

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2013.53.020

[http://www.cter.org]

李鉴峰, 曲虹, 郑长宏, 唐洪涛, 邢春生. 超声心动图对心脏移植监测的多种效应[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(53):9221-9226.

超声心动图对心脏移植监测的多种效应

李鉴峰¹, 曲虹², 郑长宏³, 唐洪涛⁴, 邢春生⁵ (解放军沈阳军区总医院, ¹医务部, ²神经外科, 辽宁省沈阳市 110015; ³解放军第201医院特诊科, 辽宁省辽阳市 111000; ⁴解放军沈阳军区本溪军分区卫生所, 辽宁省本溪市 117000; ⁵沈阳军区辽宁省军区门诊部, 辽宁省沈阳市 110032)

文章亮点:

1 此问题的已知信息: 心脏移植超声心动图具有鲜明的特征性, 如各种多普勒超声心动图、组织多普勒成像等在心脏移植后的排斥反应早期即可发现异常, 明显提高了移植心脏排斥反应的检出率及诊断敏感性, 因此在临床上可作为筛选与监测心脏移植患者的手段之一。

2 文章增加的新信息: 超声心动图在心脏移植过程中的监测作用分别为: 及时发现急性排斥反应的直接信号。能发现移植心脏的瓣膜结构与活动异常。发现与移植有关的机械并发症。能为心室辅助装置正确定位。因此, 心脏移植过程中超声心动图监测是不容忽视的, 移植中经食道超声是心脏移植期间辨别急性并发症较理想的一种监测方法。

3 临床应用的意义: 超声心动图能直观地观察心脏移植前后心脏结构和功能的变化特点, 动态评价供体和受体心功能、瓣膜反流以及心包和胸腔积液出现情况, 从而为临床提供心脏移植后受体心脏功能恢复的动态变化, 以及是否存在急性排斥反应提供客观依据。

关键词:

器官移植; 器官移植学术探讨; 心脏移植; 超声心动图; 超声检查; 组织多普勒成像; 急性排斥反应; 心室功能; 移植排斥; 实时三维; 监测

主题词:

器官移植; 心脏移植; 超声心动描记术; 超声检查

摘要

背景: 急性排斥反应是关系到心脏移植后能否长期存活的关键因素之一, 因此及时发现并控制急性排斥反应在临床实践中尤为重要。

目的: 探讨心脏移植后超声心动图检测的临床意义。

方法: 通过检索近年来关于超声心动图对移植心脏进行检查的临床研究及动物实验相关文献, 分析移植心脏心动图特点, 供者心脏在受体体内发生的结构和功能的变化, 测量并比较相关指标, 以评价超声心动图在心脏移植急性排斥反应中的价值。

结果与结论: 超声心动图检查可及时无创的监测心脏移植后排斥反应, 在移植前受体评价、移植中监测及移植后随访中都为临床诊治提供重要的参考依据, 但由于病例数较少, 且由于心脏移植患者在移植后的不同时间段进行检测, 可能对研究的结果造成影响, 有待于今后对心脏移植患者在移植后的相同时间段进行评价, 使研究结果更具有可比性及准确性。

Multiple effects of ultrasoundcardiogram on monitoring of heart transplantation

Li Jian-feng¹, Qu Hong², Zheng Chang-hong³, Tang Hong-tao⁴, Xing Chun-sheng⁵ (¹Department of Medical Affair, General Hospital of Shenyang Military Region, Shenyang 110015, Liaoning Province, China; ²Department of Neurosurgery, General Hospital of Shenyang Military Region, Shenyang 110015, Liaoning Province, China; ³Department of Special Diagnosis, the 201 Hospital of Chinese PLA, Liaoyang 111000, Liaoning Province, China; ⁴Health Center, Benxi Sub-Area of Shenyang Military Region, Benxi 117000, Liaoning Province, China; ⁵Outpatient Department of Liaoning Military Sub-Area, Shenyang Military Region, Shenyang 110032, Liaoning Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Acute rejection is a key factor for long survival of transplanted heart. Therefore, discovering and controlling acute rejections in time is very important in clinical practice.

OBJECTIVE: To investigate the clinical significance of ultrasoundcardiogram after heart transplantation.

