

合理应用标准

2013 美国心脏学院基金会/美国放射学院/美国超声心动图学会/美国心脏核医学会/心血管计算机断层扫描学会/心血管磁共振学会 心血管影像检查在心力衰竭中的合理应用

此报告由美国放射学院合理应用委员会及美国心脏病学院基金会合理应用特别小组共同发布

心力衰竭写作小组

Manesh R. Patel , MD, FACC, *Co-Chair**

Marc Silver , MD, FACC*

Richard D. White , MD, FACR, FACC, *Co-Chair*†

Arthur E. Stillman , MD, PHD, FACR†

Suhny Abbara , MD†

James Udelson , MD, FACC*

David A. Bluemke , MD, PHD, FACR†

Robert J. Herfkens , MD†

*American College of Cardiology Foundation Representative,

Michael Picard , MD, FACC*

†American College of Radiology Representative, ‡American Society of Echocardiography Representative.

Leslee J. Shaw , PHD, FACC*

本监督委员会深切悼念在本报告工作期间逝世的James T. Dove, MD, MACC(美国互助咨询委员会), 感激他对本报告的贡献。

本报告已于2013年1月、2012年12月分别由美国放射学院院长理事会、美国心脏病学院基金会受托理事会批准。

美国心脏病学院基金会请求将本文的引用格式规定如下: Patel MR, White RD, Abbara S, Bluemke DA, Herfkens RJ, Picard M, Shaw LJ, Silver M, Stillman AE, Udelson J. 2013 ACCF/ACR/ASE/ASNC/SCCT/SCMR appropriate utilization of cardiovascular imaging in heart failure: a joint report of the American College of Radiology Appropriateness Criteria Committee and the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force. *J Am Coll Cardiol* 2013;61:2207-31. doi:10.1016/j.jacc.2013.02.005.

复本: 本文档可由美国心脏病学院网站(<http://www.cardiosource.org>)及美国放射学院网站(<http://www.acr.org>)下载。索要单行本请联系 Elsevier Inc.Reprint Department, fax (212) 633-3820, e-mail reprints@elsevier.com.

许可: 未经美国心血管学院基金会明确许可, 不得修订、更改、升级和/或分销本文。如有需要请联系healthpermissions@elsevier.com

心力衰竭评定小组

Peter Alagona, MD*

Gerald Smetana, MD|||

Gerard Aurigemma, MD‡

Peter Tilkemeier, MD##

Javed Butler, MD, MPH§

Mary Norine Walsh, MD§

Don Casey, MD, MPH, MBA||

Pamela K. Woodard, MD†

Ricardo Cury, MD#

Scott Flamm, MD¶

§Heart Failure Society of America Representative, ||American

College of Physicians Representative, #Society of

Tim Gardner, MD**

Cardiovascular Computed Tomography Representative, ¶Society

Rajesh Krishnamurthy, MD††

for Cardiovascular Magnetic Resonance Representative,

**American Heart Association Representative, ††Radiological

Joseph Messer, MD*

Society of North America Representative, ‡‡American Geriatric

Michael W. Rich, MD‡‡

Society Representative, §§Society of Nuclear Medicine and

Molecular Imaging Representative, ||||American College of

Henry Royal, MD§§

Physicians Representative, ##American Society of Nuclear

Cardiology Representative.

心力衰竭审查小组

G. Michael Felker, MD, MHS, FACC, FAHA§

Sherif F. Nagueh, MD, FACC, FAHA, FASE***

Victor Ferrari, MD¶

Karen G. Ordovas, MD, MAS†††

Myron Gerson, MD##

Prem Soman, MD, PHD, FRCP (UK), FACC##

Michael M. Givertz, MD§

Kirk Spencer, MD‡

Daniel J. Goldstein, MD, FACS, FACC¶¶

Raymond F. Stainback, MD, FACC, FASE*

Paul A. Grayburn, MD, FACC**

Krishnaswami Vijayaraghavan, MD, MS,

Jill E. Jacobs, MD, FACR††

FACP, FACC, FCCP, FNLA‡‡‡

Warren R. Janowitz, MD§§

W. H. Wilson Tang, MD, FACC, FAHA§

Scott Jerome, DO, FACC, FASNC, FSCCT***

John Lesser, MD#

¶¶Society of Thoracic Surgeons Representative, ***Intersocietal

Michael McConnell, MD¶

Accreditation Commission Representative, †††North American

Society for Cardiovascular Imaging Representative,

‡‡American College of Chest Physicians Representative.

合理应用心血管影像检查监督委员会

Michael A. Bettmann, MD, FACR, *Co-Chair*

Christopher M. Kramer, MD, FACC*

Michael J. Wolk, MD, MACC, *Co-Chair**

Manesh R. Patel, MD, FACC*

J. Jeffrey Carr, MD, MSc, FACR, FACC*

Frank J. Rybicki, MD, FACR†

Pamela Douglas, MD, MACC*

Richard D. White, MD, FACR†

James T. Dove, MD, MACC*

Pamela K. Woodard, MD†

Robert C. Hendel, MD, FACC*

E. Kent Yucel, MD, FACR†

中文版翻译: 宁波市第一医院 俞霏

中文版校对: 美国 Ochsner clinic 高磊

目录

1. 前言

2. 简介

3. 心力衰竭概览

a. 患病率

b. 临床意义

c. 经济影响

d. 基本治疗选择

4. 建立影像学在心力衰竭中合理应用细则的方法

a. 建立影像学检查在心力衰竭中合理应用指南的必要性

b. 合理性的定义

c. 写作小组对临床情景和指征的认定

- d. 对临床情景和指征的说明
 - e. 评定小组及其作用
 - f. 与医疗产业及其它机构的关系
 - g. 评定“应用的合理性”
 - h. 心血管影像学检查方法的认定和说明
5. 临床情景#1 对新近怀疑或潜在心力衰竭的患者进行心脏结构和功能的初始评估
- a. 临床原理
 - b. 影像学原理
 - c. 文献回顾
 - d. 临床指南
 - e. 表 1. 对新近怀疑或潜在心力衰竭的患者进行心脏结构、功能的初始评估
6. 临床情景#2 缺血性病因的评估
- a. 临床原理
 - b. 影像学原理
 - c. 文献回顾
 - d. 表 2. 缺血性病因的评估
7. 临床情景#3 心肌活力评估（明确心力衰竭病因为心肌缺血之后）：适合冠状动脉血运重建治疗者，无论其是否表现出临床心绞痛
- a. 临床原理
 - b. 影像学原理
 - c. 文献回顾
 - d. 表 3. 心肌活力评估（明确心力衰竭病因为心肌缺血之后）：适合冠状动脉血运重建治疗者，无论其是否表现出临床心绞痛
8. 临床情景#4 埋藏式心律转复除颤器（ICD）与心脏再同步化治疗（CRT）的治疗前准入与治疗随访
- a. 临床原理
 - b. 影像学原理
 - c. 文献回顾

- d. 表 4. 埋藏式心律转复除颤器（ICD）与心脏再同步化治疗（CRT）的治疗前准入与治疗随访

10. 临床情景#5 心力衰竭的重复评价

- a. 临床原理
- b. 影像学原理
- c. 文献回顾
- d. 表 5. 心力衰竭的重复评价

11. 讨论

临床指征

- 12. 附录: 美国心脏学院基金会/美国放射学院/美国超声心动图学会/美国心脏核医学会/心血管计算机断层扫描学会/心血管磁共振学会, 2013 年“心血管影像检查在心力衰竭中的合理应用”项目参与人员——与医疗产业及其它相关机构的关系声明

13. 参考文献

前言

为实现高质量医疗服务中合理和客观的利用医疗资源,美国放射学院(ACR)与美国心脏病学院基金会(ACCF)采取重要步骤联合致力于制定心力衰竭情景中如何合理应用心血管影像检查的规范。影像学合理应用规范的最终目标是提高医疗服务水平,改善患者预后。ACR、ACCF 和本报告其他合作者均深信,广泛汲取既往临床经验和循证信息继而仔细分析应用之,必将有助于更有效、高效、合理的医疗资源分配。

本文的出版体现了ACR和ACCF的首次合作,旨在严密地系统性地将临床中对可疑的、特征不典型的或已知的心力衰竭患者进行影像学检查的各种情形作出总结和归类,内容基于当前我们对各种影像学检查手段的了解,包括各项检查的技术特点,及其可能的患者获益。本文中出现的临床情景并非直接按《国际疾病分类系统(第九版)》编写,而是选取了当下临床中较为常见几种疾病情形,故不包括所有可能出现的临床状况。因此,临床实际中的部分患者可能不被包括在本文所述的疾病情景之内,或具备另外相对次要的临床特点。当然,ACR和ACCF

都支持个体化医疗原则，强调诊疗措施应力求满足每位患者的个体化需求。本“影像学合理应用”规范旨在为患者和临床医生提供指引，而非试图抹杀临床决策中的某些公认困难和不确定性，故本文意见不能全盘代替实际工作中的临床判断和操作经验。本文只是为临床针对中可疑的、特征不典型的或已知心力衰竭的患者，应当如何明智地应用影像学检查这一问题提供决策框架。

在本文的编写过程中，影像学与心脏病学联合写作小组评估了文中所评定的各种影像学方法的技术能力，每种技术的临床应用指征，以及相关临床指征的影像学参数。因此，本报告的撰写方法突出了当今ACR和ACCF双方工作研究过程的最佳面貌。多学科的评定小组包括了影像学专家、心血管疾病专家、全科医学专家及结果专家，由他们来评估具体某项影像学检查应用于每种临床指征是否合理（分为合理、或许合理、不合理三个等级），而这些评估均建立在目前能够获得的循证依据之上。

Michael Bettmann, MD

影像学合理应用（AUI）监督委员会联合主席

Michael J. Wolk, MD

影像学合理应用（AUI）监督委员会联合主席

简介

临床医生、医疗费用支付方和患者都关注影像学检查对疾病诊疗的助益问题。本文将对如何在心力衰竭患者中合理应用影像学检查的问题作出阐述。

ACCF及其合作者们既往所发布的其它“合理应用”方面文件均体现了其严密地系统地建立多种影像学技术合理应用建议的努力，并对其作出评估和归类。ACR发布的“合理应用”系列文件审核归纳了超过170种特定临床情形及其常见变化。本报告的研究方法遵循了ACCF和ACR于2013年联合发布的一篇方法论性文献，该文献结合了ACCF和ACF各自的研究特点，对“合理应用”问题的科学研究方法作出了详尽说明^[1]。本报告的目的在于通过仔细考虑以下两个复杂的问

题来检验影像学检查的助益：1) 在某个给定的临床情景下，任何影像学检查的需求是否合乎情理？2) 如果是，那么哪一种或哪几种检查最有可能提供具有临床意义的新信息？本文将从循证角度对这个问题展开论述。

心力衰竭概览

患病率

心力衰竭的发病率呈快速增长趋势^[2-6]。目前美国有大约580万心力衰竭患者，其中每年新诊断的病例数超过67万^[7]。

临床意义

心力衰竭导致的心源性猝死比所有癌症导致的死亡总人数更多；心力衰竭患者自诊断确立之后的5年生存率约为50%^[7]。

经济影响

在美国，每年与心力衰竭相关的医疗费用超过392亿美元^[7]。

尽管影像学支出被报道为医疗花费中增长最快的一个部分，其中心血管影像检查费用占了近1/3^[8]，然而最近的数据表明影像学检查呈减少趋势，这可能和鼓励合理应用有关^[9]。

基本治疗选择

总的来说，ACCF和AHA（美国心脏病协会）的心力衰竭指南已经给出了非常深入的心力衰竭处理和预防信息^[10]。心力衰竭评估中运用影像学检查的目的首先是了解患者的心脏结构和功能，其次是帮助明确病因，以便进一步开展恰当的药物或有创性治疗。因此，本报告中的临床指征着重在对于可疑的、特征不典

型的或已知的心力衰竭患者的处理原则。

建立影像学在心力衰竭中合理应用细则的方法

本报告的方法学在ACCF与ACR最近的一份联合发文中详细阐述^[1]，下文将介绍其概要。简言之，通过引入技术小组，采用改良Delphi法进行讨论，以求充分整合相关的循证医学资料、指南和临床实践经验。

建立影像学检查在心力衰竭中合理应用指南的必要性

如何在心力衰竭患者中合理应用影像学的问题显得越来越重要，因为：

- 心力衰竭发病率呈上升趋势，尤其在老年人群中；
- 高级影像学检查技术的飞速发展（不同技术的检查效能有一定重叠）；
- 针对心力衰竭病因治疗的手术或经皮介入技术迅速进展；
- 心力衰竭的药物治疗进展；以及
- 心力衰竭住院和门诊的高额医疗费用支出。

重要的是，影像学检查的“应用不合理”可能产生无根据的医疗开支，并因不必要的随访复查或治疗为患者带来不便和负担；而“应用合理”的影像学检查应当能够帮助优化治疗方案，改善患者预后，故具有临床价值。

合理性的定义

根据ACR和ACCF的联合研究方法，“合理”的影像学应用的定义基于“合理性标准的美国质量认证（AQA）原则”^[12a]。（这些原则为“AQA临床实践测量参数选择”的一个分支^[12b]，不可分割看待。）

合理性的定义在健康医疗方面，是指在可得的医疗资源范围内，对于个体化患者进

行治疗、检查或操作时，需充分权衡其风险和获益。合理性标准应当为临床医生提供指引，帮助判断患者是否为某项治疗、检查或操作的合理候选人^[12a, para.2]。

该定义强调的核心意图是，通过影像学检查，在对患者不利影响最小化的情况下，最大程度地获取富有临床意义的诊断信息。

写作小组对临床情景和指征的认定

本报告的写作小组包括了从事影像医学和心血管病学的专家代表。写作小组首先确立了心力衰竭诊疗的关键领域，继而从中进一步确定了应用影像学检查的具体临床情景（详见表1）。被确定的关键临床切入点包括：

