

# The Research Progress in Echocardiographic Evaluation of Hemodynamics of Acute Myocardial Infarction

Guanghao Wu<sup>1</sup>, Fengying Chen<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Inner Mongolia Medical University, Hohhot Inner Mongolia

<sup>2</sup>Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Hohhot Inner Mongolia

Email: \*fychen627@sohu.com

Received: Nov. 20<sup>th</sup>, 2016; accepted: Dec. 23<sup>rd</sup>, 2016; published: Dec. 26<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## Abstract

This paper summarized and analyzed the literatures about the hemodynamic evaluation of acute myocardial infarction in recent years. Reviewing of the latest research about the evaluation of hemodynamics of acute myocardial infarction on cardiac ultrasound through Wanfang, CNKI and foreign database, we find that the echocardiographic evaluation methods are mainly concentrated in the two-dimensional echocardiography, M type echocardiography, Doppler tissue imaging, strain rate imaging technology, real-time three-dimensional echocardiography, 3D spot tracking imaging technology, and so on.

## Keywords

Cardiac Ultrasound, Acute Myocardial Infarction, Blood Flow Dynamics, Research Progress

# 心脏超声评价急性心肌梗死的血流动力学的研究进展

吴广昊<sup>1</sup>, 陈凤英<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>内蒙古医科大学, 内蒙古 呼和浩特

\*通讯作者。

<sup>2</sup>内蒙古医科大学附属医院, 内蒙古 呼和浩特  
Email: \*fychen627@sohu.com

收稿日期: 2016年11月20日; 录用日期: 2016年12月23日; 发布日期: 2016年12月26日

## 摘要

对近年来各期刊报道的心脏超声评价急性心肌梗死的血流动力学研究方面的文献进行归纳、整理和分析。通过检索万方、中国知网等大型数据库及国外数据库, 查阅近年来有关心脏超声评价急性心肌梗死的血流动力学的研究文献, 发现目前的心脏超声评价方法和手段主要集中于二维超声心动图、M型超声心动图、多普勒组织成像、应变率显像技术、实时三维超声心动图、三维斑点追踪成像技术等等众多方面。

## 关键词

心脏超声, 急性心肌梗死, 血流动力学, 研究进展

## 1. 引言

急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)是在冠状动脉病变的基础上, 突然发生冠状动脉血供急剧减少或中断, 使相应的心肌严重而持久地急性缺血缺氧导致心肌坏死的疾病。其原因通常为在冠状动脉内不稳定斑块破裂、糜烂的基础上继发急性血栓形成导致冠状动脉血管持续、完全或不完全闭塞。主要临床表现为持久的胸骨后剧烈疼痛、发热、血清白细胞计数、血清心肌坏死标志物(如肌红蛋白、肌钙蛋白、肌酸激酶)增高及心电图进行性改变, 可伴发心律失常、心力衰竭、休克, 属急性冠脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)的严重类型, 是严重危害人类健康的常见病[1]。AMI后机体通过一系列的复杂机制, 主要涉及持续心肌受损、机械负荷刺激过重、炎症细胞因子过度表达、神经内分泌调节及氧化应激的过度激活等, 使心肌结构、功能发生变化的动态过程。其主要病理过程是发生心肌细胞的增粗、增长, 心肌质量的增加、间质成分的增多、毛细血管相对减少, 心壁的增厚、心腔容积的扩大、心腔形状的改变等一系列的变化, 使心功能由代偿转向失代偿最终导致慢性心力衰竭[2]。AMI后心肌受损, 产生持续的机械负荷刺激, 出现心肌梗死区的室壁膨胀、变薄、扩张等, 室壁应力不均一, 使心脏各部的舒缩活动不协调, 导致心室收缩、舒张功能减退, 心输出量减少等心功能障碍和血流动力学障碍[3]。这些血流动力学的改变进一步加重心脏的负荷, 使心肌发生适应性的改建与重构, 如此形成的恶性循环, 促使心力衰竭的发生和发展。因此, 及时了解和监测心肌梗死后血流动力学状态有助于更好的掌握病情、评估心功能和及时有效的诊治, 为进一步改善患者远期预后具有重要的临床意义。当前, 随着医疗技术的不断完善和发展, 对于血流动力学监测的手段也是多样化, 比如心导管技术的应用, 但是很多技术手段为侵入性的有创操作, 且操作过程中会出现不可避免的并发症, 这在一定程度上也限制了很多技术在心肌梗死后血流动力学监测上的应用[4]。而心脏超声作为一种无创操作技术手段, 具有安全、无创、直观、快捷、可重复性高等优势, 临床应用得当, 可以为我们提供更为全面、更为简便的血流动力学方面的信息。因此, 当前, 应用心脏超声技术在测定心肌梗死后血流动力学指标, 评价心功能, 已逐渐受到重视和关注。而近年来在研究心脏超声评价急性心肌梗死的血流动力学这一领域内, 不断有新的探索和成果的出现。现将近年来心脏超声评价急性心肌梗死的血流动力学研究综述如进展下。