METHODS: Recently published articles concerning clinical and animal research on ultrasoundcardiogram following heart transplantation were searched. Then, we analyzed the features of ultrasoundcardiogram of transplanted heart, structural and functional changes of donor hearts in the recipients. Relevant markers were measured and compared to evaluate the effect of ultrasoundcardiogram against acute rejections after heart transplantation.

李鉴峰, 男, 1973年生, 山东省青岛市人, 汉族, 2000年解放军第二军医大学毕业, 副主任医师, 主要从事临床超声诊断的研究。

ijf-0273@sohu.com

通讯作者: 曲虹, 女, 硕士, 解放军沈阳军区总医院神经外科, 辽宁省沈阳市 110015

hanxiyao@163.com

中图分类号: R318

文献标识码: B

文章编号: 2095-4344

(2013)53-09221-06

修回日期: 2013-10-17

(201305120/YL · W)

Li Jian-feng, Associate chief physician, Department of Medical Affair, General Hospital of Shenyang Military Region, Shenyang 110015, Liaoning Province, China
ijf-0273@sohu.com

Corresponding author: Qu Hong, Master, Department of Neurosurgery, General Hospital of Shenyang Military Region, Shenyang 110015, Liaoning Province, China
hanxiyao@163.com

Accepted: 2013-10-17

RESULTS AND CONCLUSION: Ultrasoundcardiogram can invasively monitor acute rejections after heart transplantation in time, and also can provide important references for pre-transplantation recipient evaluation, intra-transplantation monitoring, and post-transplantation follow-up. However, lack of cases and post-transplantation monitoring in different periods may impact our findings. Post-transplantation monitoring in the same period can improve the comparativeness and accuracy of the study.

Subject headings: organ transplantation; heart transplantation; echocardiography; ultrasonography

Li JF, Qu H, Zheng CH, Tang HT, Xing CS. Multiple effects of ultrasoundcardiogram on monitoring of heart transplantation. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2013;17(53):9221-9226.

0 引言 Introduction

心脏移植开始于20世纪60年代中晚期^[1-2]。自20世纪80年代以来,随着供受者的选择、供心保存、外科技术的进步和移植后感染的控制,特别是免疫抑制药物的应用与发展,使心脏移植的成功率明显增加^[3],心脏移植后患者1年、5年的生存率分别已达82%、68%^[4]。对于药物治疗无效的终末期心衰患者,心脏移植是被公认的成功治疗手段^[5]。

心脏移植后排斥反应是影响移植患者长期生存的限制因素^[6-7]。尤其是急性排斥反应已经成为继供心保存、移植后感染之后阻碍心脏移植成功的最主要因素^[8-9]。1990年,国际心肺移植协会制定了心脏排斥反应的分级标准^[10]: 0级(无排斥)。A级(轻度排斥)。B级(弥漫性心肌血管周围或间质淋巴细胞浸润,或两者均有,但心肌细胞仍无损害)。

级(中度排斥)。A级(轻严重排斥)。B级(在活检组织更多的区域中发现弥漫性炎症性浸润,心肌细胞也有损害,同时有较多的浸润性细胞,但此型中尚未出现心肌间质出血)。级(严重排斥)。心脏的排斥反应可导致心肌细胞变性坏死,心脏功能下降,血流动力学发生改变,若病情持续发展可使心脏功能严重受损,甚至导致移植失败,影响了心脏移植后生存率。因此,及时、准确的诊断心脏移植后急性排斥反应尤为重要,寻找方便、有效的方法监测心脏移植后的急性排斥反应具有重要的意义。冠状动脉造影与血管内超声不适合长期检测移植后血管病变^[11]。

超声心动图检查用途广泛,能显示心脏移植的解剖形态、结构及功能的改变,判断不同程度排斥反应的发生,同时由于其无创、简便易行、可重复测量等优点,对心脏移植的评估的临床应用也日益广泛。它能为移植前供者与受者心脏结构与功能的评估、移植中监测、移植后的动态观察与随访提供综合全面的信息。

2002年,通过Zaroff等^[12]的研究发现用超声心动图对准备入选的供体心脏进行筛查,对于射血分数

<50%者再进一步采用其它有创性检查方法。2007年,Sopko等^[13]研究发现超声心动图能够准确发现瓣膜结构异常、左室肥厚程度,评估捐献者初始心功能,超声心动图还能对这些心功能不全的捐献者药物治疗期间的心功能进行多次重复的评估。