- 新被怀疑的，或潜在的心力衰竭
- 与心肌梗死（MI）相关的心力衰竭
- 考虑血运重建治疗时的心力衰竭评估
- 心脏装置治疗（即埋藏式心律转复除颤器[ICD]或心脏再同步化治疗[CRT]）的准入评估和随访
- 心力衰竭的重复评估

这些临床情景旨在全面概括和代表临床中绝大部分需行影像学辅助检查的心力衰竭情形。影像资料信息可能对初始诊断有帮助，但这并不意味着单凭影像学结果就能明确诊断心力衰竭。心力衰竭是一个临床综合征，它的诊断必须结合一系列的临床症状和体征的评估。一旦诊断确立，或高度怀疑患者为心力衰竭，则接下来可能需要影像学检查来评估病情和指导治疗。

在本报告的前期准备阶段，作者们一致认为非缺血性病因所致心力衰竭占患者中相当重要的部分，但若将此内容一并展开论述，本报告写作范畴和篇幅将大大增加。虽然一些可疑或潜在心力衰竭的情形来自于非缺血性病因，但是这些患者不在本文阐述范围内，今后拟另起一文再作探讨。除去非缺血性病因的情况，余下五个主要临床情景切入点的相互演变和发展关系体现了临床决策的复杂性，

包括临床处理和影像学应用问题。本报告旨在阐明这五大项临床情景中，如何合理应用影像学检查的问题。确认这些临床情景的切入点可以是患者的病史、体征、症状以及其他因素，例如偶然发现的左心室射血分数（LVEF）降低等。

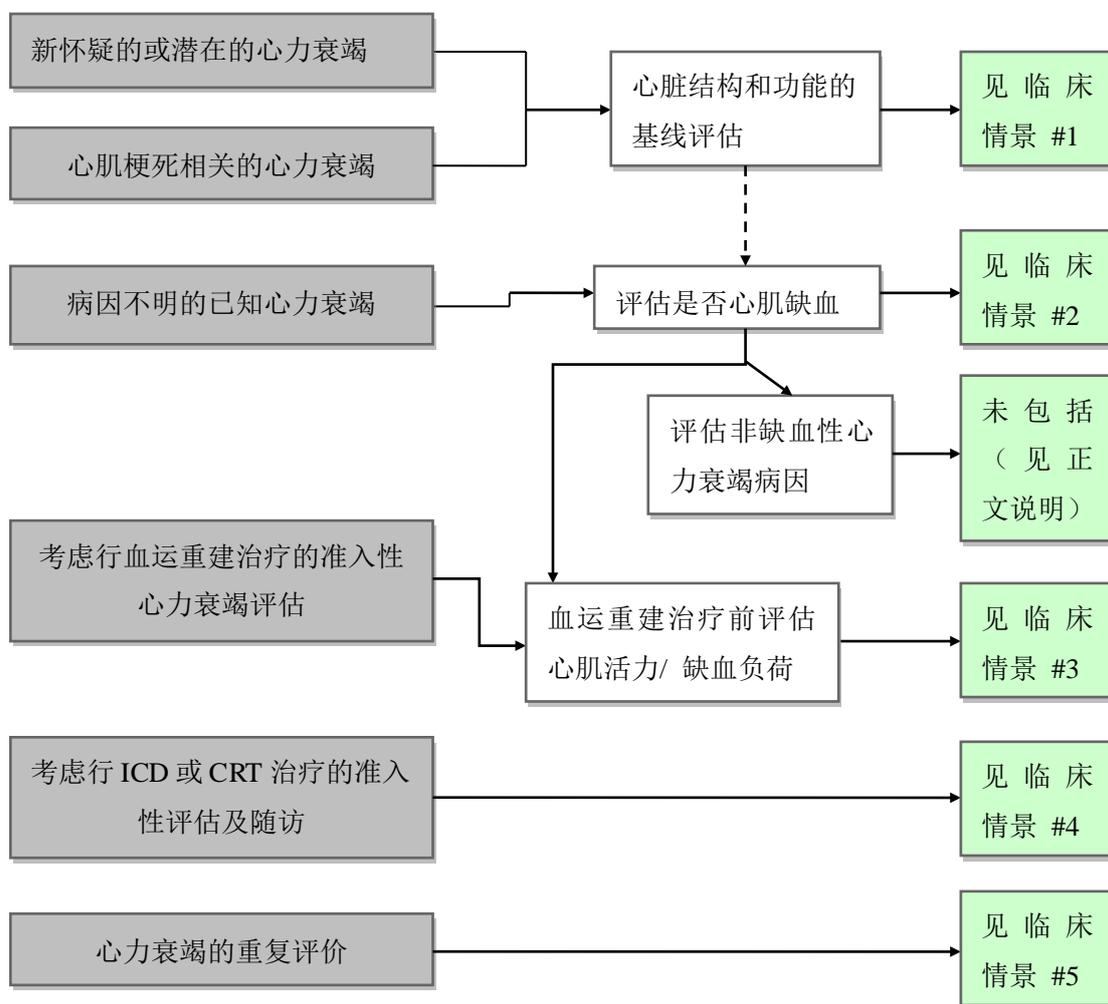


图1 临床影像学应用情景切入点

对临床情景和指征的说明

本文探讨了五种有关心力衰竭的临床情形。写作小组在每一种情形中都明确了影像学检查的指征，这些指征代表了特定的“需要进行检查的点”。这些临床指征把握了患者在未做影像检查前的突出特征。一些心力衰竭的重要指征包括：

- a) 临床表现（例如呼吸困难、劳力性疲乏、胸痛或心绞痛或其它提示心肌

缺血的表现、心脏杂音，啰音，水肿）；

b) 心力衰竭的严重程度（纽约心功能分级[NYHA] I、II、III或IV级）；

c) 已经明确的心力衰竭病因（例如缺血或非缺血性病因）；

d) 恶化情形（例如：饮食不当，新发的心绞痛或其它提示心肌缺血的表现）。

写作小组认识到，日常临床处理中，心力衰竭的症状轻重、潜在病因和医疗水平对诊疗决策至关重要，但这些因素或许未能完全体现在上述某一类临床情景中。读者应注意本文讨论的指征是针对心力衰竭患者的影像学应用，而非针对生化标志物检测或其它临床处理措施。

当有关这些指征的初稿完成后，来自不同专业、亚专业专家合作小组的审稿者们（包括影像学、心脏病学、全科医学专家，及其他相关者）对此进行审阅和反馈，而这些反馈意见也自然被体现在本报告的定稿之中。

下面将对上述各临床情景的区别作一说明，以便本报告评定小组及读者理解：选择这一系列临床情景是为了再现临床诊治处理过程，并突显在某些指征下对影像诊断的需求。情景#1反应了对心力衰竭症状的初始评估；随后步骤通常是评估心力衰竭病因是否为心肌缺血；接下来再是缺血的范围及其严重程度的评估，以及进一步的心肌活力评估（即情景#3），这主要见于广泛左心室壁功能不全并且需要考虑血运重建治疗时。情景#2和#3的以上差异将有助于评定小组将它们区分开来。有时缺血负荷的评估（即情景#2）可能伴随或围绕着心肌活力评估（情景#3），严重缺血可能成为考虑血运重建治疗的主要动因。接下去的情景#4着重聚焦了影像学应用于ICD和CRT植入前的患者准入性评估。最后一个情景则关乎系列影像学检查对心力衰竭患者的长期随访。评定小组需注意在评定中将各个情景区分开来，分别考虑每种影像学检查在每个情景中的应用合理性，并力求最大程度地依靠本文所提供的相关循证依据（译者注：正文中的循证依据先由写作小组总结撰写）。

评定小组及其作用

为减少评定过程的偏倚，评定小组包含了各类对影像学检查持不同视角的医师，而不单单是影像技术专家（例如：心脏影像专家）。技术型专家比例过高可能导致对影像学检查普遍性或个别项目的过度偏好，而实际上某些情况下应当选择其它临床方案（包括不进行任何检查）。

心力衰竭治疗的利益相关者均有机会通过提名评定小组成员参与本次的“心力衰竭中的影像学合理应用”项目，提名征集消息于2009年5月发布，提名活动以组织机构为单位进行。此后，由监督委员会和写作小组从所有提名名单中筛选出评定小组的最终成员，以确保各专业人员的比例平衡。

另外还需注意的是，应尽可能为评定小组提供客观的，经同行评议的，无偏倚的参考信息，这包括多个学科领域的关键参考资料。鉴于病人因素的多样性，地方医疗模式的差别，影像学在跨情景跨指征应用方面的文献数据缺乏，每位评定小组成员需独立完成对每种临床情景下进行各项影像学检查的合理性评估。每位评定专家的独立评定过程均需经历以下步骤：

1. 审阅所有有关心力衰竭患者进行影像学检查的临床情景/指征。
2. 审阅所有影像学检查的特性，包括安全性，以及能体现其检查效能的影像学参数。
3. 审阅有关心力衰竭的综述性文献（总结性陈述，关键参考文献的数据表格，以及基于影像学参数的证据列表）。
4. 首先分级评定每一项影像学检查应用于每一个临床情景的合理性（合理/或许合理/不合理）。
5. 基于支持性参考文献的数量和质量，再结合各项检查的安全性、费用等因素，在上述合理性分级的基础上进一步行数值评分（方法详见下文）。

数值评分采用的级别为1-9分（见“评定’应用的合理性’”章节）。所有评定成员首先独立地对每种临床情景中各项影像学检查的应用合理性做出评分，这些结果继而制成表格发回，使每位评定者能够看到自己给出的评定结果，以及其

他成员的匿名评分结果。接着评定小组被召集举行现场面对面会议，对写作小组提供的临床指征进行修订。现场会议同时还邀请了非评定人员参加，包括写作小组成员和监督委员会，为工作人员提供流程和操作方面的指引，以确保整个项目的流畅开展。监督委员会代表同时对评定小组扮演了公正的主持人角色，以助团队力量优化。监督委员会主持人与医疗产业无明显利益关系，并对本文讨论的话题不带偏见。修订后的陈述和指征进而经历第二轮独立评分。对于评分离散度较大的指征需要再行电话会议讨论以及进一步的第三轮评分。

与医疗产业及其它机构的关系

ACCF、ACR和本项目其他合作组织严格避免因技术人员的外部关系或个人利益而产生任何实际的、已知的或潜在的利益冲突。各个小组的所有成员都被要求特别发表一份公开声明，说明其所有可能被当作实际存在或可能引起利益冲突的社会关系。“合理应用标准”特别小组对此进行审阅，然后与所有技术小组成员在面对面会议上对此展开讨论，并在必要时进行修正和更新。本文附录中有所有项目参与者的社会关系公开声明表。

评定“应用的合理性”

评定小组根据可得的参考文献证据，对每个临床情景/指征下应用某项影像学检查的合理性进行从1到9的连续数值评分。最终评定结果以分类结果显示。分类方法及其完整定义由本项目监督委员会再行修订，以使本文中的术语、表达与其它ACR和ACCF文件相一致。本评定小组采用的新术语与兰德/加州大学洛杉矶分校合理性评定法（RAND/UCLA Appropriateness Method）^[11]中所运用的分类标签相似（合理，不确定，不合理），但正如本文中已说明的和评定小组会议中已讨论的，合理性应是一个连续性的概念。

合理，7至9分：

表明在某类特定患者中进行某项处理是恰当的，总体上获益大于风险；虽视

医生判断或患者特殊偏好而定未必总是必需的，但总体看来能够有效地帮助制定个体化诊疗方案（即该检查被普遍接受，基本属于该临床指征中的合理应用）。

或许合理，4至6分：

因为性价比或潜在获益方面的证据或共识不一致，或建立于不全经验之上，以及患者人群的多样性，有时候一个临床处理是否恰当需结合患者的其它临床特点及其个人偏好来综合评定（即该检查在该指征中或许合理，或许可被接受）。

这一“或许合理”类别表明评定小组同意以下几点：1）关于某项影像检查对于某指征是否属于合理应用，现有的循证依据尚不充分；或 2）现有的依据模棱两可或相互冲突；或 3）既往文献里未提到的其它临床因素也应被考虑到。一个“或许合理”的判定通常发生在新技术新方案中，故它们的证据有限，有待进一步研究。所有评定者均认识到，“或许合理”的判定并不意味着该项检查在特定病例中没有价值。ACCF和ACR指出，“或许合理”的评定不能作为拒付检查费用的依据。

不合理，1至3分：

表明某项目在本类患者人群中难以作为合理的临床处理选择，缺乏明确的收益风险优势；难以行之有效地帮助建立个体诊疗计划；特例情况下若仍施行该检查，需对其临床原因进行书面说明记录（即该项目不被普遍接受，对该指征来说基本不合理）。

下述特殊设定均已向评定小组传达：

- 所有影像学检查均在符合准入资格的检查室进行，由经审批合格的仪器设备完成^[12-16]。
- 所有阅片医生均有资质监督相应的检查操作过程，并作出影像诊断报告。
- 所有的影像检查方法均参照经同行评议的已出版的相关医学文献。
- 本文讨论的临床情景/指征中，不存在或未关注不寻常的特殊因素（例如患者病情不稳定，无法配合完成某项检查，处于抢救复苏状态，不愿意

继续接受治疗或血运重建等)。

- 临床实际工作中常可见患者在出现临床症状前已进行过相应诊断性影像检查的情况。评定小组在评议“合理性”时应从本项目规定的临床指征出发，而与患者之前或许接受过的检查无关。
- 影像学检查的潜在缺点罗列在ACCF/ACR联合发布的方法学文献中的“影像检查流程与安全性信息表”（附件B），以及某些检查效果较差的情形^[1]。
- 写作小组发现，临床工作中频繁涉及某些特殊病情患者（如终末期肾病、高龄等）的影像检查决策，但由于这些问题在文献中并无详细阐述，故本报告亦未进行探讨。
- 除外特殊说明，所有患者均接受规范化的治疗，包括冠心病患者遵循指南来控制高危因素，以进行一级预防或二级预防，心力衰竭患者接受规范的心力衰竭治疗护理等。
- 检查费用或许也是考虑因素，尤其在比较价格相对低廉的无创性检查和价格较贵的有创性检查时。但是临床获益才应始终被放在首位来考虑，检查费用的考量需结合其能够带来的临床获益。尽管采用低价检查在某一时刻可能显得较为经济，但很可能因为尚未获得足够信息而需要再行进一步检查，最终导致花费更多。而某些检查可能一开始显得昂贵，但它可能更好地解答当前病情。

