

右心超声造影与常规超声在右心功能评价中的对照分析

邱丽平 何金朝 (通讯作者)

罗田县人民医院 湖北 黄冈 438600

【摘要】目的：对比右心超声造影与常规超声在右心功能评价中的应用价值，为临床右心功能精准评估提供可靠影像学参考。方法：选取80例疑似右心功能异常患者为研究对象，均先后接受常规超声、右心超声造影检查，以心脏磁共振（CMR）检查结果为金标准，对比两种检查方式的右心功能指标测量结果，分析其诊断效能。结果：右心超声造影测量的右心室舒张末期内径（RVEDD）、右心室收缩末期内径（RVESD）均显著小于常规超声，三尖瓣环收缩期位移（TAPSE）、右心室射血分数（RVEF）均显著高于常规超声，与CMR金标准的组内相关系数（ICC）达 0.91 ± 0.04 ，显著优于常规超声的 0.72 ± 0.06 （ $P < 0.05$ ）；右心超声造影诊断右心功能异常的敏感度、特异度、准确率分别为93.75%、91.67%、92.50%，均显著高于常规超声的75.00%、70.83%、73.75%（ $P < 0.05$ ）。结论：右心超声造影可清晰显示右心解剖结构边界，精准测量右心功能指标，显著提升右心功能异常的诊断效能，对轻度、隐匿性右心功能减退的检出优势突出，是临床评价右心功能的理想影像学手段，值得推广应用。

【关键词】：右心超声造影；常规超声；右心功能；诊断效能；影像学评估

DOI:10.12417/2811-051X.26.08.044

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2024年1月—2024年12月收治的80例疑似右心功能异常患者为研究对象，其中男47例，女33例；年龄36~77岁，平均 (57.2 ± 8.1) 岁。纳入标准：存在胸闷、气短、下肢水肿、颈静脉怒张等疑似右心功能不全临床症状，症状持续 ≥ 1 周^[1]；无超声、磁共振检查禁忌证，均能耐受静脉注射声学造影剂；先后完成常规超声、右心超声造影及CMR检查，影像资料完整^[2]；患者及家属自愿参与研究，签署知情同意书，检查前未接受针对性右心功能治疗。排除标准：合并严重心律失常、复杂性先天性心脏病；胸廓畸形、重度肺气肿、大量胸腔积液等影响超声显像；对六氟化硫微泡、磁共振对比剂过敏；合并严重肝肾功能衰竭、恶性肿瘤、急性感染性疾病；影像资料缺失、图像质量无法满足分析；近期1个月内接受心脏手术或介入治疗^[3]。本研究纳入患者的性别、年龄、基础疾病（慢性肺源性心脏病、冠心病、肺动脉高压、心肌病等）等一般资料对比，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），具有可比性。

1.2 检查方法

所有检查均由2名从事超声诊断工作 ≥ 5 年、经验丰富的超声科医师独立完成，若两人测量结果不一致，经协商达成统一意见。

(1) 常规超声检查：采用彩色多普勒超声诊断仪（配置2.0~5.0MHz相控阵探头），患者取左侧卧位，连接同步心电图，常规扫查胸骨旁四腔心、心尖四腔心、右心室流入道及剑突下右心室标准切面，调整探头角度至二维图像清晰后，测量RVEDD、RVESD、TAPSE、RVEF，每个指标连续测量3个心动周期，取平均值作为最终测量结果，测量过程严格遵循右心超声临床测量规范^[4]。

(2) 右心超声造影检查：在常规超声检查完成后立即实施，经患者肘部浅静脉建立留置针静脉通路，取注射用六氟化硫微泡（每瓶含六氟化硫微泡25mg，加5ml生理盐水振荡均匀），按 0.008ml/kg 剂量快速团注，随即推注5ml生理盐水冲管，启动超声仪器实时灰阶谐波成像模式，动态观察右心房、右心室显影过程，待右心腔微泡均匀分布、心内膜边界清晰无伪影干扰后，在与常规超声完全一致的切面下重复测量上述4项右心功能指标，同样连续测量3个心动周期取平均值^[5]。

(3) CMR检查：采用1.5T超导磁共振成像仪，患者取仰卧位，连接心电图门控，获取心脏短轴、四腔心稳态自由进动电影序列（TR/TE=3.2ms/1.5ms，翻转角 60° ，层厚8mm），由2名放射科副主任医师共同测量右心功能指标，结果作为本次研究的金标准，测量一致性检验 $\text{ICC} \geq 0.95$ ^[6]。