对于心脏移植的评估,包括评价移植心脏形态变化、心功能、血流动力学及检测排斥反应是临床进行及时治疗和處理的重要前提。文章对心脏移植前、移植中、移植后进行超声心动图评估,介绍各种超声心动图技术在心脏移植患者中的应用,评价心脏移植急性排斥反应的超声心动图特点。

1 资料和方法 Data and methods

1.1 资料来源 文章采用检索CNKI数据库和SCI数据库的方法获取相关研究文献^[14-15],检索时间范围1990至2012年,检索词为“心脏移植(heart transplantation);超声心动图(echocardiography);超声检查(ultrasonography);组织多普勒成像(tissue doppler imaging);急性排斥反应(acute rejection);心室功能(ventricular function);移植物排斥(graft rejection);实时三维(real-time three-dimensional);监测(monitring)”,共检索出相关文献50篇。其中CNKI数据库文献20篇。SCI数据库文献30篇。按设定的主题要求,纳入研究的文献共29篇^[16-44]。

1.2 入选标准 研究的主题包括超声心动图对移植心脏的形态、心功能及血流动力学变化的评估及不同超声心动图对心脏移植急性排斥反应监测的表现等。检索的文献中排除与研究主题无关的文献10篇。

研究所撰写的文章类型包括原著、实验分析及病例分析等。检索文献中排除综述类文章5篇。文献内容筛选如下,检索的文献中移植心脏的形态、心功能及血流动力学变化的相关性的研究文献共4篇,4篇文献为同一实验项目,且为同一组实验人员进行的研究,定为重复研究文献,选取其中1篇进行深入分析。同样超声心动图对心脏移植的评估的3篇文献也为重复文献,选取其中1篇进行深入分析。在超声心动图对移植心脏冠状动脉病变的评估研究中,同

样检索出重复的2篇研究文献, 选取其中1篇进行深入分析。

1.3 质量评估 符合纳入标准的29篇研究中, 移植心脏的形态、心功能及血流动力学变化^[16-19]; 超声心动图对供体心脏的评估^[20-22]; 超声心动图对排斥反应的监测^[23-25]; 超声心动图对移植心脏冠状动脉病变的评估^[26-28]; 不同超声心动图在心脏移植中的特点^[29-44]。

2 超声心动图对移植心脏形态、心功能及血流动力学变化的监测

Ultrasoundcardiogram monitoring of changes in transplanted heart morphology, function and hemodynamics

形态结构及心功能变化: 通过对心脏移植患者超声心动图观察, 发现移植后, 特别是早期, 右心明显扩大, 右室内径与左室内径比值显著高于正常, 对于该现象解释常认为是早期出现右心衰并发症以及可能与肺动脉压升高以及心肌水肿、缺血有关^[16]。

心脏移植后右心室增大有关影响因素有: 肺动脉高压, 扩张型心肌病晚期心力衰竭导致肺淤血, 长期的肺淤血使肺血管阻力增高, 肺动脉压力增高。Murali等^[17]报道随着肺血管阻力增高, 心脏移植后右心衰竭的死亡率增高。受者在心脏移植前心功能差, 体内液体滞留多, 心脏移植后大量的体液回流导致右心负荷加重, 肺动脉压力增高。心脏移植过程中心肌缺血、再灌注损伤、创伤性水肿均可使肺动脉压力增高。Valantine等^[18]认为移植后近期心包积液是由于移植过程中主动脉及肺动脉广泛分离导致淋巴积液流入心包腔所致, 此外还与移植切口的渗出有关, 若积液量突然增加或持续性增加为急性排斥反应的重要特征。

血流动力学变化: 林雁娟等^[19]研究认为心脏移植后血流动力学变化多发生在早期, 主要为右心功能不全所致, 及时监测血流动力学变化并分析其原因, 可以正确指导临床治疗, 对病情恢复及愈后起着重要作用。心脏二维结构与心肌功能的改变必然导致心脏血流动力学的改变。轻度排斥时二、三尖瓣血流峰值速度可无明显改变, 但二尖瓣压力减半时间却显著缩短。从频谱上看, 二尖瓣舒张早期血流速度急速上升, 一方面反映了左房压力减半时间的缩短, 另一方面也反映了舒张早期心室充盈加快。因此, 二尖瓣血流动力学的变化可作为非常好的无创性排斥指标。