心血管影像学检查方法的认定和说明

本文所涉及的心血管影像学检查方法包括超声心动图（echo）、心脏磁共振（CMR）、单光子发射计算机断层扫描（SPECT）、正电子发射断层扫描（PET）、心血管计算机断层扫描（CCT，包括CT血管成像和冠状动脉钙化评分），以及常规诊断性心导管检查术（包括冠状动脉造影、左室造影、左心导管检查）。每种检查都具有多方面的诊断效能，可以单独使用，或与其它检查联合使用，来应

用于某个诊疗环节或终身系列随访，以实现对患者病情的大致了解，或特殊项目评估。事实上，同一项影像学检查在不同疾病中的诊断能力不尽相同，甚至在同一疾病中，针对不同患者群体的诊断能力亦不尽相同。这种变化在既往文献中也有提及。因此，为建立影像学检查的合理应用标准（通过循证分析），确立每种临床指征下的主要影像学参数以便评估不同检查方法的相对作用至关重要。这就是在线附录“影像学参数的证据”的目的。

为确保评定小组和读者们能够在临床实践中应用本文的指征，临床评估中所用的特定参数和证据级别也已列入文中。期望是所应用的影像检查不是试验性技术，而是如日常临床工作中所运用的技术一样，具有较高的成像质量。

临床情景#1

对新近怀疑或潜在心力衰竭的患者进行心脏结构和功能的初始评估

临床原理

心力衰竭的主要症状是呼吸困难和乏力，来自多种组合的体液潴留（表现为肺淤血和/或外周水肿）和运动耐量下降^[10]。心力衰竭症状亦可伴随心脏杂音、颈静脉压力异常、啰音、其它容量负荷过重的体征或水肿。

心力衰竭的临床症状较为普遍，可以由任何损害心室收缩、松弛、充盈或排空功能的疾病所导致^[10]。虽然心力衰竭可能由心肌异常、瓣膜异常或心包异常等各种原因导致，但是临床中大多数心力衰竭因左心室心肌功能异常而产生症状，具体可表现为伴或不伴左心室扩大的左心室射血分数（LVEF）下降性心力衰竭（以收缩功能异常为主）^[10,17]，或左心室大小和射血分数均正常的心力衰竭（舒张功能异常为主）^[10,18]。很多情况下收缩性和舒张性心功能不全是并存的。冠状动脉粥样硬化性心脏病（冠心病，CAD），高血压，瓣膜病和扩张型心肌病这几大病因占了心力衰竭患者的绝大多数，而年龄增长则是舒张功能异常的重要加重因素^[10,19,20]。

因相应症状和体征而被怀疑心力衰竭的患者中，左心室的收缩和舒张功能评估至关重要，这可以通过多种检查技术来进行。对于有发生心力衰竭风险的患者亦是如此，例如急性心肌梗死、高血压伴左室肥厚、应用潜在心脏毒性化疗药物、以及遗传性心肌病患者的一级亲属等。

影像学原理

对于初次被怀疑心力衰竭的患者，尽管完整的病史询问和体格检查是寻求病因或高危因素的第一步，但确认相关的心脏结构异常通常需要影像学检查来评估各心腔和大血管的情况^[10,21]。在初发心力衰竭的患者中，影像学可帮助判断是否出现心肌、瓣膜、心包的异常，哪些心腔被累及，及是否存在继发性肺动脉高压。影像学发现对患者的预后评估也非常有参考价值。例如心肌梗死患者的LVEF是其预后的强力预测因子，低LVEF值与不良预后显著相关^[22-25]。

在新近怀疑或潜在心力衰竭可能的患者中，应用影像学检查能够帮助回答下述几个根本问题：

1. 左心室结构是否正常？
2. 左心室射血分数（LVEF）是否正常？
3. 心室舒张功能是否正常？以及
4. 是否存在能够解释目前临床表现的其它心脏结构异常？

需要指出的是，心脏评估不仅仅局限于左心室。

本临床情景与以下影像学参数最为相关：

解剖

1. 心腔结构异常（几何结构/心腔大小/室壁厚度）
2. 瓣膜结构异常
3. 先天性异常

4. 心包异常（包括钙化/积液/增厚/缩窄）

功能

1. 心室整体收缩功能异常（包括射血分数降低，每搏量降低）
2. 心室整体舒张功能异常（包括左室舒张早期充盈改变[降低或增高]）
3. 瓣膜功能障碍（狭窄/返流/其它异常）

心肌状态

1. 节段性室壁收缩运动异常（包括室壁增厚率异常）

文献回顾

总结性陈述

回顾文献不支持对初发心力衰竭患者进行常规负荷影像学检查，包括负荷超声心动图、磁共振、SPECT或PET。

超声心动图

对于新发心力衰竭，包含经胸二维成像及多普勒功能的超声心动图是推荐级别最强的影像检查^[10]。它最受欢迎的优点是易获取性、无放射性、以及能够提供实时动态图像。通过提供准确的心脏结构和功能评估，超声心动图能够有效地指导临床治疗决策。已有多中心研究证明，超声心动图的多项心脏结构和功能参数对患者是否存在亚临床心力衰竭和可能进一步发生心力衰竭事件有良好的预测价值^[27-31]。此外，用超声心动图评估左心室收缩功能可以帮助全科医生对可疑心力衰竭的患者提高诊断识别，以及运用恰当的治疗方案^[32]。静息超声心动图还能够发现左心室收缩功能正常的舒张功能不全性心力衰竭^[33,34]，并由此预测患者预后不良^[35-37]。

心脏磁共振（CMR）

近10年的研究支持CMR在本群体患者中的应用，这在最近发布的一份专家

共识中也有所体现^[37a]。虽然CMR在左室容积测定和EF测量方面的准确性相当于或优于超声心动图^[38]，但是其心肌灌注、心肌活力评估、心肌纤维化成像等可以有助于病因诊断和预后评估^[39]。CMR的左室心肌容量测定也可用于心力衰竭的风险预后评估^[40]。CMR的一个突出优势在于其对心脏内及心脏周围所有结构的高分辨率^[41]，故CMR是探查已知或可疑的复杂先心的推荐方案^[42]。CMR对瓣膜功能的初始评估也相当准确可靠，虽然其中的部分问题仍未被阐明。

单光子发射计算机断层扫描（SPECT）

SPECT的应用原本并不是主要为了检测左心室的整体或局部收缩功能，除非在进行心肌灌注显像时，获得的图像可以足够进行这些心功能参数的计算（见临床情景#2）^[43,44]。

核素心室造影（RNV）

与超声心动图及CMR相似，放射性核素心室造影（RNV）是可用于心功能测定的另一选择^[45]。RNV是平面成像技术，在静息状态下室壁收缩显著异常或几何构型扭曲的左心室中，应用RNV测定左室容积尤为有效。鉴于定量方法的技术特点，其测量的可重复性很强^[46]。据报道，应用系列RNV左室容积测定可以追踪心力衰竭患者的心功能动态变化，以监测不同治疗方案的疗效^[47-49]。然而如今该技术的应用率已较数年前大为下降，并且在成人先天性心脏病患者中不被常规运用。

正电子发射断层扫描（PET）

运用PET进行心力衰竭患者的初始评估方面，研究数据相对较少。但有报道指出PET可应用于峰值负荷下的LVEF检测。

心脏CT（CCT）

心脏CT能提供心脏结构和功能的准确评估。该技术对心脏内部及周围结构，包括冠状动脉的组织分辨率相当高。目前的一大局限是其图像准确性受快速心率的影响。CCT对心肌组织的定性诊断能力可能是其优于超声心动图的一个特点，但这方面的临床意义仍有待进一步求证。目前来说，在可疑心力衰竭情形中应用

CCT检查的报道非常有限。

心导管检查

运用有创的心导管进行心室造影，曾被视为评估血流动力学，瓣膜功能和心室功能的传统诊断标准^[51]。然而有创性，放射线暴露和对心腔几何形态假设的需求等因素已渐渐削弱该技术在心力衰竭患者左室功能初始评估中的应用，尤其是在低危患者中。

指南

与本临床情景相关的临床指南推荐有：

对临床表现出心力衰竭症状患者的初始评估：

美国心脏病学院/美国心脏学会（ACC/AHA）心力衰竭指南^[10]

I 级推荐

1. 对出现心力衰竭症状患者的初始评估应采用具有多普勒功能的二维超声心动图，评估内容包括LVEF、左心室大小、左室壁厚度和瓣膜功能等。另也可应用放射性核素左心室造影评估左心室容积和LVEF。（证据级别：C）

ACC/AHA ST段抬高型心肌梗死（STEMI）指南^[51a]

II a级推荐

1. 在ST段抬高型心肌梗死的恢复期，为指导治疗而应用超声心动图来重新评估心室功能是合理的。（证据级别：C）

对可能发展为心力衰竭的高危人群的评估：

ACC/AHA 心力衰竭指南^[10]

I 级推荐

1. 对于具有显著的心肌病家族史，以及使用潜在心脏毒性药物的人员，应进行无创的左心室功能（即LVEF）评估。（证据级别：C）

ACC/AHA ST段抬高型心肌梗死指南^[51a]

II a级推荐

1. 在ST段抬高型心肌梗死的恢复期，为指导治疗而应用超声心动图来重新评估心室功能是合理的。（证据级别：C）

临床情景#2

缺血性病因的评估

临床原理

慢性缺血性心脏病的患病率增长体现了急性冠状动脉事件（如急性心肌梗死）后的患者存活率显著提高，以及整体人群的老龄化趋势^[2-6]；这导致心力衰竭的患病率也相应地呈增长趋势。根据随机化治疗方案的临床试验的入组情况，约2/3心力衰竭症状表现者的病因是心肌缺血^[52]。因此，明确潜在病因是否为心肌缺血，是心力衰竭诊治处理中的一个核心问题。

影像学原理

本组临床情景中的患者均具有心力衰竭证据，以及被怀疑存在心肌缺血的理由：这可以是既往心血管事件、危险因素、或目前的症状体征表现。心血管影像学检查能够帮助评估冠心病的严重程度，以及相关的心肌缺血程度；还能够帮助鉴别梗死心肌和冬眠心肌的范围。定量评估心肌缺血的范围和程度原是为了指导临床决策，在药物保守治疗和血运重建术中做出选择，但支持这方面应用价值的临床试验规模较小，项目不多，而且多为观察性报道^[53,54]。虽然有关介入性治

表1 对新近怀疑或潜在心力衰竭患者心脏结构和功能的初始评估

临床指征	仅静息状态					静息 + 负荷试验				CCT	Cath	
	Echo	RNV	SPECT	PET	CMR	Echo	SPECT	PET	CMR			
新近被怀疑或潜在心力衰竭可能的患者												
1.	心力衰竭症状 <ul style="list-style-type: none"> • 呼吸困难，或 • 运动耐量下降，或 • 体液潴留症状，与 支持心力衰竭的检查结果 • 胸片异常（如心影增大，肺淤血表现），或 • 生物标志物异常（如BNP， pro-BNP），或 心力衰竭体征 <ul style="list-style-type: none"> • 灌注受损证据，或 • 容量负荷过重证据 	A	A	M	R	A	R	R	R	R	M	R
2.	恶性肿瘤 <ul style="list-style-type: none"> • 接受或准备进行具有心脏毒性的疗法，与 	A	A	R	R	A	R	R	R	R	R	R

	• 之前未行心脏影像学评估											
3.	家族性或遗传性扩张型心肌病患者的一级亲属	A	M	R	R	A	R	R	R	R	R	R
4.	已知的成人先天性心脏病	A	M	R	R	A	R	R	R	R	M	M
5.	急性心肌梗死 • 首次入院时的左心室功能评估	A	M	M	R	A	M	M	R	R	R	A

注：Echo: 超声心动图; RNV:放射性核素心室造影; SPECT:单光子发射计算机断层扫描; PET:正电子发射断层扫描; CMR:心脏磁共振; CCT:心脏计算机断层扫描; Cath:心导管检查术;

BNP:B型尿钠肽; A:appropriate,恰当/合理; M:maybe appropriate,或许恰当/或许合理; R:rarely appropriate,不恰当/不合理。

疗获益的随机化临床试验证据有限^[55]，但有证据表明严重心肌缺血患者仅行药物治疗时，再发心血管事件的相对风险高，故心肌缺血的评估仍被认为是有意義的^[54]。目前冠状动脉解剖和病变的影像学评估需要使用造影剂，故需要考虑患者肾功能状态。除肾功能衰竭的分期之外，临床上针对造影剂应用的肾功能分级准入标准并无广为认可的统一版本，因此需按各医疗机构的各自分级标准来执行。

正如前言所述，本临床情景中应用影像学检查的目的重在探明心力衰竭的病因是否为心肌缺血，应在评估心肌活力（如有需要，以帮助进一步治疗决策）之前进行。

本临床情景与以下影像学参数最为相关：

解剖

1. 冠状动脉异常（包括动脉粥样硬化，结构异常）

功能

1. 左心室整体收缩功能不全（包括射血分数下降和每搏量下降）
2. 瓣膜功能障碍（狭窄/返流/其它异常）

心肌状态

1. 纤维化/瘢痕形成（透壁程度/壁内分布/模式）
2. 节段性室壁收缩活动异常（包括室壁增厚率异常）
3. 可诱发的心肌缺血——灌注减少
4. 可诱发的心肌缺血——收缩力减低