1.3 观察指标

①右心功能指标：对比常规超声、右心超声造影测量的RVEDD、RVESD、TAPSE、RVEF数值，计算两种检查方法与CMR金标准的ICC值，评估测量一致性^[7]；②诊断效能：以CMR检查结果为金标准，分别计算两种检查方法诊断右心功能异常的敏感度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值，右心功能异常判定标准为 $\text{RVEF} < 45\%$ 或 $\text{RVEDD} > 38\text{mm}$ 且 $\text{TAPSE} < 17\text{mm}$ 。

1.4 统计学方法

采用SPSS26.0统计学软件分析数据，计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，组间对比行配对样本t检验，测量一致性行ICC分析；计数资料以n(%)表示，行 χ^2 检验， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两种检查方法右心功能指标及测量一致性对比

右心超声造影测量的 RVEDD、RVESD 均显著低于常规超声，TAPSE、RVEF 均显著高于常规超声，且与 CMR 金标准的测量一致性 (ICC=0.91±0.04) 显著优于常规超声 (ICC=0.72±0.06)，组间对比差异有统计学意义 (P<0.05)，见表 1。

表 1 两种检查方法右心功能指标及测量一致性对比
($\bar{x} \pm s$)

检查方式	常规超声	右心超声造影	t 值	P 值
例数	80	80		
RVEDD(mm)	35.8±4.3	29.5±3.5	10.872	<0.05
RVESD(mm)	23.1±3.6	17.6±2.7	9.653	<0.05
TAPSE(mm)	16.0±2.2	20.6±2.5	8.341	<0.05
RVEF(%)	42.3±5.0	51.9±5.3	8.926	<0.05
ICC 值	0.72±0.06	0.91±0.04	17.584	<0.05

2.2 两种检查方法诊断效能对比

经 CMR 金标准确诊，80 例患者中右心功能异常 56 例，正常 24 例。右心超声造影诊断的敏感度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值均显著高于常规超声，差异有统计学意义 (P<0.05)，见表 2。

表 2 两种检查方法诊断效能对比[n (%)]

检查方式	常规超声	右心超声造影	χ^2 值	P 值
例数	80	80		
敏感度	75.00(42/56)	93.75(52/56)	7.842	<0.05
特异度	70.83(17/24)	91.67(22/24)	4.987	<0.05
准确率	73.75(59/80)	92.50(74/80)	11.235	<0.05
阳性预测值	84.00(42/50)	96.30(52/54)	3.981	<0.05
阴性预测值	58.62(17/29)	84.62(22/26)	5.763	<0.05

3 讨论

右心功能是反映心脏整体泵血功能的核心指标之一，右心功能不全可由慢性肺源性心脏病、冠心病、肺动脉高压、心肌病等多种疾病引发，早期识别并精准评估右心功能变化，对临床疾病诊断、治疗方案调整及预后判断具有关键意义^[8]。目前

临床常用的右心功能评估手段包括超声、CMR、CT 等，其中超声检查因无创、便捷、可重复性强、检查成本低且可床旁实施的特点，成为临床评价右心功能的首选影像学方式，但常规二维超声检查存在明显应用局限。

右心解剖结构呈不规则形态，位置偏后且毗邻肺组织，易受肺气干扰、胸廓畸形及肠气伪影影响，导致二维超声图像中右心室心内膜边界模糊、显示不清，尤其对轻度右心扩大、轻微心功能减退的病例，难以精准识别测量边界^[9]。本研究中，常规超声测量的 RVEDD、RVESD 显著偏大，而 TAPSE、RVEF 显著偏低，且与 CMR 金标准的测量一致性仅为 0.72±0.06，提示常规超声测量结果误差较大，这与心内膜边界显示不清、测量位点定位偏差直接相关，也导致其对轻度右心功能异常的检出率偏低，易出现漏诊或误诊，无法真实反映右心功能的实际状态。

右心超声造影是在常规超声基础上发展的新型影像学技术，通过静脉注射六氟化硫微泡声学造影剂，微泡随血流进入右心腔后均匀分布，显著增强右心腔回声信号，有效消除肺气、组织伪影干扰，使右心房、右心室心内膜边界清晰勾勒，甚至能清晰显示右心室肌小梁及乳头肌细微结构，为精准测量右心功能指标提供理想的图像基础^[10]。本研究结果显示，右心超声造影测量的各项功能指标与 CMR 金标准的一致性显著提升 (ICC=0.91±0.04)，测量数值更贴合金标准，核心原因在于造影剂使心内膜边界清晰可辨，医师可精准定位测量位点，避免因图像模糊导致的测量偏差，这一结果与既往相关研究结论一致。