## 2. 急性心肌梗死后心脏右心房压的评价

心脏右心房压(Right atrium pressure, RAP)是反映心脏右心系统内容量负荷状态的指标,是心脏血流动力学指标的一项重要内容,目前临床上存在诸多的评价方法多是从不同的角度来估测RAP,从而进一步估测右心室收缩压及肺动脉压。在既往传统的心脏超声检测中,多可能会造成对健康人右心房压的高估,因此,对于急性心肌梗死的患者来说,传统的心脏多普勒超声亦会高估右心房压指标。有研究表明[5],传统的二维心脏多普勒超声测定心肌梗死后患者的右心房压较侵入性导管检测方法明显偏高,其差异存在统计学意义( $P < 0.05$ );且两种方法的测定值之间具有显著的相关性。

### 2.1. 二维超声方法测定

评价心脏右心房压力最常用的在二维超声心动图条件下测定下腔静脉内径及其吸气时的变化曲线指标。在实际测定过程中,下腔静脉内径受患者的体位影响较大,其中仰卧位影响最小;同时它还受呼吸的影响,因此在吸气末影响最小,可获得一个较为准确的曲线指标。

### 2.2. 多普勒超声方法测定

所有房颤患者初始时均采用二维超声评估,可明确心脏结构、心房大小及血栓情况等。而近年来发现彩超是检查食管心脏特异性最高的检查方式,不仅可发现血栓形成的高危风险,还能观察心房血流动力学情况、主动脉粥样硬化等。采用多普勒超声方法评价心脏右心房压力时,是建立在测定肝静脉血流动力学变化基础之上的。正常情况下,右心房收缩期前向血流(PVS)、右心房收缩期末逆向血流(PVV)、右心房舒张期前向血流(PVD)、右心房舒张期末逆向血流(PVA)共同组成了肝静脉血流频谱。我们可以通过肝静脉收缩期充盈指数来预测右心房压力的变化。然而,在急性心肌梗死后,出现心房顺应性和弛张性的变化以及心脏瓣膜运动速度的变化均可能会影响右心房压力的测定值。其中,有研究表明[6],急性心肌梗死合并心房颤动时,测定的右心房压力并不依赖于肝静脉收缩期的血流动力学数值。

### 2.3. 组织多普勒成像

组织多普勒成像(Doppler tissue imaging, DTI)与传统的二维成像更具有优势,它不需要肋骨下成像,可直接一步成像,以提供患者右心室功能相关指标。其主要测量右心室节段等容弛张时间(RIVRT),这一指标与右心房压力之间呈现出负线性相关性,同时它不受肺动脉压及右心室舒张末压的影响,因此测定右心房压力的敏感性和特异性均较高,有很好的可信度。但是因急性心肌梗死患者存在心肌的缺血坏死,影响心肌的节段性舒缩运动,这可能在一定程度上会影响测定值。