超声心动图对供体心脏的评估: 超声心动图是可以用来评价舒张功能的精确方法, 不受左右室充盈情况的影响^[20]。超声心动图的定量组织速度成像技术能对局部心肌运动进行定量分析, 应变及应变率指标不受

呼吸运动及心脏整体运动的影响^[21-22]。

3 超声心动图监测心脏移植后排斥反应的应用价值

Value of ultrasoundcardiogram to monitor acute rejections after heart transplantation

潘翠珍等^[23]应用Philips iE33超声显像仪, X3-1探头对60例心脏移植无排斥患者、10例心脏移植排斥患者、40例正常对照者进行三维超声心动图检查, 结果见表1。

表1 心脏移植组与正常对照组的常规超声参数的比较^[23] ($\bar{x} \pm s$)

项目	正常对照组 (n=40)	移植无排斥组 (n=60)	移植排斥组 (n=10)
主动脉根部内径(mm)	31.30±2.42	32.33±2.21	30.60±3.92
左房内径(mm)	33.10±2.40	43.80±6.67	43.50±5.88
左室舒张末期内径 (mm)	45.00±3.70	45.15±3.67	44.20±6.34
左室收缩末期内径 (mm)	27.00±4.32	29.08±3.98	31.00±8.40
室间隔厚度(mm)	9.30±0.80	9.90±0.87	9.70±1.24
左室后壁厚度(mm)	9.30±0.76	9.70±0.25	9.60±1.00
左室射血分数(%)	64.22±5.71	60.00±7.75	47.91±6.69

注: 心脏移植组包括无排斥及排斥的左房室内径较正常组增大, 差异具有显著性意义($P < 0.05$), 心脏移植排斥组的左室射血分数较正常组及心脏移植无排斥组低, 差异具有显著性意义($P < 0.05$)。而心脏移植组(包括无排斥及排斥)的左室舒张末期内径、左室收缩末期内径、室间隔厚度、左室后壁厚度及主动脉根部内径与正常组比较差异无显著性意义($P > 0.05$)。

结果显示, 心脏移植患者心脏舒张功能未见异常, 移植组与正常组的左室侧壁二尖瓣环处超声心动图指标及其衍生心肌综合指数均无显著性差异。研究表明, 实时三维超声心动图定量评价心脏移植患者左室功能和左室心肌收缩同步性是可行的, 而且预测心脏移植后早期排斥反应的敏感性及特异性较高。

超声心动图对急性排斥反应的监测: 移植心脏急性排斥反应病理学变化从弥漫性淋巴、单核细胞浸润到心肌水肿、变性、坏死、出血和间质纤维化, 导致心肌质量增加, 室壁增厚, 心室顺应性及收缩性下降^[24]。因此, 心功能改变、室壁厚度、密度变化、室壁运动异常和心包积液构成了急性排斥反应的特异超声表现。

2012年, 谷孝艳等^[25]探讨了超声心动图在监测心脏移植急性排斥反应中的价值。根据心肌活检结果将30例心脏移植患者分为3组: 0级12例为B组, A-B级10例为C组, A级8例为D组; 设30例志愿者为A组。对所有研究对象进行常规超声心动图参数测量, 数据进行组间比较, 结果见表2。

表 2 急性排斥反应时常规超声心动图测量参数的变化比较^[25]
($\bar{x} \pm s$)

项目	A 组	B 组
心率(次/min)	69.63±9.19	96.16±14.59
左心室质量(g)	130.19±21.40	143.62±26.77
室间隔厚度(mm)	8.39±1.07	9.40±0.77
左心室后壁厚度(mm)	7.78±0.93	9.09±1.02
等容舒张时间(ms)	87.76±16.33	88.69±25.66
压力减半时间(ms)	61.90±15.68	50.63±15.24

项目	C 组	D 组
心率(次/min)	94.40±9.43	92.87±9.20
左心室质量(g)	151.62±37.42	207.92±34.79
室间隔厚度(mm)	9.14±3.10	11.72±0.96
左心室后壁厚度(mm)	9.09±3.12	11.52±1.65
等容舒张时间(ms)	79.68±25.96	62.99±22.10
压力减半时间(ms)	37.29±20.36	37.36±9.88