文献回顾

总结性陈述

对于心力衰竭伴经典心绞痛、或等效于心肌缺血的其它疼痛、或等效于心绞痛的呼吸困难、或已知或可疑存在无症状的大面积心肌缺血患者，其最优评估方案方面的证据来自对多种影像学方法的观察性研究，包括对各项检查的诊断能力和在系列随访中的应用研究^[56]。最近发表的STITCH试验（Surgical Treatment for Ischemic Heart Failure，缺血性心力衰竭的手术治疗）对比了此类患者进行药物保守治疗和冠脉血运重建手术治疗^[57]的预后，结果表明在预防心血管事件方面，血运重建治疗更具优势。

对于进行性肾功能不全的患者，碘造影剂和钆造影剂将增加患者风险，如果存在合适的替代方案，应避免使用上述造影剂。

文献回顾——按检查方法

超声心动图

很多观察性研究表明，负荷超声心动图能够检测出静息状态和负荷后的室壁运动异常^[58-60]。在这些研究中，心肌缺血被定义为新出现的或恶化的室壁运动异常（WMA），或双相反应（其定义为：多巴酚丁胺负荷超声心动图中，低剂量时室壁运动增强，而高剂量时室壁运动减弱）。这些表现与临床预后相关。

CMR

应用CMR灌注成像诊断冠心病的研究已在心脏收缩功能正常的患者中展开，但在心力衰竭患者中并未广泛研究。有一些小型项目在心力衰竭患者中通过负荷CMR来评估室壁运动^[61]。实际上具有高分辨率的CMR更常被应用于检测心肌纤维化，观察性研究表明该技术能够在心力衰竭患者中鉴别缺血性与非缺血性心肌病。最近一些初步研究发现，心肌纤维化与临床预后相关^[62,63]。

SPECT

SPECT应用于心力衰竭患者的缺血诊断和预后评估方面已有广泛的研究。而且，观察性证据支持被提交做负荷心肌灌注显像（MPI）的有呼吸困难症状的患者具有高风险性^[56]。SPECT的优点是，除了MPI的定性和定量检测以外，还能提供静息状态和负荷后的门控LVEF及室壁运动信息^[65]。对于症状提示心力衰竭可

能的患者，负荷MPI已被用于鉴别缺血性和非缺血性心肌病。负荷MPI结果提示高危冠心病的患者在冠状动脉造影中常常发现严重而广泛的冠状动脉狭窄。最后，负荷MPI检测到的心肌缺血现象还被用作后续治疗中左心室功能改善程度的标志。一项名为CHRISTMAS（Carvedilol Hibernation Reversible Ischaemia Trial, Marker of Success，卡维地洛治疗冬眠心肌可逆性缺血试验，成功的标志）的临床试验中共纳入了305例心力衰竭患者，将其随机分配到卡维地洛治疗组和安慰剂组^[66]，结果发现患者的缺血心肌节段数和随访6个月后的左心室功能改善程度呈梯度相关。而最近的一项前瞻性临床对照试验中，201例收入院的心力衰竭患者进行负荷MPI检查^[67]。他们的LVEF值范围很广，其中36%的患者左心室收缩功能正常。对比75例患者的负荷MPI（总负荷评分 >3 ，提示至少为轻度异常）与有创性冠状动脉造影的结果，负荷MPI诊断任何显著冠状动脉狭窄的敏感性和特异性分别为82%和57%，诊断左前降支近端或左主干病变或多支病变这些缺血范围广泛冠心病的敏感性和特异性分别为96%和56%。

PET

本临床情景中PET应用的临床数据大多来自于包含心肌活力评估内容的临床研究。PET成像下的负荷MPI优势是，提高了对严重狭窄和多支病变的诊断准确性，这些病例在常规SPECT可能表现为均衡性减弱或正常结果，故容易漏诊。另外，PET独特的测量峰值负荷下的LVEF绝对值和心肌灌注储备可以提高冠心病检出率^[50,68]。一些小型研究还发现，PET定量评估心肌瘢痕程度和胰岛素抵抗有重要的预后判断价值^[69]。最后，糖代谢异常和心肌效率异常也在一些小型研究中被涉及，可能成为PET识别高危心力衰竭患者的新手段^[70,71]。

RNV

如前文所述，门控SPECT或PET测定左心室容积能够提供和RNV相似的信息，且还能评估静息和负荷状态的心肌灌注情况。故在本临床情景中，为探明心力衰竭的病因是否心肌缺血，基本不推荐RNV。

CCT

一些初步研究显示，心脏CT在心力衰竭患者中对冠心病的阴性预测值很高

[72-74]。此外，一项小型研究对比了电子束CT与心导管检查的结果显示，前者在心力衰竭患者的冠心病检测方面具有光明前景^[40,72]。

心导管检查术

观察性研究发现，心导管检查能够在有心绞痛或无心绞痛（或等效于心绞痛的其它心肌缺血表现）的心力衰竭患者中检测出冠状动脉狭窄^[76-78]，并且在ACCF/AHA指南中被视作冠心病的核心检查。此外，心导管检查作为冠心病的诊断方法，是STITCH试验和其它比较血运重建和药物治疗疗效的临床试验的唯一患者准入标准。

指南

与本临床情景相关的临床指南推荐有：

ACC/AHA心力衰竭指南^[10]

有心绞痛/等效于心绞痛或心肌缺血的其它症状的患者

I级推荐

1. 对于心力衰竭且有心绞痛或显著心肌缺血表现的患者均应进行冠状动脉造影术，除非患者无法接受任何形式的血运重建治疗。（证据级别：B）

II a级推荐

1. 对心力衰竭且有心绞痛或等效于心肌缺血的症状（可能为心源性或非心源性）者，若未曾行冠脉评估且无血运重建禁忌，则对其行冠脉造影术是合理的。（证据级别：C）

II b级推荐

1. 对于表现为心力衰竭和左心室功能不全的患者，可考虑行无创影像学检查来评估其冠心病可能性。（证据级别：C）

无心绞痛/等效于心绞痛或心肌缺血的其它症状的患者

II a级推荐

1. 对于有心力衰竭表现的已知或可疑冠心病患者，即便其无心绞痛症状，进行冠状动脉造影术是合理的，除非患者无法接受任何形式的冠脉血运重建治疗。
(证据级别: C)
2. 对于有心力衰竭表现，已知冠心病但无心绞痛症状的患者，应用无创影像学检查评估心肌缺血和心肌活力是合理的，除非患者无法接受任何形式的冠脉血运重建治疗^[20]。(证据级别: B)

II b级推荐

1. 对于表现为心力衰竭和左心室功能不全的患者，可考虑行无创影像学检查来评估其冠心病可能性。(证据级别: C)

表2. 缺血性病因的评估

临床指征	仅静息状态					静息 + 负荷试验				CCT	Cath
	Echo	RNV	SPECT	PET	CMR	Echo	SPECT	PET	CMR		
6. 心绞痛/缺血的等效症状	M	R	R	M	M	A	A	A	A	A	A
7. 无心绞痛/无缺血的等效症状	M	R	R	M	M	A	A	A	A	M	A

注：本表中，所有患者已知存在心力衰竭或可疑存在心肌缺血，且假设为血运重建治疗的候选人

临床情景#3

心肌活力评估（明确心力衰竭病因为心肌缺血之后）：适合冠状动脉血运重建治疗者，无论其是否表现出临床心绞痛

临床原理

部分冠心病合并慢性左心功能不全的患者在成功的冠状动脉搭桥（CABG）或经皮冠状动脉介入治疗（PCI）予以血运重建后，有潜在的左心室功能恢复可能。这背后的病理生理基础是“冬眠心肌”^[79]，考虑其原因是冠状动脉管腔的显著狭窄限制了心肌血供，心肌细胞随之通过逐渐“下调”收缩力或反复的心肌顿抑，使其代谢与减少的血供相匹配，这是一种代偿和适应机制。其结果就是慢性左心室功能不全，临床表现为伴或不伴心绞痛的心力衰竭。

临床中需要识别此类患者的情景有：1）适合行CABG或PCI血运重建治疗的冠心病史；2）慢性节段性和/或整体性左心室功能减低；以及3）有心力衰竭和/或心绞痛的症状。

影像学原理

影像学检查目的是区分节段性心肌运动异常是源于既往的心肌梗死还是当前的心肌冬眠，亦或是二者并存。进行上述鉴别的意义在于，若存在充分的存活心肌（冬眠心肌或可诱发缺血的心肌），则患者可能从血运重建治疗中获益。若节段性运动异常主要源于梗死心肌，则临床提示血运重建治疗不能使患者获益，其风险将大于获益。慢性缺血性心肌病中，功能减退但仍存活的心肌意味着“收缩力储备”，即可以在短时间内在正性肌力的刺激下提高的收缩力。不幸的是，在缺血性心力衰竭中，心肌活力评估开展有限。心绞痛症状往往提示活性可复的心肌存在；但临床上对心绞痛的评估往往未与左心室功能不全的评估联系起来。采用综合考虑心绞痛表现（或等效于心绞痛/心肌缺血的其它表现）、左心室功能减退程度、以及室壁变薄情况的临床情景，能够帮助我们识别什么情况下应当进行影像学检查来评估心肌活力。

本临床情景与以下影像学参数最为相关：

解剖：

1. 心腔解剖异常（几何构型/大小/室壁厚度）
2. 冠状动脉异常（包括粥样硬化性疾病）

功能

1. 心室整体收缩功能不全（包括射血分数下降或每搏量下降）
2. 瓣膜功能障碍（狭窄/返流/其它异常）

心肌状态

1. 纤维化/瘢痕形成（透壁程度/壁层分布/模式）
2. 节段性室壁收缩运动异常（包括室壁增厚率异常）
3. 可诱发的心肌缺血——灌注减少
4. 可诱发的心肌缺血——收缩力减低
5. 心肌冬眠状态——正性收缩力储备
6. 心肌冬眠状态——无氧代谢/无氧糖利用
7. 心肌冬眠状态——最小瘢痕形成

文献回顾

总结性陈述

在左心室功能异常的心肌活力评估方面，一些观察性研究的荟萃分析发现：若有证据表明功能减退的心肌仍然存活，则血运重建治疗将使患者的左心室功能得到恢复，临床表现得到改善^[80,81]。最近发表的一项STITCH试验的小型子研究没有发现在非随机化组进行心肌活力检测的预后改善。

超声心动图

多巴酚丁胺负荷超声心动图可以评估心肌收缩力储备，功能异常的节段常表现为低剂量负荷下的心肌收缩幅度或室壁增厚率增加，而接着在高剂量负荷下减弱，这一现象被称为“双相反应”。有观察性研究表明，该方法能在LVEF中度减低（中位数31%）的患者中识别出冠脉血运重建后收缩功能恢复可能性较大的心肌节段^[76]。左室壁已然变薄的患者中，其心肌收缩力储备可能很有限^[82]。

CMR

CMR检测冬眠心肌以及评估左心室功能的潜在可复性是基于钆延迟增强显像结合动态CMR所观察到的节段性室壁功能。“存活心肌”在CMR中被定义为相对的无疤痕形成区，观察性研究显示无论在左心室功能保留或严重受损的患者中，心肌存活与冠脉血运重建治疗后的心肌功能改善有关^[83,84]。应用药物负荷CMR进行心肌梗死后的危险分层分析也有研究数据可循^[85]。多巴酚丁胺负荷CMR也可用于冠心病的诊断^[86]。此外，一些小型观察性研究显示，CMR检出心内膜下心肌梗死的敏感性比SPECT更高^[87,88]。

SPECT

一些对于CABG治疗患者的研究发现，心肌细胞对SPECT同位素示踪剂的摄取（定量分析）与活检所示的心肌组织活性直接相关，这表明SPECT评估心肌活力有效，适用于本临床情景。观察性研究发现，心力衰竭患者中SPECT显示无存活心肌者的预后较差^[89]。另一对24篇文献的系统性综述指出，SPECT、PET和超声心动图在评估心肌活力和患者预后方面，其准确性相似^[80]。

PET

在两个随机化临床试验中，人们比较了氟脱氧葡萄糖（FDG）-PET引导下的血运重建治疗和常规决策下的血运重建治疗（PARR1和PARR2 [Positron Emission Tomography and Recovery Following Revascularization 1 and 2, 正电子发射断层成像与血运重建治疗后的心肌复苏, 组1和组2] 试验）^[91,92]。这些研究显示，心肌活力好的患者行血运重建治疗后，心功能得到改善。此外，FDG-PET在检测存活心肌方面的敏感性比SPECT更高^[93]。虽然PET有更高的敏感性，但现

有文献并未在临床实际决策和获益方面比较PET的相对临床价值是否比SPECT更高^[94]。

RNV

如前文所述，门控SPECT或PET测定的左心室容积能够提供和RNV相似的信息，还能同时进行静息和负荷状态下的心肌灌注显像，故RNV在心肌活力评估方面基本不被推荐。

CCT

初步研究显示，心脏CT增强技术结合节段性室壁功能评估在左心室功能不全的病因诊断和确定梗死心肌区域方面，可提供和CMR相似的诊断价值^[95,96]。然而该技术在这方面的应用并未普及，与其它已有大量文献证据支持的无创性影像技术相比，心脏CT评估心肌活力的有效性研究仅仅处于初级阶段。

心导管技术

心导管下左心室造影术在用于评估心肌活力和血运重建治疗后反应的初始研究证据非常有限。随着各种无创性检查手段的出现，心导管在该方面的应用不再被继续研究。

指南

与本临床情景相关的临床指南推荐有：

ACC/AHA 不稳定型心绞痛/非ST段抬高型心肌梗死^[97a]

I级推荐

1. 不伴左前降支（LAD）近段显著狭窄的单支或双支病变，并在无创检查中显示有大面积活力可恢复的心肌，且危险分层为高危的患者，建议对其进行经皮冠状动脉介入治疗（PCI）或冠状动脉搭桥（CABG）手术。（证据级别：B）

II a级推荐

1. 不伴LAD近段显著狭窄的单支或双支病变, 并在无创检查中显示有中等面积的活力可恢复心肌和缺血区域, 建议对其行PCI或CABG治疗。 (证据级别: B)