## 3. 急性心肌梗死后肺动脉压的评价

### 3.1. 肺动脉压的超声特点

不同的超声技术下,肺动脉压测定的突进和特点不同。传统二维超声在不同的血流动力学状态下,显示的情况不一,如在右心室血流动力学异常时可显示肺动脉扩张,右心室肥大,右心室收缩功能降低;M型超声则显示患者而肺动脉 $\alpha$ 波较小,收缩中晚期会出现肺动脉瓣关闭,肺动脉瓣舒张期斜率降低,与右心室流出道血流终止相一致;多普勒超声则显示右心室流出道血流频谱曲线由圆钝演变为尖峰,收缩中晚期右心室流出道多普勒血流终止,右心室流出道血流时间缩短。

### 3.2. 多普勒超声方法测定

目前,测定肺动脉压多采用多普勒超声技术,主要通过对三尖瓣反流速度的测定,再通过伯努力方

程评价肺动脉收缩压。通常右心室和肺动脉间无血流梗阻时, 肺动脉收缩压(Pulmonary artery systolic pressure, PASP)与右心室收缩压等同。而在右心室和右心房存在压力差时, 加上平均右心房压也可得出肺动脉收缩压。当三尖瓣存在反流时, 测的三尖瓣反流最大速度( $TRV_{max}$ ), 右心室收缩压则等于右心房压加上三尖瓣反流压差的值( $PASP = 4TRV_{max}^2 + RAP$ )。为避免误差, 三尖瓣最大反流速度应在多切面测量取平均值。但是有相关研究指出[7], 运用超声造影剂微泡能使多普勒三尖瓣反流速度高估出实际值, 因此, 实际运用过程中应当避免出现此种情况。

当患者出现肺动脉压逐渐增加的情况时, 右心室流出道的多普勒频谱形态会发生一定的变化, 比如右心室达到峰值速度的加速时间等等。因此, 肺动脉压与右心室达到峰值速度的加速时间呈负相关性, 但因这一变化依赖于患者心率和心输出量的变化, 所以我们需要特别注意肺动脉在一些特殊状态下的假性正常现象。

## 4. 急性心肌梗死后肺血管阻力的评价

### 4.1. 传统二维及 M 型超声

肺动脉压力及肺血管阻力的增高, 会出现诸多的超声特点。肺动脉血管阻力的升高, 早期可使进入肺动脉干的压力传播速度增加, 其超声表现为收缩中晚期肺动脉瓣的关闭和凹陷, 右心室射血时间的减少。

### 4.2. 多普勒超声

肺血管阻力的升高与多普勒超声的异常存在明显的相关性。多数情况下, 肺动脉血管阻力的测定是采用多普勒超声测量三尖瓣反流速度及肺动脉前向血流而获得的, 是目前公认的最佳测量技术手段。但 Lee 等[8]研究通过采用超声多普勒测定跨肺动脉血流积分及跨三尖瓣反流速度来估测肺动脉血管阻力, 这一方法是建立在当前通用方法基础之上的改良, 它有效的避免了肺动脉收缩期血流频谱和三尖瓣血流速度的时间变异性。

## 5. 急性心肌梗死后左心室舒张功能的评价

### 5.1. M 型超声心动图

有学者提出房室平面位移(AVPD)可评价左心室舒张功能, 其主要是运用 M 型超声心动图测量左心房主动收缩引起的房室平面位移值。有研究[9]应用 M 型超声证实正常人 AVPD 与二尖瓣血流频谱比值之间存在良好的正相关关系, 但当左室舒张功能减退时, 即可表现出二尖瓣血流频谱假性正常, 因此, 其评价左心室舒张功能容易受到心肌病变的影响。近年来, 舒张早期左心室内血流播散速度(FPV)亦逐渐成为评价左心室舒张功能的一项新指标[10]。有研究[11]通过观察急性心肌梗死患者再灌注后的左心室舒张功能变化发现 FPV 是一个独立且敏感性较高的评价做临时舒张功能的指标。但其具体统一的测定方法, 仍需进一步研究。