注:与正常对照组相比,所有心脏移植患者的心率及左心室质量均明显增加($P < 0.05$),排斥反应为 0 级的 B 组和 1 级的 C 组个数值差异均无明显性意义($P > 0.05$),当排斥反应 1 级时即 D 组患者的室间隔厚度、左室后壁厚度、左室质量增加,而左心室等容舒张时间、压力减半时间减少($P < 0.05$)。

4 超声心动图对移植心脏冠状动脉病变的评估
Evaluation of coronary artery lesions in transplanted heart using ultrasoundcardiogram

移植心脏冠状动脉纤维增殖性疾病已成为移植受体长期存活的主要危险因素之一,因而该病的诊断十分重要。血管内超声可非常敏感且特异的观察到整个血管壁全层的改变,可计算内膜横截面面积及内膜指数来反应血管壁的变化,进而预测心肌梗死、冠状动脉血管病变的发生,但血管内超声也是一种有创的方法且它不能观察所有血管的改变^[26]。Akosah 等^[27]报道显示,超声心动图能准确辨认移植受体事件发生的风险,并有利于监测移植血管病变。Derumeaux 等^[28]认为正常超声心动图代表患者病情稳定,并可使其它有创检查推迟,超声心动图的预测值与血管造影剂血管内超声相当。

5 不同超声心动图对心脏移植监测的特点 Features of different ultrasoundcardiograms to monitor heart transplantation

5.1 常规超声心动图 早期研究认为发生心脏移植时室壁增厚,心肌质量增加,左室舒张功能受损,等容舒张时间及二尖瓣压力减半时间缩短,左室收缩功能减低。但Dodd等^[29]研究表明常规超声心动图对心脏移植急性排斥反应的敏感性低。发生急性排斥反应的

心肌受损会引起心肌细胞的收缩功能障碍,左心室的收缩功能受损,但常规超声心动图检测的射血分数值是左心室的整体收缩,发生心脏移植急性排斥反应经常是局部的心肌受损,所以对左心室整体收缩功能不一定造成明显影响,而当受损心肌面积较大时即排斥反应已经累及大部分心肌时,常规超声能检测到左室整体收缩功能减低,但这个阶段将是各种临床治疗手段无法逆转的病理过程,其预后很差。因此常规超声心动图监测急性排斥反应的敏感性低,临床上需要一种在心脏移植急性排斥反应早期即能敏感的检测出相关指标的方法。

5.2 二维及三维超声心动图 刘红云等^[30]应用二维应变超声心动图检测移植心脏左室壁峰值收缩应变,探讨二维应变超声心动图评价移植心脏左室收缩功能的价值。将9例心脏移植受者共进行41次超声检查,23例正常人作为对照,记录心尖长轴观、心尖两腔观及心尖四腔观的高帧频二维图像,应用二维应变分析软件测量左室壁各节段的峰值收缩应变及心尖各切面观心肌总的峰值收缩应变、左室整体平均峰值收缩应变。结果认为,二维应变超声心动图可用于快速准确评价移植心脏左室收缩功能,在排斥反应诊断方面具有潜在价值。但大多数学者认为,无论是单独或联合应用上述二维超声指标,都不能足够敏感的监测排斥的发生。实时三维超声心动图能够实时显示心脏的立体结构及功能状态,弥补了二维超声心动图扫查切面有限的缺点,可提供更为丰富的血流信息,更为详尽的进行血流的定性、定量分析,通过对心脏血流动力学的深入研究,可进一步了解心脏泵血功能情况,从而提供信息量更大、质量更高的图像,使测量更为准确。陈海燕等^[31]入组健康志愿者60例及心脏移植患者31例,所有研究对象均行常规超声心动图检查,并应用单心动周期实时三维超声心动图评价右心室形态及收缩功能的相关参数,所有心脏移植患者超声检查3个月内曾行心内膜活检,根据1990年国际心肺移植协会排斥反应标准,将病例组分为排斥组和非排斥组。研究表明,右心室每搏输出量及右室射血分数在心脏移植对照组、非排斥组及排斥组间呈递减趋势,可以用于临床快速监测排斥反应。初步的临床研究已经显示出实时三维超声心动图独特的优势和良好的应用前景。Kapetanakis等^[32]的一项较大样本量的研究证实了其临床应用的可行性和评价左室同步性的准确性。

5.3 多普勒超声心动图 心脏移植急性排斥反应发生时心功能指标的变化早于超声可见的形态学变化,因为排斥反应早期,变态反应性炎症尚未导致超声可见的形态学改变。彩色多普勒能够提供心功能改变时血流的相关信息。Habib等^[33]研究表明,以内膜心肌活