III级推荐

1. 以下患者中应用PCI或CABG为III级推荐: 不伴LAD近段显著狭窄的单支或双支病变, 症状轻微且可能与心肌缺血无关, 或尚未经正规药物治疗, 并仅有:
 - a. 小面积活力可恢复的心肌; 或
 - b. 无创检查中未能发现心肌缺血。 (证据级别: B)

表 3. 心肌活力评估 (明确心力衰竭病因为心肌缺血之后):
适合冠状动脉血运重建治疗者, 无论其是否表现出临床心绞痛

临床指征	仅静息状态					静息 + 负荷试验				CCT	Cath
	Echo	RNV	SPECT 静息/ 再分布	PET	CMR	Echo	SPECT	PET	CMR		
8. 心室功能显著下降 (EF < 30%)	M	R	A	A	A	A	A	A	A	M	R
9. 心室功能中度下降 (EF 30%~39%)	M	R	M	A	A	A	A	M	A	M	R
10. 心室功能轻度下降 (EF 40%~49%)	M	R	M	M	A	A	A	A	A	M	R

临床情景#4

埋藏式心律转复除颤器（ICD）与心脏再同步化治疗（CRT）的治疗前准入与治疗随访

临床原理

左心室扩大和功能减退伴有显著心力衰竭常可导致快速性室性心律失常，这是心力衰竭患者发生心源性猝死的最常见原因^[10,97]。使用ICD可以降低心力衰竭患者发生心源性猝死的几率^[98]。

重度左心室功能受损的心力衰竭常伴发心肌电机械耦连异常，导致心室内传导延迟（常表现为左束支传导阻滞）伴节段性室壁运动延迟^[98]。大约三分之一的低LVEF伴纽约心功能分级III-IV级的心力衰竭患者表现出QRS间期延长 ≥ 0.12 秒，这是心室收缩不同步的主要标志^[10,98]。左室不同步的机械性后果包括：

1. 加重的左心室功能不全，伴能量代谢需求增加；
2. 左心室充盈不足；
3. 功能性二尖瓣返流；
4. 室间隔矛盾运动；以及
5. 负性心肌重构，左心室进一步扩大^[10,98-103]。

对心力衰竭患者而言，左心室收缩不同步还与心源性死亡的几率增加有关^[10,104-106]。

对于症状持续的患者，仅仅使用CRT就能显著改善以下情况：

1. 生活质量；
2. 心功能分级；
3. 运动耐量；以及
4. LVEF ^[10,98-107]。

与常规标准药物治疗相比，在纽约心功能分级为III-IV级的心力衰竭患者中，

应用CRT还能够减少反复住院和心源性死亡^[107-109]。

影像学原理

使用ICD要求将其右房和右室电极置于标准位置，以便顺利监测和发送心电信号。

使用双心室起搏的CRT装置通过左心室电机械激动的同步化，能够改善左心室收缩不同步及其不良效应^[10,98,110,111]。CRT的先进性在于其增加了一个左室电极，该电极通过冠状静脉窦逆行，进入其在左心室游离壁的属支之中；此外同样需要右房和右室电极。

目前，在考虑行ICD或CRT装置植入时的影像学检查目的主要是：首先，明确LVEF \leq 35%；其次，定量评估心室不同步的程度，和显著不同步的节段位置。这两点对装置植入后的疗效都有重要影响。

本临床情景与以下影像学参数最为相关：

解剖

1. 心脏静脉的变异（对于CRT植入）

功能

1. 心室整体收缩功能不全（包括射血分数减弱）
2. 瓣膜功能障碍（狭窄/返流/其它异常）

心肌状态

1. 炎症
2. 纤维化/瘢痕形成（透壁程度/壁层分布/模式）
3. 节段性室壁运动异常（包括室壁增厚率异常）
4. 心肌机械运动分析（包括应变和同步性分析）

其它

1. 血栓-心房内
2. 血栓-心室内

文献回顾

ICD

ICD植入前的影像学检查主要用于评估左心室收缩功能。在SCD-HeFT临床试验（Sudden Cardiac Death in Heart Failure Trial, 心力衰竭中的心源性猝死）中，LVEF的测值结果分布在超声心动图、左心室造影和放射性核素血管造影中各不相同，但其结果对临床预后的预测能力并无不同^[112]。与ICD植入相关的影像学复查主要用于评估每个疗程（血运重建或药物治疗）后患者的左心室功能有无改善，或其LVEF是否仍符合标准。因此，正如前文所述，影像学检查目的主要在于左心室收缩功能的评估。

CRT

CRT植入前的影像学检查同样主要关乎左心室收缩功能。大多数关于CRT的大型随机化临床试验采用超声心动图来评估植入前后的左心室收缩功能。其它影像技术也可进行左心室收缩功能评估，但在CRT治疗者中的应用研究十分有限。CRT植入前的心脏静脉解剖评估方面，心脏CT显示了较好的效果，此外一些小型研究还报道了CMR及有创心导管检查的应用。心脏CT确实可以实现一个检查同时完成左心室不同步性分析和肺静脉解剖的评估，理论上心脏磁共振也是如此。在患者对CRT治疗反应的预测因子方面，除了少数观察性研究评估了若干不同影像学技术的参数，目前的随机化临床研究并未显示任何明确结果。虽然经过仔细选择后进行CRT治疗，但是这些心力衰竭候选人中治疗无反应者仍高达30%，且其心功能可能继续恶化^[113,114]。值得注意的是，CRT治疗以及随之进行的指导性影像学检查方面的研究文献是目前进展最快的领域之一。本文选取了有关目前标准检查技术的最佳文献意见，而其它新技术也可能在将来被证明同样有

用。最后，本文提供了相关指南推荐意见，目前只要求左室EF值和基于QRS波宽度的非同步性评估。

植入后——随访检查

对于ICD植入后病情平稳的患者是否需要进行影像学复查，目前并没有相关研究。而对于临床病情恶化或心律状态变化者，根据指南中对于有症状心力衰竭的标准化处理推荐，需评估其左心室功能或冠心病/心肌缺血情况有无变化。

对于CRT植入后心力衰竭症状分级改善和左心室收缩功能恢复的患者是否应常规进行影像学检查，并无相关研究可循。

文献回顾——按检查方式

超声心动图

应用超声心动图在ICD植入前评估LVEF值已有研究，如SCD-HeFT^[42]。一些观察性研究已在超声心动图识别和预测CRT治疗反应的价值方面作出探索^[115-118]。无论对于缺血性或非缺血性的心力衰竭患者，CRT治疗后的心肌重构逆转评估方面，组织多普勒显像优于应变率成像和后收缩期缩短^[119,120]。一项大型随机化研究试图找出能够识别对CRT治疗有效反应患者的超声心动图参数，然而并未得到有价值的结果^[121]。

在CRT治疗无反应甚至临床病情恶化者，超声心动图可通过观察左心室收缩功能和二尖瓣返流，进行房室间期优化和CRT程控^[122,123]。超声心动图还被用于识别心电图未能检出的左心室收缩不同步^[124,125]。

CMR

CMR已被证明能够准确地测量左心室收缩功能，但迄今在ICD植入前的应用方面研究很少。CMR能够在植入或未植入ICD的患者中检出可能导致室速/室颤的心肌纤维化^[126-128]。CMR还能显示左心室血栓和肺静脉解剖结构和相互关系。

对于心脏内装置植入的患者，CMR并未成为常规复查手段，这一方面是出于安全性考虑，另一方面是因为其诊断价值有限。

一些观察性研究显示，在考虑行CRT植入的患者中，若CMR检出了心肌纤维化，尤其是该纤维化的位置靠近潜在起搏位点，则患者在CRT植入后临床情况无改善^[129]。一项研究发现在预期行CRT植入的患者中，CMR对于心肌纤维化的检测比SPECT更为敏感。

RNV与门控SPECT

RNV评估LVEF与超声心动图相比其具有很高的可重复性，并已被纳入有关ICD获益的随机化研究的检查项目^[46,112]。静息与负荷状态的门控LVEF在冠心病评估中也被常规应用，且重复性好^[65]。CRT治疗方面，多种SPECT参数已被研究用于同步性分析，部分研究还将其与超声心动图的测量进行比较。一些观察性研究还分析了SPECT的同步性参数是否能够识别CRT治疗有反应的患者^[130]。最近一项对于44名患者的研究显示，门控SPECT相位分析能准确预测CRT植入后患者左心室同步性的迅速改善以及疾病预后^[131,132]。

PET

关于PET在ICD植入前患者评估方面的研究非常有限。CRT方面，初步PET研究显示其能够检测心肌纤维化，从而可以试图鉴别CRT治疗有反应和无反应的患者。

CCT

初步研究显示，应用心脏CT测量左心室收缩功能具有广阔前景。最近有研究报道，心脏CT在ICD植入患者中具有应用价值，包括ICD植入前的静脉成像，同步化定量分析和EF值测量。

指南：

与本临床情景相关的临床指南推荐有：

ACC/AHA 心力衰竭指南^[10]

I 级推荐

ICD

1. 下述情况心力衰竭患者对心源性猝死的初级预防：
 - a. 非缺血性的扩张型心肌病，或缺血性心脏病心肌梗死后 ≥ 40 天；
 - b. LVEF $\leq 35\%$ ；
 - c. 优化药物治疗的情况下NYHA心功能为II或III级；以及
 - d. 合理的预计生存时间（心功能状态良好）大于1年。

I级推荐

ICD

1. 下述情况心力衰竭患者为延长生存期的二级预防：
 - a. 现有或既往的心力衰竭症状；
 - b. LVEF下降；以及
 - c. 既往曾发生心脏骤停，室颤，或血流动力学不稳定的室速。

I级推荐

1. CRT（带或不带ICD）在心力衰竭患者中的应用为：
 - a. LVEF $\leq 35\%$ ；
 - b. 窦性心律；
 - c. 优化药物治疗下NYHA心功能III级，或能走动的心功能IV级；以及
 - d. 心脏收缩不同步（定义为QRS波宽 ≥ 0.12 秒），CRT（带或不带ICD）。

临床情景#5

心力衰竭的重复评价

临床原理

优化治疗使如今心力衰竭患者的生存期和生存质量有所提高。然而无论何种病因导致的心力衰竭都是一个慢性渐进的过程，临床通常表现为逐渐恶化趋势。

影像学原理

无创性影像学检查在已知心力衰竭和已有基线评估的患者中可用于疾病进展的监测，或帮助调整治疗方案。上文提到的许多影像学参数可被用于心力衰竭患者的再评估。

本临床情景与以下影像学参数最为相关：

解剖

1. 冠状动脉异常（包括动脉粥样硬化性疾病）

功能

1. 心室整体收缩功能不全（包括射血分数降低）
2. 瓣膜功能障碍（狭窄/返流/其它异常）

心肌状态

1. 纤维化/瘢痕形成（透壁程度/壁层分布/模式）
2. 节段性室壁收缩运动异常（包括室壁增厚率异常）
3. 可诱发的心肌缺血——灌注减少
4. 可诱发的心肌缺血——收缩力减弱
5. 心肌冬眠状态——正性收缩力储备
6. 心肌冬眠状态——无氧代谢/无氧糖利用

7. 心肌冬眠状态——静息状态的心肌功能不全/最小瘢痕形成

文献回顾

总结性陈述

尽管本情景在临床中十分普遍，然而这方面关于影像学复查随访的文献报道十分有限。其中大部分文献是关于考虑ICD植入者的准入评估，以及CRT植入后的疗效评估。这两种情形的相关文献在临床情景#4中已有阐述。

有一些文献表明在临床病情稳定的心力衰竭患者中，放射性核素显像，超声心动图和CMR都能够可靠显示LVEF在药物治疗后的变化^[134-138]。然而没有研究显示常规的影像学复查能为这类临床病情稳定的患者带来获益。其中SPECT和RNV测量静息和负荷状态下的LVEF可重复性很高^[64,139]。

门控SPECT / RNV

应用门控SPECT和RNV技术测量静息或负荷LVEF已经被证明具有很高的可重复性^[64,139]。相应地，有大量文献报道了它们在心力衰竭治疗后的系列随访中的应用价值，通过左心室容量的系列监测，以评估各种治疗干预措施对心力衰竭的疗效^[47-49,140,141]。

指南：

与本临床情景相关的临床指南推荐有：

ACC/AHA 心力衰竭指南^[10]

II a级推荐

1. 心力衰竭患者在临床病情出现变化时，或经历某个临床事件或从中恢复时，或接受了可能显著改善心功能的治疗时，重复评估EF及心脏重构程度可能提供有意义的临床信息。（证据级别：C）

讨论

本报告体现了ACR和ACCF首次联合致力于影像学检查在心力衰竭中合理应用问题的探讨。因此，本文代表了这两个专业学会和无数专业人员的共同努力，本文有助于心力衰竭患者的诊疗优化是全体项目成员的共同希望。因为心力衰竭是一个复杂的临床综合征，其潜在病因有数种可能，亦或可伴发某些加重因素，因此写作小组试图提供了一个框架结构来考虑临床指征，如图1。这个框架包括了评估心脏结构和功能、潜在缺血性病因、有关血运重建决策的心肌活力、有关ICD和CRT决策的植入前评估、以及长期随访中的影像学应用等多个指征。虽然已具备了如此坚实的指征框架，写作小组和评定小组均认识到本文尚未覆盖临床中可能出现的所有情形；例如，对新发非缺血性心力衰竭病因的评估是一个重要的诊疗问题，但本文并未涉及。尽管如此，相关文献回顾、讨论常见的临床情景、以及联合放射学和心血管病学多方面专家团队来共同评定心力衰竭相关影像学检查指征的过程，均为临床工作提供了一些重要经验。文献复习的经验总结和评定小组的判定结论将转化为普遍共识，并按临床指征来呈现。