### 5.2. 二维超声心动图

因心脏左心房相关结构参数与左心室舒张功能之间存在良好的正相关关系, 因此, 可以通过测定左心房结构参数, 如左心房内径、左心房舒张末期内径、左心房容积等, 来估测评价左心室舒张功能。严萍萍等[12]研究指出, 左心房相关结构参数可简单的估测左心室舒张功能同时还可鉴别左心室舒张功能假性正常化。在左心房收缩功能参数方面, 有研究表明[13], 左心房射血力参数对左心室舒张功能的评价要优于二尖瓣血流频谱比值。

### 5.3. 多普勒组织成像

通过测定二尖瓣环运动速度来评价左心室舒张功能, 其常用评价指标有舒张早期、晚期心肌峰值运动速度(Ea、Aa、Ea/Aa)。因其不受左心室收缩功能的影响, 故可用于急性心肌梗死后患者的左心室舒张功能评价。但近年来也有报道指出, 性别、年龄等因素也会对此一指标数值有影响[14] [15] [16]。近年来, 应变率显像技术(SRI)技术也在逐步推广应用, 因它能反应心肌局部的变形速率, 能更加准确的反映和评价左心室的收缩与舒张功能, 所以更加适用于评价急性心肌梗死后心肌舒缩功能障碍的患者[17]。

### 5.4. 实时三维超声心动图

实时三维超声心动图(RT-3DE)依据心室的整体几何形状来测量、计算心功能参数。近年来, 有学者[18]认为 RT-3DE 是定量评价急性心肌梗死后左心室充盈率的最有效方法。但它亦有不足之处, 如视野不够大, 不能实时评价心脏的容积和功能。

## 6. 急性心肌梗死后左心室收缩功能的评价

### 6.1. 二维超声心动图

在二维平面上利用几何假设来计算左心室相关收缩参数来评价左心室收缩功能, 但因其难以显示完整的心脏解剖结构, 尤其在急性心肌梗死后出现心脏形态变化时, 很难准确的测量出真实数值, 误差较大。

### 6.2. 实时三维超声心动图

实时三维超声心动图(RT-3DE)可实时测量左心室收缩末期容积、每搏输出量、射血分数等指标来评价左心室整体及节段的收缩功能。有研究[19]应用 RT-3DE 和 MRI 对 38 例急性心肌梗死患者进行左心室容积测定, 结果发现二者之间具有很好的相关性; 还有研究[20] [21]发现 RT-3DE 与二维超声心动图均很好的测量出了左心室容积及功能, 但二维超声心动图明显低估了左心室的容积, 因此, 对于急性心肌梗死后出现室壁运动障碍或异常的患者来说, RT-3DE 较二维超声心动图能更加准确的评价左心室收缩功能[22]。

### 6.3. 三维斑点追踪成像技术

三维斑点追踪成像技术(3-dimensional speckle tracking imaging, 3D-STI)是建立在 RT-3DE 与 STI 基础上的一项新技术。通过标记心肌声学像素, 采用分析软件自动追踪区域内的心肌斑点, 以计算心肌运动速度和变化情况, 从而来评价心肌的收缩功能[23] [24] [25]。有研究报道[26]发现急性心肌梗死患者左心室整体收缩功能明显降低, 其研究结果显示左心室整体的横向、纵向、环向收缩期峰值应变与左心室射血分数之间呈高度的负相关性, 说明患者的左心室射血分数越低、左心室整体应变能力也越低, 心肌的变形能力也越差[27]。因此, 3D-STI 能直观、无创、敏感的定量评价左心室心肌的形变能力。