检为标准,二尖瓣口舒张早期峰值速率与舒张晚期峰值速率比值增加>30%,发生急性排斥反应的敏感性为74%。Stengel等^[34]研究发现,当多普勒舒张晚期峰值速率取最佳临界值<8.7 cm/s时,对心脏移植后严重急性排斥反应的检出敏感性和特异性分别为82%和53%。发生急性心脏排斥反应时左心室等容舒张时间及二尖瓣压力减半时间缩短。虽然左心室等容舒张时间与多种因素相互影响,许多研究结果显示这一参数对舒张功能诊断具有重要意义^[35]。研究表明,多普勒超声技术所检测的左心室舒张功能参数可能用于监测移植心脏是否发生排斥,舒张功能减低可能是心脏移植急性排斥反应的惟一早期表现^[36]。Valantine等^[37]研究认为,心脏急性排斥反应时左心室等容舒张时间缩短是肺小动脉楔压增加,二尖瓣提前开放所致,其研究结果表明多普勒超声心动图测定的左心室等容舒张时间与病理分级有良好的相关性。

5.4 组织多普勒成像 组织多普勒可直接从心肌组织的舒缩活动中提取多普勒频移信号,组织多普勒可以定位于局部心肌,定量测量局部心肌的收缩、舒张功能,所以组织多普勒超声心动图能早期发现舒张功能及收缩功能异常及早检测急性排斥反应^[38-41]。在心脏移植后,应用组织多普勒成像技术定点、定量测量室壁运动及室壁运动速度变化,对早期检出及治疗排斥反应提供可能。

Dandel等^[42]应用组织多普勒成像对移植心脏左室后壁基底段研究发现,舒张早期峰值速度在排斥组明显低于无排斥组,认为组织多普勒成像舒张功能参数可以对心脏移植后排斥反应进行无创监测。研究报告,发生收缩功能、舒张功能减低与急性排斥反应有关^[43]。应用组织多普勒成像技术可以早期检测出舒张功能异常^[44],因最早病理改变发生在局部心肌时,整体血流动力学并未发生改变,直到病理改变发展到一定程度,才可以通过二尖瓣频谱观察舒张功能的改变,而组织多普勒成像可以定位于局部心肌,定量测量局部心肌的收缩、舒张功能,为早期发现舒张功能异常,及早防治排斥反应提供依据。因此,应用组织多普勒成像技术诊断急性排斥反应成为现在研究的热点。

6 结论 Conclusion

随着心脏移植后监测及处理水平的提高及围手术期抗排斥反应能力的增加,缩短了移植后恢复的过程,而无创的超声心动图对心脏移植后多指标动态观察为临床及时监测排斥反应提供准确信息,有利于临床调整免疫抑制剂的用量,监测心功能,对提高心脏移植后存活率有重要的意义。

作者贡献: 李鉴峰进行实验设计,李鉴峰进行实验实施及评估,资料收集为曲虹,李鉴峰成文,李鉴峰对实验进行审校并对文章负责。

利益冲突: 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

伦理要求: 实验获得所在单位的伦理委员会批注,符合伦理学标准。

学术术语: 超声评价心脏移植心功能可以分为声学定量技术评价、彩色室壁运动分析技术评价、心肌组织多普勒成像技术、三维超声心动图评价、实时经胸双平面成像技术评价、左室造影评价等方法。