写作小组和评定小组均认识到，心力衰竭的评估需涉及多种检查。写作小组并未将静息心电图或胸片列入本文讨论内容，因为这两项应该已和病史采集和体格检查一样，被视为了患者常规临床资料的收集范畴。本文所考虑的检查主要包括超声心动图、放射性核素显像（包括RNV、SPECT和PET）和CMR的静息状态检查，以及静息+负荷试验（若存在相关的项目）。此外还讨论了心脏CT与有创性心导管检查术在心脏结构评估和冠状动脉成像中的应用。总计讨论了可用于若干临床指征的11种影像学技术。这需要详细回顾每种检查的技术能力和相关临床研究文献。最后，写作小组还沿用了ACR和ACCF发布的其它文件给出了这些检查的安全性数据。在线版附录中罗列了上述各检查的技术能力和安全性数据（见“文献复习与影像学参数证据”），为读者和相关问题感兴趣者提供了重要的参考资料。

临床指征

回顾临床指征为我们带来了一些重要的主题和经验。评定小组发现对于潜在或可疑心力衰竭患者进行初始评估时，常规做负荷影像学检查、心脏CT或有创的心导管总体来说没有价值。超声心动图和CMR则被认为是能够提供有意义信息的合适项目。评定小组指出若仅需要测量EF值，则此时RNV亦不失为一个有用的检查方法。但若还需综合评估患者的心脏结构和功能，包括比如患者具有心肌病家族史、先天性心脏病史、或心肌梗死后等情况，则超声心动图和CMR将更为有用。评定小组还注意到，急性心肌梗死或可疑心肌缺血患者在进行冠状动脉造影术时，可同时评估其心室功能（即左心室造影术）。

当心力衰竭的诊断一旦明确，心脏的结构和功能被探明之后，评定小组开始认可应用任何已有的负荷影像学检查或CT血管造影术或有创的心导管检查。在有绞痛的心力衰竭患者中，有创的心导管检查和血管造影术被认为是更合理的，以评估患者是否适合血运重建治疗。

在心肌活力评估方面，写作小组尝试将左心室功能不全大致分为三个级别，即重度（EF < 30%）、中度（EF 30%~39%）和轻度（EF 40%~49%）。需要注意的是EF值 ≤ 35%的患者是ICD治疗的候选人，而心肌活力评估与心脏装置治疗的准入评估无关。根据相关文献和评定小组的意见，许多影像学方法均能有效地实现心肌活力评估，其评估对象适用于广泛的心力衰竭患者。静息CMR和PET被认为在重度心功能不全的患者中更为适合，而负荷超声心动图和负荷SPECT也可能有用。

对于考虑进行植入型装置治疗的患者，包括ICD和CRT，许多有关如何通过影像学方法优化装置治疗疗效的研究正在展开。然而目前除了LVEF，研究尚未发现其它有意义的准入参数。因此，目前认为在患者选择方面，超声心动图和CMR较为有用。此外由于CMR和心脏CT能够展示冠状静脉解剖结构，故被评定为CRT植入前的恰当检查。CMR在检测心肌纤维化和心腔内血栓方面也有作用。评定小组还认为绝大多数的这类患者中通常不需要进行负荷影像学检查或有创心导管检查。最后，评定小组认为有必要对临床病情出现变化，包括ICD放电或装置激活的患者进行复查左心室功能；但在装置后的常规随访中，除了超声心动图或许合理之外，不应将复查EF值作为例行检查。

这些概念是按患者病情和诊疗的纵向发展过程考虑的。对于任何心力衰竭症状或临床表现发生恶化的情况（提示可疑的心脏结构或功能变化），评定小组认为其影像学检查需求与新发心力衰竭的初始评估情况相似。对于症状出现变化伴缺血可能的患者，评定小组再次认为应当进行负荷影像学检查。而对于症状无变化的心力衰竭患者，评定小组基本认为影像学检查是不恰当的。希望这些评定结果能够指导临床决策，尤其是对于医疗系统各个部门中都可能遇到的心力衰竭患者。

这次ACR和ACCF的合作模式应被视为影像学诊断文献回顾方法的典范，并在今后的相关工作中继续沿用。我们意识到心力衰竭的临床表现具有较大的变异度，故在提供这些合理性应用标准作为推荐意见时，同时指出应与临床实际情况相结合，以行具体决策。我们相信，在决策帮助工具中引入这些通过人群回顾或实践回顾得出的标准，将提高临床医疗水平，带来更高质量更效率的医疗服务。最后我们还认识到，在心力衰竭的有效治疗和诊断性检查方面，医疗技术仍在迅速发展，许多新证据仍在不断出现，因此预期本文档也相应地需要及时更新。在其间，相信本报告评定结果将会成为指导心力衰竭临床诊疗的重要而有效的指南。

附录：美国心脏学院基金会/美国放射学院/美国超声心动图学会/美国心脏核医学会/心血管计算机断层扫描学会/心血管磁共振学会，2013

年“心血管影像检查在心力衰竭中的合理应用”项目参与人员与医疗产业及其它相关机构的关系声明

委员会成员	顾问	发言人部门	产业所有权/合伙经营/资本投入	研究项目	机构、组织或其它经济利益	专家证人
“心血管影像检查在心力衰竭中的合理应用”写作小组						
Manesh R. Patel	• Daiichi Sankyo/ Lilly	无	无	• Genzyme	无	无
Richard D. White	无	无	无	• 西门子医疗	无	无
Suhny Abbara	• Magellan Healthcare Inc. Perceptive Informatics	无	无	• 博莱科诊断	• Partners Imaging	无
David A. Bluemke	• GE医疗	无	无	• EPIX	无	无
Robert J. Herfkens	无	无	无	无	无	无
Michael Picard	无	无	无	无	无	无
Leslee J. Shaw	• GE医疗	无	无	• 博莱科诊断	无	无
Arthur E. Stillman	无	无	无	无	无	无
Marc Silver	无	无	无	无	无	诊断失败
James Udelson	• Acusphere	无	无	• 百特	• 《循环》杂志 / 美国心脏病	美国心脏病

	<ul style="list-style-type: none"> • BioLine Rx • Boeringer-Ingelheim • Cytori Rx • GE医疗 • Molecular Insight Pharm Healthcare • 大冢制药 			<ul style="list-style-type: none"> • 葛兰素史克 • 美敦力 • 美国国家心肺血液研究所， 国际拨款 	学会，主编	学会
“心血管影像检查在心力衰竭中的合理应用”评定小组						
Peter Alagona	无	无	无	无	无	无
Gerard	无	无	无	无	无	无
Aurigemma	无	无	无	无	无	无
Javed Butler	无	无	无	<ul style="list-style-type: none"> • 美国国立卫生研究院 	<ul style="list-style-type: none"> • AMGEN • Biotronic Trial • Boston Scientific • Cardiomeas • Corthera FoldRx • ICoapsys 	无

					<ul style="list-style-type: none"> • 强生 • 美敦力 • Rule 90 • Thoratec • World Health 	
Don Casey	无	无	无	无	无	无
Ricardo Cury	• 阿斯泰来制药	无	无	<ul style="list-style-type: none"> • 阿斯泰来 • GE医疗 	无	无
Scott Flamm	无	无	无	无	无	无
Tim Gardner	无	无	无	无	• 美国国家心肺血液研究所， 心脏外科临床研究网络主席	无
Rajesh	无	无	无	无	无	无
Krishnamurthy	无	无	无	无	无	无
Joseph Messer	无	无	无	无	无	无
Michael W. Rich	• 赛诺菲-安万特	• 赛诺菲-安万特	无	无	无	无
Henry Royal	无	无	无	无	无	无

Gerald Smetana	无	无	• Anvita Health	无	无	无
Peter Tilkemeier	无	无	无	无	无	无
Mary Norine Walsh	<ul style="list-style-type: none"> • BioControl • Emerge • 美敦力 • United Healthcare 	无	无	无	无	无
Pamela Woodard	无	无	无	<ul style="list-style-type: none"> • 阿斯泰来 • Lanthens 	无	无
“心血管影像检查在心力衰竭中的合理应用”外围审稿者						
G. Michael Felker	<ul style="list-style-type: none"> • 安进 • Cytokinetics • 罗氏制药 • 诺华制药 	无	无	<ul style="list-style-type: none"> • 安进 • BG Medicine • Cytokinetics • Diagnostic Corp • 强生 • Medpace- Novartis • 大冢制药 	无	无

				. 罗氏制药		
Victor Ferrari	无	无	无	无	. 心血管磁共振杂志 . 心血管磁共振学会	无
Myron Gerson	无	无	无	. GE医疗 . Lantheus Medical	无	无
Michael Givertz	无	无	无		无	无
Daniel Goldstein	无	无	无		无	无
Paul Grayburn	无	无	无	. Everest IL . STICH trial . STICHES trial . US Core Valve Pivotal Trial	无	无
Warren R. Janowitz	无	无	无	无	无	无
Jill E. Jacobs	无	无	无	无	无	无
Scott Jerome	无	无	无	无	无	无
John Lesser	无	. 西门子医疗	无	. 西门子医疗	无	无

Michael McConnell	无	无	无	无	无	无
Sherif Nagueh	无	无	无	无	无	无
Karen Ordovas	无	无	无	无	无	无
Prem Soman	<ul style="list-style-type: none"> • 安斯泰来 • 博莱科诊断 • GE医疗 	无	无	无	无	无
Kirk Spencer	无	无	无	无	无	无
Raymond Stainback	无	无	无	无	无	无
Krishnaswami Vijayaraghavan	<ul style="list-style-type: none"> • Amarin • Gilead • 赛诺菲-安万特 	<ul style="list-style-type: none"> • Amarin • 阿斯利康 • Gilead • Jansen • 强生 • 大冢制药 	无	<ul style="list-style-type: none"> • Epic • Jansen • 强生 • 大冢制药 	无	无
W. H. Wilson Tang	<ul style="list-style-type: none"> • 美敦力 • 圣犹达医疗 	无	无	<ul style="list-style-type: none"> • Abbott Lab • 美国国立卫生研究院 	无	无

工作人员

美国心脏病学院基金会

William A. Zoghbi, MD, FACC, 主席

Thomas E. Arend, Jr., Esq, CAE, 临时首席参谋官

William J. Oetgen, MD, MBA, FACC, 科学与质控高级副主席

Joseph M. Allen, MA, 研究转化实践主管

Z. Jenissa Haidari, MPH, “合理应用标准”项目高级调查研究专家

美国放射学院

John A. Patti, MD, FACR, 主席

Harvey Neiman, MD, FACR, 首席执行官

David Kurth, MPH, MA, 指南实践与技术标准主管

参考文献

1. Carr JJ, Hendel RC, White RD, et al. 2013 Appropriate utilization of cardiovascular imaging: a methodology for the development of joint criteria for the appropriate utilization of cardiovascular imaging by the American College of Cardiology Foundation and American College of Radiology. J Am Coll Cardiol 2013;April 23 [E-pub ahead of print], doi:10.1016/j.jacc.2013.02.010.
2. Barker WH, Mullooly JP, Getchell W. Changing incidence and survival for heart failure in a well-defined older population, 1970–1974 and 1990–1994. Circulation 2006;113:799–805.

3. Loehr LR, Rosamond WD, Chang PP, et al. Heart failure incidence and survival (from the Atherosclerosis Risk in Communities study). *Am J Cardiol* 2008;101:1016–22.
4. Kannel WB, Belanger AJ. Epidemiology of heart failure. *Am Heart J* 1991;121:951–7.
5. Fox KA, Steg PG, Eagle KA, et al. Decline in rates of death and heart failure in acute coronary syndromes, 1999–2006. *JAMA* 2007;297:1892–900.
6. Masoudi FA, Havranek EP, Krumholz HM. The burden of chronic congestive heart failure in older persons: magnitude and implications for policy and research. *Heart Fail Rev* 2002;7:9–16.
7. Lloyd-Jones D, Adams RJ, Brown TM, et al. Heart disease and stroke statistics—2010 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2010;121:e46–215.
8. U.S. Government Accountability Office. Medicare Part B Imaging Services: Rapid Spending Growth and Shift to Physician Offices Indicate Need for CMS to Consider Additional Management Practices. GAO Report GAO-08-452. 2008; Available at: <http://www.gao.gov/assets/280/276735.pdf>. Accessed January 2010.
9. Shaw LJ, Min JK, Hachamovitch R, et al. Cardiovascular imaging research at the crossroads. *J Am Coll Cardiol Img* 2010;3:316–24.
10. Hunt SA, Abraham WT, Chin MH, et al. 2009 focused update incorporated into the ACC/AHA 2005 guidelines for the diagnosis and management of heart failure in adults a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2009;53:e1–90.
11. Fitch K, Bernstein SJ, Aguilar MD. The RAND/UCLA Appropriateness Method User's Manual. Santa Monica, CA: RAND, 2001.
12. American College of Radiology. Overview for the Diagnostic Modality Accreditation Program. Revised April 2012. Available at: <http://www.acr.org/~media/ACR/Documents/Accreditation/Apply/DiagnosticReqs.pdf>. Accessed September 1, 2010.
- 12a. AQA Principles for Appropriateness Criteria. Performance Measurement Workgroup. June

2009. Available at: <http://www.aqaalliance.org/files/AppropriatenessCriteriaPrinciples.pdf>. Accessed September 1, 2010.
- 12b. AQA Parameters for Selecting Measures for Physician and Other Clinician Performance. Performance Measurement Workgroup. AQA Alliance. June 2009. Available at: <http://www.aqaalliance.org/files/AQAParametersforSelectingAmbulatoryCare.pdf>. Accessed September 1, 2010.
13. ICACTL Standards for Computed Tomography (CT) Laboratory Operations. Available at: <http://www.intersocietal.org/ct/>. Accessed September 1, 2010.
14. ICAMRL Standards for Accreditation in Magnetic Resonance Imaging Operations. Available at: <http://www.intersocietal.org/mri/>. Accessed September 1, 2010.
15. ICANL Standards for Nuclear Cardiology, Nuclear Medicine and PET Accreditation. Available at: <http://www.intersocietal.org/nuclear/>. Accessed September 1, 2010.
16. ICAEL Standards for Accreditation in Adult Echocardiography Testing. Available at: <http://www.intersocietal.org/echo/>. Accessed September 1, 2010.
17. Francis GS, Pierpont GL. Pathophysiology of congestive heart failure secondary to congestive and ischemic cardiomyopathy. *Cardiovasc Clin* 1988;19:57–74.
18. Stevens SM, Farzaneh-Far R, Na B, et al. Development of an echocardiographic risk-stratification index to predict heart failure in patients with stable coronary artery disease: the Heart and Soul study. *J Am Coll Cardiol Img* 2009;2:11–20.
19. Kitzman DW, Gardin JM, Gottdiener JS, et al., Cardiovascular Health Study Research Group. Importance of heart failure with preserved systolic function in patients > or = 65 years of age. *Am J Cardiol* 2001;87:413–9.
20. Masoudi FA, Havranek EP, Smith G, et al. Gender, age, and heart failure with preserved left ventricular systolic function. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:217–23.
21. Fonseca C, Morais H, Mota T, et al. The diagnosis of heart failure in primary care: value of

