观察提供一定的参考。室间隔膜部范围较小，仅 4.8 mm 片层厚，但在图上肌性与膜性室间隔分界较明显，进一步说明了室间隔缺损时，左心室可与右心房或心室相通，而这一区域正处于房室结区的前界。卵圆窝的下缘为房室结区的上界，实验所测卵圆窝Ⅱ型为 14 例，Ⅰ型为 2 例，这与文献中所述Ⅰ型为主稍有出入，可能与测量起止点的选择有关。卵圆窝缘及主动脉隆凸清晰可见，X 线上显示为实性结构，这在介入手术中可为插入心导管时的定位标志[2]，对手术的精确定位有比较重要的意义[3]。Koch 三角中有房室结、房室结动脉及 His 束等重要结构，在房间隔和室间隔缺损修补术中及介入治疗预激综合症中较为重要[4]，而三尖瓣隔侧尖和冠状窦在图片上的清楚显示能对 Koch 三角进行精确定位有一定帮助[5]。左心室前后径稍长于左右径，呈椭圆型，而右心室前后径远大于左右径，呈凹向左的半月型。各径线所测值与临床 B 超值相近，可提供一定参考。

心脏纤维支架在大体标本制作中容易损坏一些组织结构，本试验保留了纤维体的完整性，所测左、右纤维体厚度与文献报道相近，但较细小和疏松的纤维组织观察较困难，若经过特殊染色后可能对观察有较大帮助。以往对肌纤维走向及层次只能在立体方位上才能较好观察，本实验也能在一定程度上进行研究[6]。这些相对固定的结构及标志可为外科手术和介入治疗中提供了一定的解剖学依据。

参考文献：

[1] 郭燕丽，张绍祥，刘正津，等. 首例中国可视化人体心脏薄层断层解剖学研究[J]. 第三军医大学学报，2003，25(7)：566－568.

[2] 张朝右. 人体解剖学[M]. 第 2 版. 北京：人民卫生出版社，1998. 703.

[3] Reig J, Mirapeix R, Jornet A, *et al*. Morphologic characteristics of the fossa ovalis as an anatomic basis for transseptal catheterization[J]. Surg Radiol Anat, 1997, 19(5): 279－282.

[4] Anderson R H, Ho S Y. Anatomy of the atrioventricular junctions with regard to ventricular preexcitation[J]. Pacing Clin Electrophysiol, 1997, 20 (8 Pt 2): 2072－2076.

[5] Ho S Y, Anderson R H. How constant anatomically is the tendon of Todaro as a marker for the triangle of Koch[J]? J Cardiovasc Electrophysiol, 2000, 11(1): 83－89.

[6] 罗发明，杨开清，姚素波. 人心房室隔左侧的临床解剖学研究[J]. 中国介入心脏病学杂志，1997，5(3)：127－129.

(编辑　刘洪娥)