作者声明: 文章为原创作品,数据准确,内容不涉及泄密,无一稿两投,无抄袭,无内容剽窃,无作者署名争议,无与他人课题以及专利技术的争执,内容真实,文责自负。

7 参考文献 References

- [1] D'Amico CL.Cardiac transplantation:patient selection in the current era.J Cardiovasc Nurs.2005;20(5):S4-13.
- [2] DONG E Jr,FOWKES WC,HURLEY EJ,et al. HEMODYNAMIC EFFECTS OF CARDIAC AUTOTRANSPLANTATION.Circulation.1964;29:77-80.
- [3] 李守平,王力岩,吴清玉,等.超声技术对移植心脏评价研究及进展[J].中华超声影像学杂志,1995,4(3):131-132.
- [4] Hosenpud JD,Bennett LE,Keck BM,et al.The Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: fifteenth official report--1998.J Heart Lung Transplant.1998; 17(7):656-668.
- [5] Taylor DO,Edwards LB.The Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: twenty-first official adult heart transplant report--2004.J Heart Lung Transplant.2004;23(7):796-803.
- [6] Tona F,Caforio AL,Montisci R,et al.Coronary flow velocity pattern and coronary flow reserve by contrast-enhanced transthoracic echocardiography predict long-term outcome in heart transplantation.Circulation.2006;114(1):49-55.
- [7] Tona F,Osto E,Tarantini G,et al.Coronary flow reserve by transthoracic echocardiography predicts epicardial intimal thickening in cardiac allograft vasculopathy.Am J Transplant. 2010;10(7):1668-1676.
- [8] Ono K,Lindsey ES.Improved technique of heart transplantation in rats.J Thorac Cardiovasc Surg.1969; 57(2): 225-229.
- [9] Billingham ME,Cary NR,Hammond ME,et al.A working formulation for the standardization of nomenclature in the diagnosis of heart and lung rejection: Heart Rejection Study Group. The International Society for Heart Transplantation.J Heart Transplant.1990;9(6):587-593.
- [10] 谷孝艳,李治安,何怡华.超声心动图新技术对心脏移植术后的评估[J].中华医学超声杂志(电子版),2007,4(6):371-373.
- [11] Dipchand AI,Bharat W,Manlhiot C,et al.A prospective study of dobutamine stress echocardiography for the assessment of cardiac allograft vasculopathy in pediatric heart transplant recipients.Pediatr Transplant.2008;12(5):570-576.