- symptoms and signs. *Eur J Heart Fail* 2004;6:795–2.
22. Keogh AM, Baron DW, Hickie JB. Prognostic guides in patients with idiopathic or ischemic dilated cardiomyopathy assessed for cardiac transplantation. *Am J Cardiol* 1990;65:903– 8.
 23. Quinones MA, Greenberg BH, Kopelen HA, et al., for the SOLVD Investigators. Echocardiographic predictors of clinical outcome in patients with left ventricular dysfunction enrolled in the SOLVD registry and trials: significance of left ventricular hypertrophy. *J Am Coll Cardiol* 2000;35:1237– 44.
 24. Curtis JP, Sokol SI, Wang Y, et al. The association of left ventricular ejection fraction, mortality, and cause of death in stable outpatients with heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2003;42:736–42.
 25. Solomon SD, Anavekar N, Skali H, et al. Influence of ejection fraction on cardiovascular outcomes in a broad spectrum of heart failure patients. *Circulation* 2005;112:3738–44.
 26. Deleted in proof.
 27. Gardin JM, McClelland R, Kitzman D, et al. M-mode echocardiographic predictors of six- to seven-year incidence of coronary heart disease, stroke, congestive heart failure, and mortality in an elderly cohort (the Cardiovascular Health Study). *Am J Cardiol* 2001;87:1051–7.
 28. Aurigemma GP, Gottdiener JS, Shemanski L, et al. Predictive value of systolic and diastolic function for incident congestive heart failure in the elderly: the cardiovascular health study. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:1042– 8.
 29. Lim TK, Ashrafian H, Dwivedi G, et al. Increased left atrial volume index is an independent predictor of raised serum natriuretic peptide in patients with suspected heart failure but normal left ventricular ejection fraction: implication for diagnosis of diastolic heart failure. *Eur J Heart Fail* 2006;8:38–45.
 30. Chen AA, Wood MJ, Krauser DG, et al. NT-proBNP levels, echocardiographic findings, and outcomes in breathless patients: results from the ProBNP Investigation of Dyspnoea in the Emergency Department (PRIDE) echocardiographic substudy. *Eur Heart J* 2006;27:839–45.

31. Grayburn PA, Appleton CP, DeMaria AN, et al. Echocardiographic predictors of morbidity and mortality in patients with advanced heart failure: the Beta-blocker Evaluation of Survival Trial (BEST). *J Am Coll Cardiol* 2005;45:1064–71.
32. Francis CM, Caruana L, Kearney P, et al. Open access echocardiography in management of heart failure in the community. *BMJ* 1995;310:634–6.
33. Whalley GA, Wright SP, Pearl A, et al. Prognostic role of echocardiography and brain natriuretic peptide in symptomatic breathless patients in the community. *Eur Heart J* 2008;29:509–16.
34. Melenovsky V, Borlaug BA, Rosen B, et al. Cardiovascular features of heart failure with preserved ejection fraction versus nonfailing hypertensive left ventricular hypertrophy in the urban Baltimore community: the role of atrial remodeling/dysfunction. *J Am Coll Cardiol* 2007;49:198–207.
35. Persson H, Lonn E, Edner M, et al. Diastolic dysfunction in heart failure with preserved systolic function: need for objective evidence: results from the CHARM Echocardiographic Substudy-CHARMES. *J Am Coll Cardiol* 2007;49:687–94.
36. Davis BR, Kostis JB, Simpson LM, et al. Heart failure with preserved and reduced left ventricular ejection fraction in the Antihypertensive and Lipid-Lowering Treatment to Prevent Heart Attack Trial. *Circulation* 2008;118:2259–67.
37. St John SM, Pfeffer MA, Moye L, et al. Cardiovascular death and left ventricular remodeling two years after myocardial infarction: baseline predictors and impact of long-term use of captopril: information from the Survival and Ventricular Enlargement (SAVE) trial. *Circulation* 1997;96:3294–9.
- 37a. Hundley WG, Bluemke DA, Finn JP, et al. ACCF/ACR/AHA/NASCI/SCMR 2010 expert consensus document on cardiovascular magnetic resonance: a report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:2614–62; doi:10.1016/j.jacc.2009.11.011.

38. Jenkins C, Moir S, Chan J, et al. Left ventricular volume measurement with echocardiography: a comparison of left ventricular opacification, three-dimensional echocardiography, or both with magnetic resonance imaging. *Eur Heart J* 2009;30:98–106.
39. Valle-Munoz A, Estornell-Erill J, Soriano-Navarro CJ, et al. Late gadolinium enhancement-cardiovascular magnetic resonance identifies coronary artery disease as the aetiology of left ventricular dysfunction in acute new-onset congestive heart failure. *Eur J Echocardiogr* 2009;10:968–74.
40. Bluemke DA, Kronmal RA, Lima JA, et al. The relationship of left ventricular mass and geometry to incident cardiovascular events: the MESA (Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis) study. *J Am Coll Cardiol* 2008;52:2148–55.
41. Bogaert J, Francone M. Cardiovascular magnetic resonance in pericardial diseases. *J Cardiovasc Magn Reson* 2009;11:14.
42. Warnes CA, Williams RG, Bashore TM, et al. ACC/AHA 2008 guidelines for the management of adults with congenital heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines on the Management of Adults With Congenital Heart Disease). *J Am Coll Cardiol* 2008;52: e1–121.
43. Nichols KJ, Van TA, Wang Y, et al. Automated detection of left ventricular dyskinesis by gated blood pool SPECT. *Nucl Med Commun* 2010;31:881–8.
44. Atchley AE, Kitzman DW, Whellan DJ, et al. Myocardial perfusion, function, and dyssynchrony in patients with heart failure: baseline results from the single-photon emission computed tomography imaging ancillary study of the Heart Failure and A Controlled Trial Investigating Outcomes of Exercise Training (HF-ACTION) trial. *Am Heart J* 2009;158:S53–63.
45. Konstam MA, Kramer DG, Patel AR, et al. Left ventricular remodeling in heart failure: current concepts in clinical significance and assessment. *J Am Coll Cardiol Img* 2011;4:98–108.

46. van Royen N, Jaffe CC, Krumholz HM, et al. Comparison and reproducibility of visual echocardiographic and quantitative radionuclide left ventricular ejection fractions. *Am J Cardiol* 1996;77:843–50.
47. Udelson JE, Feldman AM, Greenberg B, et al. Randomized, doubleblind, multicenter, placebo-controlled study evaluating the effect of aldosterone antagonism with eplerenone on ventricular remodeling in patients with mild-to-moderate heart failure and left ventricular systolic dysfunction. *Circ Heart Fail* 2010;3:347–53.
48. Vizzardi E, D'Aloia A, Giubbini R, et al. Effect of spironolactone on left ventricular ejection fraction and volumes in patients with class I or II heart failure. *Am J Cardiol* 2010;106:1292-6.
49. Rizzello V, Poldermans D, Biagini E, et al. Prognosis of patients with ischaemic cardiomyopathy after coronary revascularisation: relation to viability and improvement in left ventricular ejection fraction. *Heart* 2009;95:1273–7.
50. Chander A, Brenner M, Lautamaki R, et al. Comparison of measures of left ventricular function from electrocardiographically gated ⁸²Rb PET with contrast-enhanced CT ventriculography: a hybrid PET/CT analysis. *J Nucl Med* 2008;49:1643–50.
51. Baim D, Grossman W. *Grossman's Cardiac Catheterization, Angiography, and Intervention*. 7th edition. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2005. 51a. Antman EM, Hand M, Armstrong PW, et al. 2007 focused update of the ACC/AHA 2004 guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2008; 51:210–47; doi:10.1016/j.jacc.2007.10.001.
52. Gheorghiade M, Bonow RO. Chronic heart failure in the United States: a manifestation of coronary artery disease. *Circulation* 1998; 97:282–9.
53. Shaw LJ, Berman DS, Maron DJ, et al. Optimal medical therapy with or without percutaneous coronary intervention to reduce ischemic burden: results from the Clinical Outcomes Utilizing Revascularization and Aggressive Drug Evaluation (COURAGE) trial nuclear substudy. *Circulation* 2008;117:1283–91.

54. Hachamovitch R, Hayes SW, Friedman JD, et al. Comparison of the short-term survival benefit associated with revascularization compared with medical therapy in patients with no prior coronary artery disease undergoing stress myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Circulation* 2003;107:2900 –7.
55. Douglas PS, Taylor A, Bild D, et al. Outcomes research in cardiovascular imaging: report of a workshop sponsored by the National Heart, Lung, and Blood Institute. *J Am Coll Cardiol Img* 2009;2: 897–907.
56. Abidov A, Rozanski A, Hachamovitch R, et al. Prognostic significance of dyspnea in patients referred for cardiac stress testing. *N Engl J Med* 2005;353:1889 –98.
57. Velazquez EJ, Lee KL, O'Connor CM, et al. The rationale and design of the Surgical Treatment for Ischemic Heart Failure (STICH) trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;134:1540 –7.
58. Elhendy A, Sozzi F, van Domburg RT, et al. Effect of myocardial ischemia during dobutamine stress echocardiography on cardiac mortality in patients with heart failure secondary to ischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 2005;96:469 –73.
59. Maskoun W, Mustafa N, Mahenthiran J, et al. Wall motion abnormalities with low-dose dobutamine predict a high risk of cardiac death in medically treated patients with ischemic cardiomyopathy. *Clin Cardiol* 2009;32:403–9.
60. Sozzi FB, Elhendy A, Rizzello V, et al. Prognostic significance of akinesis becoming dyskinesis during dobutamine stress echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2007;20:257–61.
61. Dall'Armellina E, Morgan TM, Mandapaka S, et al. Prediction of cardiac events in patients with reduced left ventricular ejection fraction with dobutamine cardiovascular magnetic resonance assessment of wall motion score index. *J Am Coll Cardiol* 2008;52: 279–86.
62. Yokokawa M, Tada H, Toyama T, et al. Magnetic resonance imaging is superior to cardiac scintigraphy to identify nonresponders to cardiac resynchronization therapy. *Pacing Clin*

Electrophysiol 2009;32 Suppl 1:S57– 62.

63. Krittayaphong R, Maneesai A, Chaithiraphan V, et al. Comparison of diagnostic and prognostic value of different electrocardiographic criteria to delayed-enhancement magnetic resonance imaging for healed myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2009;103:464 –70.
64. Deleted in proof.
65. Vaduganathan P, He ZX, Vick GW III, et al. Evaluation of left ventricular wall motion, volumes, and ejection fraction by gated myocardial tomography with technetium 99m-labeled tetrofosmin: a comparison with cine magnetic resonance imaging. *J Nucl Cardiol* 1999;6:3–10.
66. Cleland JG, Pennell DJ, Ray SG, et al. Myocardial viability as a determinant of the ejection fraction response to carvedilol in patients with heart failure (CHRISTMAS trial): randomised controlled trial. *Lancet* 2003;362:14 –21.
67. Soman P, Lahiri A, Mieres JH, et al. Etiology and pathophysiology of new-onset heart failure: evaluation by myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol* 2009;16:82–91.
68. Range FT, Paul M, Schafers KP, et al. Myocardial perfusion in nonischemic dilated cardiomyopathy with and without atrial fibrillation. *J Nucl Med* 2009;50:390–6.
69. Feola M, Biggi A, Chauvie S, et al. Myocardial scar and insulin resistance predict cardiovascular events in severe ischaemic myocardial dysfunction: a perfusion-metabolism positron emission tomography study. *Nucl Med Commun* 2008;29:448 –54.
70. Tuunanen H, Engblom E, Naum A, et al. Free fatty acid depletion acutely decreases cardiac work and efficiency in cardiomyopathic heart failure. *Circulation* 2006;114:2130 –7.
71. Thompson K, Saab G, Birnie D, et al. Is septal glucose metabolism altered in patients with left bundle branch block and ischemic cardiomyopathy? *J Nucl Med* 2006;47:1763– 8.
72. Budoff MJ, Shavelle DM, Lamont DH, et al. Usefulness of electron beam computed tomography scanning for distinguishing ischemic from nonischemic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32:1173– 8.

73. Andreini D, Pontone G, Pepi M, et al. Diagnostic accuracy of multidetector computed tomography coronary angiography in patients with dilated cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2007;49: 2044–50.
74. Cornily JC, Gilard M, Le Gal G, et al. Accuracy of 16-detector multislice spiral computed tomography in the initial evaluation of dilated cardiomyopathy. *Eur J Radiol* 2007;61:84 –90.
75. Deleted in proof.
76. Alderman EL, Fisher LD, Litwin P, et al. Results of coronary artery surgery in patients with poor left ventricular function (CASS). *Circulation* 1983;68:785–95.
77. Fox KF, Cowie MR, Wood DA, et al. Coronary artery disease as the cause of incident heart failure in the population. *Eur Heart J* 2001;22:228 –36.
78. Arques S, Ambrosi P, Gelisse R, et al. Prevalence of angiographic coronary artery disease in patients hospitalized for acute diastolic heart failure without clinical and electrocardiographic evidence of myocardial ischemia on admission. *Am J Cardiol* 2004;94:133–5.
79. Rahimtoola SH, La Canna G, Ferrari R. Hibernating myocardium: another piece of the puzzle falls into place. *J Am Coll Cardiol* 2006;47:978–80.
80. Allman KC, Shaw LJ, Hachamovitch R, et al. Myocardial viability testing and impact of revascularization on prognosis in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction: a metaanalysis. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1151– 8.
81. Bax JJ, Poldermans D, Elhendy A, et al. Improvement of left ventricular ejection fraction, heart failure symptoms and prognosis after revascularization in patients with chronic coronary artery disease and viable myocardium detected by dobutamine stress echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1999;34:163–9.
82. Pedone C, Bax JJ, van Domburg RT, et al. Long-term prognostic value of ejection fraction changes during dobutamine-atropine stress echocardiography. *Coron Artery Dis* 2005;16:309 –13.