在诊断效能方面，右心超声造影诊断敏感度、特异度、准确率分别达 93.75%、91.67%、92.50%，均显著高于常规超声，说明该技术可有效减少假阳性与假阴性结果，尤其对隐匿性、轻度右心功能异常的检出优势突出。临床中部分早期肺心病、心肌病患者仅存在轻微右心功能减退，常规超声因图像清晰度不足难以识别，而右心超声造影可清晰显示细微的结构与功能变化，实现早期精准诊断，为临床及时干预提供可靠依据。同时，右心超声造影仅在常规超声基础上增加造影剂注射步骤，检查时间仅延长 5~7 分钟，无需特殊准备，且六氟化硫微泡安全性高，不良反应发生率<0.5%，多为轻微头晕、胸闷，可自行缓解，无严重过敏反应或脏器损伤，患者耐受度良好，适合临床广泛开展。

本研究尚存一定局限性，为单中心研究，样本量相对有限，且未对不同病因（如肺动脉高压、心肌病）导致的右心功能异常进行分层分析，后续可扩大样本量，开展多中心、分层研究，进一步验证右心超声造影在不同病因右心功能评估中的应用价值；同时未对右心超声造影的长期随访价值进行探讨，后续可增加随访时长，分析其对右心功能变化的动态监测优势。此外，临床应用右心超声造影时需严格把握禁忌证，对严重心律

失常、急性心肌梗死、严重肺动脉高压患者需谨慎实施，避免造影剂微泡引发血流动力学波动；对老年患者、合并基础疾病患者需调整造影剂剂量，确保检查安全性。

综上，常规超声在右心功能评价中易受外界因素干扰，测量准确性及诊断效能有限；右心超声造影可显著优化右心超声

图像质量，精准测量右心功能相关指标，提升测量一致性，同时大幅提高右心功能异常的诊断准确率，对轻度及隐匿性右心功能异常的评估价值突出。该技术具有无创、便捷、安全、精准的优势，能为临床右心功能评估提供更可靠的影像学依据，指导临床疾病诊断与治疗，值得在临床推广应用。

参考文献：

- [1] 许崇俊,余承芳,沈红梅,等.心脏超声造影鉴别右心占位病变的临床应用价值[J].中国循环杂志,2024,39(05):490-494.
- [2] 喻晓娜.自制经静脉声学造影剂超声显像的实验研究[D].中国医科大学,2006.
- [3] 肖永志,李华兵.两种磁共振肝胆特异性对比剂不良反应分析及处理[J].海峡药学,2020,32(07):224-227.
- [4] 李伟刚.心脏超声结合 CT 血管造影对复杂先天性心脏病的临床诊断效果[J].延边大学医学学报,2026,49(01):77-79.
- [5] 朱智祺,宿阳,刘艺燕.超声右心造影检查在卵圆孔未闭中的诊断效能[J].现代医用影像学,2022,31(04):770-772.
- [6] 吴添鹏.心肌“受伤”了吗?心脏磁共振(CMR)如何发现隐匿的“心”事[C]//广东省肿瘤康复学会.2025年“《健康大湾区》-科普引领健康”论坛暨第5期健康科普作品征集活动作品集.深圳市光明区人民医院医学影像科,;2025:601-603.
- [7] Xu S,Tang S,Chen W,et al.Absence of lumbosacral plexus abnormalities in preschool children with tethered cord syndrome:A multiparametric MRI study[J].Child's Nervous System,2026,42(1):105-105.
- [8] 庄丁山.心脏超声评估肺动脉高压患者肺血管压力及右心功能的临床意义分析[J].现代医用影像学,2025,34(08):1564-1567.
- [9] 孙欢.基于心脏 CT 成像的电生理解剖结构在体研究及临床指导意义[D].吉林大学,2016.
- [10] 诸磊,刘夏天,鲁建兴.经食管超声心动图右心造影与经颅多普勒超声造影联合乏氏试验对隐源性脑卒中的临床诊断价值[C]//浙江省医学会,浙江省医学会超声医学分会.2019年浙江省医学会超声医学学术大会论文汇编.浙江省绍兴市人民医院,;2019:160.