- [12] Zaroff JG, Rosengard BR, Armstrong WF, et al. Consensus conference report: maximizing use of organs recovered from the cadaver donor: cardiac recommendations, March 28-29, 2001, Crystal City, Va. *Circulation*. 2002;106(7):836-841.
- [13] Sopko N, Shea KJ, Ludrosky K, et al. Survival is not compromised in donor hearts with echocardiographic abnormalities. *J Surg Res*. 2007;143(1):141-144.
- [14] 中国知网. 中国学术期刊总库[DB/OL]. 2013-5-15. <https://www.cnki.net>
- [15] SCI数据库. Web of Science via ISI Web of Knowledge[DB/OL]. 2013-5-15. <http://ip-science.thomsonreuters.com/mjl>
- [16] Young JB, Leon CA, Short HD 3rd, et al. Evolution of hemodynamics after orthotopic heart and heart-lung transplantation: early restrictive patterns persisting in occult fashion. *J Heart Transplant*. 1987;6(1):34-43.
- [17] Murali S, Kormos RL, Uretsky BF, et al. Preoperative pulmonary hemodynamics and early mortality after orthotopic cardiac transplantation: the Pittsburgh experience. *Am Heart J*. 1993;126(4):896-904.
- [18] Valentine HA, Hunt SA, Gibbons R, et al. Increasing pericardial effusion in cardiac transplant recipients. *Circulation*. 1989;79(3):603-609.
- [19] 林雁娟, 姜小鹰. 原位心脏移植术后早期血流动力学监测及护理[J]. 中华现代护理杂志, 2010, 16(13): 1519-1520.
- [20] Goland S, Siegel RJ, Burton K, et al. Changes in left and right ventricular function of donor hearts during the first year after heart transplantation. *Heart*. 2011;97(20):1681-1686.
- [21] Marciniak A, Eroglu E, Marciniak M, et al. The potential clinical role of ultrasonic strain and strain rate imaging in diagnosing acute rejection after heart transplantation. *Eur J Echocardiogr*. 2007;8(3):213-221.
- [22] Roshanali F, Mandegar MH, Bagheri J, et al. Echo rejection score: new echocardiographic approach to diagnosis of heart transplant rejection. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2010;38(2):176-180.
- [23] 潘翠珍, 陈昊, 舒先红, 等. 实时三维超声心动图预测心脏移植后排异反应的应用价值[J]. 中华超声影像学杂志, 2009, 18(3): 185-188.
- [24] Romano P, Mangion JM. The role of intraoperative transesophageal echocardiography in heart transplantation. *Echocardiography*. 2002;19(1):599-604.
- [25] 谷孝艳, 何怡华, 李治安, 等. 超声组织多普勒在监测心脏移植急性排异反应中的价值[J]. 中国超声医学杂志, 2012, 28(8): 726-729.
- [26] Kass M, Haddad H. Cardiac allograft vasculopathy: pathology, prevention and treatment. *Curr Opin Cardiol*. 2006;21(2):132-137.
- [27] Akosah KO, McDaniel S, Hanrahan JS, et al. Dobutamine stress echocardiography early after heart transplantation predicts development of allograft coronary artery disease and outcome. *J Am Coll Cardiol*. 1998;31(7):1607-1614.
- [28] Derumeaux G, Redonnet M, Soyer R, et al. Assessment of the progression of cardiac allograft vasculopathy by dobutamine stress echocardiography. *J Heart Lung Transplant*. 1998;17(3):259-267.
- [29] Dodd DA, Brady LD, Carden KA, et al. Pattern of echocardiographic abnormalities with acute cardiac allograft rejection in adults: correlation with endomyocardial biopsy. *J Heart Lung Transplant*. 1993;12(6):1009-1017.
- [30] 刘红云, 邓又斌, 周鸿敏, 等. 二维应变超声心动图评价移植心脏左心室收缩功能[J]. 中华超声影像学杂志, 2007, 16(7): 576-579.
- [31] 陈海燕, 潘翠珍, 陈昶宇, 等. 单心动周期实时三维超声评价心脏移植患者右心室形态及功能[J]. 中华超声影像学杂志, 2010, 19(11): 921-924.
- [32] Kapetanakis S, Kearney MT, Siva A, et al. Real-time three-dimensional echocardiography: a novel technique to quantify global left ventricular mechanical dyssynchrony. *Circulation*. 2005;112(7):992-1000.
- [33] Habib G, Benichou M, Salaun-Penquer P, et al. Detection of acute rejection by Doppler echocardiography in orthotopic cardiac transplantation. Prospective comparative study with endomyocardial biopsy. *Arch Mal Coeur Vaiss*. 1989;82(9):1535-1541.
- [34] Stengel SM, Allemann Y, Zimmerli M, et al. Doppler tissue imaging for assessing left ventricular diastolic dysfunction in heart transplant rejection. *Heart*. 2001;86(4):432-437.
- [35] Lewis BS, Lewis N, Sapoznikov D, et al. Isovolumic relaxation period in man. *Am Heart J*. 1980;100(4):490-499.
- [36] Rokey R, Kuo LC, Zoghbi WA, et al. Determination of parameters of left ventricular diastolic filling with pulsed Doppler echocardiography: comparison with cineangiography. *Circulation*. 1985;71(3):543-550.
- [37] Valentine HA, Fowler MB, Hunt SA, et al. Changes in Doppler echocardiographic indexes of left ventricular function as potential markers of acute cardiac rejection. *Circulation*. 1987;76(2):86-92.
- [38] Thorn EM, de Filippi CR. Echocardiography in the cardiac transplant recipient. *Heart Fail Clin*. 2007;3(1):51-67.
- [39] Koyama J, Ray-Sequin PA, Falk RH. Longitudinal myocardial function assessed by tissue velocity, strain, and strain rate tissue Doppler echocardiography in patients with AL (primary) cardiac amyloidosis. *Circulation*. 2003;107(19):2446-2452.
- [40] Weidemann F, Breunig F, Beer M, et al. Improvement of cardiac function during enzyme replacement therapy in patients with Fabry disease: a prospective strain rate imaging study. *Circulation*. 2003;108(11):1299-1301.
- [41] Weidemann F, Eyskens B, Mertens L, et al. Quantification of regional right and left ventricular function by ultrasonic strain rate and strain indexes in Friedreich's ataxia. *Am J Cardiol*. 2003;91(5):622-626.
- [42] Dandel M, Hummel M, Müller J, et al. Reliability of tissue Doppler wall motion monitoring after heart transplantation for replacement of invasive routine screenings by optimally timed cardiac biopsies and catheterizations. *Circulation*. 2001;104(12):184-191.
- [43] 卢晓芳, 王新房, 谢明星, 等. 高频超声心动图对大鼠异位移植心脏急性排斥反应的评价[J]. 临床心血管病杂志, 2006, 22(4): 234-237.
- [44] 何怡华, 李治安, 刘愚勇, 等. 多普勒组织成像与病理对照观察心脏移植术后排异反应的实验研究[J]. 中国超声医学杂志, 2004, 20(11): 801-805.