83. Kim RJ, Wu E, Rafael A, et al. The use of contrast-enhanced magnetic resonance imaging to identify reversible myocardial dysfunction. *N Engl J Med* 2000;343:1445–53.
84. Selvanayagam JB, Kardos A, Francis JM, et al. Value of delayed enhancement cardiovascular magnetic resonance imaging in predicting myocardial viability after surgical revascularization. *Circulation* 2004;110:1535–41.
85. Jahnke C, Nagel E, Gebker R, et al. Prognostic value of cardiac magnetic resonance stress tests: adenosine stress perfusion and dobutamine stress wall motion imaging. *Circulation* 2007;115: 1769 –76.
86. Wahl A, Paetsch I, Gollesch A, et al. Safety and feasibility of high-dose dobutamine-atropine stress cardiovascular magnetic resonance for diagnosis of myocardial ischaemia: experience in 1000 consecutive cases. *Eur Heart J* 2004;25:1230–6.
87. Wagner A, Mahrholdt H, Holly TA, et al. Contrast-enhanced MRI and routine single photon emission computed tomography (SPECT) perfusion imaging for detection of subendocardial myocardial infarcts: an imaging study. *Lancet* 2003;361:374 –9.
88. Roes SD, Kaandorp TA, Marsan NA, et al. Agreement and disagreement between contrast-enhanced magnetic resonance imaging and nuclear imaging for assessment of myocardial viability. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2009;36:594–601.
89. Inaba Y, Chen JA, Bergmann SR. Quantity of viable myocardium required to improve survival with revascularization in patients with ischemic cardiomyopathy: a meta-analysis. *J Nucl Cardiol* 2010;17: 646–54.
90. Deleted in proof.
91. Beanlands RS, Ruddy TD, deKemp RA, et al. Positron emission tomography and recovery following revascularization (PARR-1): the importance of scar and the development of a prediction rule for the degree of recovery of left ventricular function. *J Am Coll Cardiol* 2002;40:1735–43.
92. Beanlands RS, Nichol G, Huszti E, et al. F-18-fluorodeoxyglucose positron emission

tomography imaging-assisted management of patients with severe left ventricular dysfunction and suspected coronary disease: a randomized, controlled trial (PARR-2). *J Am Coll Cardiol* 2007;50:2002–12.

93. Slart RH, Bax JJ, de Boer J, et al. Comparison of 99mTc-sestamibi/18FDG DISA SPECT with PET for the detection of viability in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2005;32:972–9.

94. Siebelink HM, Blanksma PK, Crijns HJ, et al. No difference in cardiac event-free survival between positron emission tomography-guided and single-photon emission computed tomography-guided patient management: a prospective, randomized comparison of patients with suspicion of jeopardized myocardium. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:81–8.

95. Mendoza DD, Joshi SB, Weissman G, et al. Viability imaging by cardiac computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2010; 4:83–91.

96. le Polain de Waroux JB, Pouleur AC, Goffinet C, et al. Combined coronary and late-enhanced multidetector-computed tomography for delineation of the etiology of left ventricular dysfunction: comparison with coronary angiography and contrast-enhanced cardiac magnetic resonance imaging. *Eur Heart J* 2008;29:2544–51.

97. Luu M, Stevenson WG, Stevenson LW, et al. Diverse mechanisms of unexpected cardiac arrest in advanced heart failure. *Circulation* 1989;80:1675–80.

97a. Anderson JL, Adams CD, Antman EM, et al. 2011 ACCF/AHA focused update incorporated into the ACC/AHA 2007 guidelines for the management of patients with unstable angina/non-ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57:e215–367; doi:10.1016/j.jacc.2011.02.011.

98. Epstein AE, DiMarco JP, Ellenbogen KA, et al. ACC/AHA/HRS 2008 guidelines for device-based therapy of cardiac rhythm abnormalities: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the ACC/AHA/NASPE 2002 Guideline Update for Implantation of

- Cardiac Pacemakers and Antiarrhythmia Devices). *J Am Coll Cardiol* 2008;51:e1– 62.
99. Grines CL, Bashore TM, Boudoulas H, et al. Functional abnormalities in isolated left bundle branch block. The effect of interventricular asynchrony. *Circulation* 1989;79:845–53.
 100. Takeshita A, Basta LL, Kioschos JM. Effect of intermittent left bundle branch block on left ventricular performance. *Am J Med* 1974;56:251–5.
 101. Fried AG, Parker AB, Newton GE, et al. Electrical and hemodynamic correlates of the maximal rate of pressure increase in the human left ventricle. *J Card Fail* 1999;5:8 –16.
 102. Xiao HB, Lee CH, Gibson DG. Effect of left bundle branch block on diastolic function in dilated cardiomyopathy. *Br Heart J* 1991;66: 443–7.
 103. Erlebacher JA, Barbarash S. Intraventricular conduction delay and functional mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 2001;88:A7, 83–6.
 104. Silverman ME, Pressel MD, Brackett JC, et al. Prognostic value of the signal-averaged electrocardiogram and a prolonged QRS in ischemic and nonischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1995;75:460–4.
 105. Xiao HB, Roy C, Fujimoto S, et al. Natural history of abnormal conduction and its relation to prognosis in patients with dilated cardiomyopathy. *Int J Cardiol* 1996;53:163–70.
 106. Shamim W, Francis DP, Yousufuddin M, et al. Intraventricular conduction delay: a prognostic marker in chronic heart failure. *Int J Cardiol* 1999;70:171– 8.
 107. Cleland JG, Daubert JC, Erdmann E, et al. The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure. *N Engl J Med* 2005;352:1539–49.
 108. Bristow MR, Saxon LA, Boehmer J, et al. Cardiac-resynchronization therapy with or without an implantable defibrillator in advanced chronic heart failure. *N Engl J Med* 2004;350:2140 –50.
 109. Bradley DJ, Bradley EA, Baughman KL, et al. Cardiac resynchronization and death from progressive heart failure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *JAMA*

2003;289:730–40.

110. Solomon SD, Foster E, Bourgoun M, et al. Effect of cardiac resynchronization therapy on reverse remodeling and relation to outcome: multicenter automatic defibrillator implantation trial: cardiac resynchronization therapy. *Circulation* 2010;122:985–92.
111. Tang AS, Wells GA, Talajic M et al. Cardiac-resynchronization therapy for mild-to-moderate heart failure. *N Engl J Med* 2010;363: 2385–95.
112. Gula LJ, Klein GJ, Hellkamp AS, et al. Ejection fraction assessment and survival: an analysis of the Sudden Cardiac Death in Heart Failure Trial (SCD-HeFT). *Am Heart J* 2008;156:1196–200.
113. Abraham WT, Fisher WG, Smith AL, et al. Cardiac resynchronization in chronic heart failure. *N Engl J Med* 2002;346:1845–53.
114. Cleland J, Freemantle N, Ghio S, et al. Predicting the long-term effects of cardiac resynchronization therapy on mortality from baseline variables and the early response a report from the CARE-HF (Cardiac Resynchronization in Heart Failure) trial. *J Am Coll Cardiol* 2008;52:438–45.
115. Bax JJ, Bleeker GB, Marwick TH, et al. Left ventricular dyssynchrony predicts response and prognosis after cardiac resynchronization therapy. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:1834–40.
116. Penicka M, Bartunek J, De Bruyne B et al. Improvement of left ventricular function after cardiac resynchronization therapy is predicted by tissue Doppler imaging echocardiography. *Circulation* 2004;109:978–83.
117. Chung ES, Leon AR, Tavazzi L, et al. Results of the Predictors of Response to CRT (PROSPECT) trial. *Circulation* 2008;117: 2608 –16.
118. Ypenburg C, Van Bommel RJ, Delgado V, et al. Optimal left ventricular lead position predicts reverse remodeling and survival after cardiac resynchronization therapy. *J Am Coll Cardiol* 2008;52: 1402–9.

119. Sogaard P, Egeblad H, Kim WY, et al. Tissue Doppler imaging predicts improved systolic performance and reversed left ventricular remodeling during long-term cardiac resynchronization therapy. *J Am Coll Cardiol* 2002;40:723–30.
120. Yu CM, Fung JW, Zhang Q, et al. Tissue Doppler imaging is superior to strain rate imaging and postsystolic shortening on the prediction of reverse remodeling in both ischemic and nonischemic heart failure after cardiac resynchronization therapy. *Circulation* 2004;110:66–73.
121. Beshai JF, Grimm RA, Nagueh SF, et al. Cardiac-resynchronization therapy in heart failure with narrow QRS complexes. *N Engl J Med* 2007;357:2461–71.
122. Parreira L, Santos JF, Madeira J, et al. Cardiac resynchronization therapy with sequential biventricular pacing: impact of echocardiography guided VV delay optimization on acute results. *Rev Port Cardiol* 2005;24:1355–65.
123. Sawhney NS, Waggoner AD, Garhwal S, et al. Randomized prospective trial of atrioventricular delay programming for cardiac resynchronization therapy. *Heart Rhythm* 2004;1:562–7.
124. Perry R, De Pasquale CG, Chew DP, et al. QRS duration alone misses cardiac dyssynchrony in a substantial proportion of patients with chronic heart failure. *J Am Soc Echocardiogr* 2006;19:1257–63.
125. Yu CM, Lin H, Zhang Q, et al. High prevalence of left ventricular systolic and diastolic asynchrony in patients with congestive heart failure and normal QRS duration. *Heart* 2003;89:54–60.
126. Roes SD, Borleffs CJ, van der Geest RJ, et al. Infarct tissue heterogeneity assessed with contrast-enhanced MRI predicts spontaneous ventricular arrhythmia in patients with ischemic cardiomyopathy and implantable cardioverter-defibrillator. *Circ Cardiovasc Imaging* 2009;2:183–90.
127. Assomull RG, Prasad SK, Lyne J, et al. Cardiovascular magnetic resonance, fibrosis, and

- prognosis in dilated cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:1977– 85.
128. Yokokawa M, Tada H, Koyama K, et al. Nontransmural scar detected by magnetic resonance imaging and origin of ventricular tachycardia in structural heart disease. *Pacing Clin Electrophysiol* 2009;32 Suppl 1:S52– 6.
129. Bilchick KC, Dimaano V, Wu KC, et al. Cardiac magnetic resonance assessment of dyssynchrony and myocardial scar predicts function class improvement following cardiac resynchronization therapy. *J Am Coll Cardiol Img* 2008;1:561– 8.
130. Boogers MM, Van Kriekinge SD, Henneman MM, et al. Quantitative gated SPECT-derived phase analysis on gated myocardial perfusion SPECT detects left ventricular dyssynchrony and predicts response to cardiac resynchronization therapy. *J Nucl Med* 2009;50: 718–25.
131. Friehling M, Chen J, Saba S, et al. A prospective pilot study to evaluate the relationship between acute change in left ventricular synchrony after cardiac resynchronization therapy and patient outcome using a single-injection gated SPECT protocol. *Circ Cardiovasc Imaging* 2011;4:532–9.
132. Chen J, Nagaraj H, Bhambhani P, et al. Effect of alcohol septal ablation in patients with hypertrophic cardiomyopathy on leftventricular mechanical dyssynchrony as assessed by phase analysis of gated SPECT myocardial perfusion imaging. *Int J Cardiovasc Imaging* 2012;28:1375– 84.
133. Deleted in proof.
134. Konstam MA, Rousseau MF, Kronenberg MW, et al., SOLVD Investigators. Effects of the angiotensin converting enzyme inhibitor enalapril on the long-term progression of left ventricular dysfunction in patients with heart failure. *Circulation* 1992;86:431– 8.
135. Doherty NE III, Seelos KC, Suzuki J, et al. Application of cine nuclear magnetic resonance imaging for sequential evaluation of response to angiotensin-converting enzyme inhibitor therapy in dilated cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 1992;19:1294 –302.
136. Kasama S, Toyama T, Sumino H, et al. Prognostic value of serial cardiac 123I-MIBG

imaging in patients with stabilized chronic heart failure and reduced left ventricular ejection fraction. *J Nucl Med* 2008;49:907–14.

137. Grothues F, Moon JC, Bellenger NG, et al. Interstudy reproducibility of right ventricular volumes, function, and mass with cardiovascular magnetic resonance. *Am Heart J* 2004;147:218–23.
138. Grothues F, Smith GC, Moon JC, et al. Comparison of interstudy reproducibility of cardiovascular magnetic resonance with twodimensional echocardiography in normal subjects and in patients with heart failure or left ventricular hypertrophy. *Am J Cardiol* 2002;90:29–34.
139. McGowan JH, Cleland JG. Reliability of reporting left ventricular systolic function by echocardiography: a systematic review of 3 methods. *Am Heart J* 2003;146:388–97.
140. Delagardelle C, Feiereisen P, Vaillant M, et al. Reverse remodelling through exercise training is more pronounced in non-ischemic heart failure. *Clin Res Cardiol* 2008;97:865–71.
141. Borges-Neto S, Shaw LJ, Kesler K, et al. Usefulness of serial radionuclide angiography in predicting cardiac death after coronary artery bypass grafting and comparison with clinical and cardiac catheterization data. *Am J Cardiol* 1997;79:851–5.

关键词： ACCF合理应用标准，合理性标准，合理应用，心力衰竭，影像学，
多模态