## 7. 结语与展望

心脏超声技术作为一种无创操作技术手段, 具有安全、无创、直观、快捷、可重复性高等优势, 在临床应用较为广泛。但随着医学技术的不断进步, 心脏超声技术也在不断的更新与变革, 除了常规的传统超声技术之外, 还衍生出了各种超声新技术包括 M 型超声心动图、多普勒组织成像、应变率显像技术、实时三维超声心动图、三维斑点追踪成像技术

等来评价急性心肌梗死后的血流动力学, 每种超声技术都各有优缺点, 各有不同的适用范围, 其中



实时三维超声心动图、三维斑点追踪成像技术具有较高的临床价值和发展潜力, 但因其技术尚不成熟, 还需进一步发展和改进, 以不断发挥它们的诊断与检测潜能。如何合理利用各种超声技术的优势联合评价急性心肌梗死后血流动力学, 指导临床治疗方案的选择和临床治疗效果的评价, 也将是今后进一步研究的方向和目标。

## 参考文献 (References)

- [1] 陆再英, 终南山. 内科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 284.
- [2] 陈主初. 病理生理学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 264-270.
- [3] 黄根牙, 顾新元, 唐利龙. 急性心肌梗死后早期心功能的变化及其调节机制[J]. 心血管病学进展, 2008, 29(6): 851-854.
- [4] 金平. 心脏超声评估容量反应性与有创监测评估比较的[J]. 中国医学继续教育, 2014, 7(33): 53-54.
- [5] Simon, M.A., Kliner, D.E., Girod, J.P., *et al.* (2011) Jugular Venous Distention on Ultrasound: Sensitivity and Specificity for Heart Failure in Patients with Dyspnea. *American Journal of Emergency Medicine*, **159**, 421-427.
- [6] 光美, 陈玉国. 急性心肌梗死患者 PPCI 前后 ICG 血流动力学指标变化[J]. 山东医药, 2012, 52(38): 80-81.
- [7] Ouferrache, K., Amiel, J.B., Chimot, L., *et al.* (2012) Initial Resuscitation Guided by the Surviving Sepsis Campaign Recommendations and Early Echocardiographic Assessment of Hemodynamics in Intensive Care Unit Septic Patients: A Pilot Study. *Critical Care Medicine*, **40**, 2821-2827. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31825bc565>
- [8] Lee, K.S., Abbas, A.E., Khandheria, B.K., *et al.* (2007) Echocardiographic Assessment of Right Heart Hemodynamic Parameters. *Journal of the American Society of Echocardiography*, **20**, 773-782. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2007.03.002>
- [9] 李恒. 心脏超声技术评价左室舒张功能的研究现状[J]. 重庆医学, 2010, 39(14): 1920-1922.
- [10] Lppes, L.R., Joao, I., Vinhas, H., *et al.* (2014) Early Flow Propagation Velocity for Assessment of Diastolic Function in Myocardial Infarction Treated with Acute Reperfusion. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, **24**, 65.
- [11] Oechlinger, S., Berger, D., Bryner, J., *et al.* (2013) Left Ventricular Torsion Abnormalities in Septic Shock and Corrective Effect of Volume Loading: A Pilot Study. *Canadian Journal of Cardiology*, **29**, 1665-1671. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2013.10.007>
- [12] 严萍萍, 张文芳, 孙彬, 等. 左房内径变化鉴别左室舒张功能假性正常[J]. 超声医学杂志, 2015, 25(9): 2080-2083.
- [13] 史迪, 于学忠. 心脏超声检查对血流动力学的评估[J]. 中华急诊医学杂志, 2014, 23(10): 1182-1183.
- [14] 覃小娟, 谢明星, 吕清, 等. 超声三维斑点追踪成像技术评价慢性心力衰竭患者左心室整体应变的初步研究[J]. 中华医学超声杂志, 2010, 7(8): 1332-1337.
- [15] Jung, H., Vijay, V., Theodore, A. and Mittal, R. (2013) Multiphysics Computational Models for Cardiac Flow and Virtual Cardiology. *International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering*, **29**, 850-869. <https://doi.org/10.1002/cnm.2556>
- [16] Lindberg, L., Johansson, S. and Perez-De-Sa, V. (2014) Validation of an Ultrasound Dilution Technology for Cardiac Output Measurement and Shunt Detection in Infants and Children. *Pediatric Critical Care Medicine*, **15**, 139-147. <https://doi.org/10.1097/PCC.0000000000000053>
- [17] Kooijman, M.N., de Jonge, L.L., Steegers, E., *et al.* (2014) Third Trimester Fetal Hemodynamics and Cardiovascular Outcomes in Childhood: The Generation R Study. *Journal of hypertension*, **32**, 1275-1282. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000000174>
- [18] Citerio, G., Bakker, J., Bassetti, M., *et al.* (2014) Year in Review in Intensive Care Medicine 2013: I. Acute Kidney Injury, Ultrasound, Hemodynamics, Cardiac Arrest, Transfusion, Neurocritical Care, and Nutrition. *Intensive Care Medicine*, **40**, 147-159. <https://doi.org/10.1007/s00134-013-3184-5>
- [19] Huang, C.-H., Zheng, S., Jianjian, W., *et al.* (2013) Compensation of In-Plane Rigid Motion for *in Vivo* Intracoronary Ultrasound Image Sequence. *Computers in Biology and Medicine*, **43**, 1077-1085. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2013.05.004>
- [20] Van der Graaf, A.M., Zeeman, G.G., Groen, H., Roberts, C. and Dekker, G. (2013) Non-Invasive Assessment of Maternal Hemodynamics in Early Pregnancy. *Pregnancy Hypertension*, **3**, 261-269. <https://doi.org/10.1016/j.preghy.2013.07.005>
- [21] Spencer, K.T., Kimura, B.J., Korcarz, C.E., *et al.* (2013) Focused Cardiac Ultrasound: Recommendations from the

- American Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*, **26**, 567-581. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2013.04.001>
- [22] Hu, H., Ge, X. and Cai, H. (2014) Monitoring of Intracranial Pressure and Cerebral Hemodynamics by Transjugular Dural Sinus Catheterization. *Journal of Clinical Anesthesia*, **26**, 147-148. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2013.11.006>
- [23] Liu, C., Chang, C., Chang, T., *et al.* (2015) Carotid Artery Stenting Improves Cerebral Hemodynamics Regardless of the Flow Direction of Ophthalmic Artery. *Angiology*, **66**, 180-186. <https://doi.org/10.1177/0003319714522854>
- [24] Nam, K., Bok, T., Jin, C. and Paeng, D. (2014) Asymmetric Radial Expansion and Contraction of Rat Carotid Artery Observed Using a High-Resolution Ultrasound Imaging System. *Ultrasonics*, **54**, 233-240. <https://doi.org/10.1016/j.ultras.2013.04.012>
- [25] Juhl-Olsen, P., Vistisen, S.T., Christiansen, L.K., *et al.* (2013) Ultrasound of the Inferior Vena Cava Does Not Predict Hemodynamic Response to Early Hemorrhage. *The Journal of Emergency Medicine*, **45**, 592-597. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2013.03.044>
- [26] Razazi, K., Thille, A.W., Carteaux, G., *et al.* (2014) Effects of Pleural Effusion Drainage on Oxygenation, Respiratory Mechanics, and Hemodynamics in Mechanically Ventilated Patients. *Annals of the American Thoracic Society*, **11**, 1018-1024. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201404-152OC>
- [27] Milan, A., *et al.* (2013) Ascending Aortic Dilatation, Arterial Stiffness and Cardiac Organ Damage in Essential Hypertension. *Journal of Hypertension*, **31**, 109-116.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [acm@hanspub.org](mailto:acm@hanspub.org)