

## 指南与共识

## 中国成人心脏瓣膜病超声心动图规范化检查专家共识

中华医学会心血管病学分会心血管影像学组, 北京医学会心血管病学影像学组



扫一扫下载指南原文

## 摘要

心脏瓣膜病是由多种原因引起的心脏瓣膜狭窄和(或)反流所致的心脏疾病。超声心动图是证实心脏瓣膜病的诊断并评估其严重程度的首选方法。由于多方面原因,不同地区、医院和检查者之间的超声心动图检查流程和结果存在一定差异,不利于心脏瓣膜病患者的综合管理。为帮助临床医生对心脏瓣膜病作出准确而一致的诊断和评估,促进相关的临床和科研工作深入发展,制定规范化检查共识十分必要,对心脏瓣膜病的诊断、危险分层、治疗指导、预后评估等具有重要意义。

**关键词** 心脏瓣膜病; 超声心动图; 规范化; 诊断; 严重程度评估

## Expert Consensus for Standard Assessment by Echocardiography in Chinese Adults With Valvular Heart Disease

Division of Cardiovascular Imaging, Chinese Society of Cardiology, Chinese Medical Association; Imaging Group, Cardiovascular Department, Beijing Medical Association.

Co-corresponding Authors: WANG Fang, Email: 13911015388@163.com; WU Yongjian, Email: wuyongjianwork@163.com

## Abstract

Valvular heart disease can be caused by heart valve stenosis and/or regurgitation resulting from multiple causes. Echocardiography is the preferred method to confirm the diagnosis, to define the etiology, and to evaluate the severity of valve disease. Due to various reasons, the echocardiographic procedures and obtained results are not unified between different regions, hospitals and examiners. Above phenomenon impedes the comprehensive management of patients with valvular heart disease. In order to help clinicians make accurate and consistent diagnosis and assessment, to promote the in-depth development of clinical and scientific research related to valvular heart disease, it is necessary to establish consensus on standardized echocardiographic examination procedures and evaluation criteria. The establishment of this consensus might have important clinical implication for the diagnosis, risk stratification, treatment and prognosis evaluation of patients with valvular heart disease.

**Key words** valvular heart disease; echocardiography; standard; diagnosis; severity assessment

(Chinese Circulation Journal, 2021, 36: 109.)

近年来,欧美国家多次对超声心动图评估心脏瓣膜病的相关指南、共识进行更新<sup>[1-4]</sup>。为促进心脏瓣膜病相关的临床和科研工作深入发展,在我国尚无综合的心脏瓣膜病超声心动图检查指南的情况下,制定规范化检查专家共识十分必要。基于既往相关指南、共识及大量临床文献的总结,本共

识详细介绍了超声心动图检查、测量和评价心脏瓣膜病的方法和建议。

## 1 检查前准备及图像存储要求

检查前准备及图像存储要求包括以下四项:(1) 建议检查前记录患者姓名、ID号、年龄、性别、诊断、身高、体重、血压、心率、心脏杂音等信息。

基金项目:国家重点研发计划(2020YFC2008106)

通信作者:汪芳 Email: 13911015388@163.com; 吴永健 Email: wuyongjianwork@163.com

中图分类号:R54 文献标识码:C 文章编号:1000-3614(2021)02-0109-17 DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2021.02.002

(2) 建议使用同步心电图监测。(3) 除测量和频谱图像外, 建议均存储动态图像, 以 DICOM 格式存储。建议正常窦性心律患者存储  $\geq 3$  个心动周期, 心房颤动患者存储  $\geq 5$  个心动周期; 窦性心律时测量 3 个心动周期, 心房颤动时测量 5 个心动周期, 取均值。(4) 测量参数的参考图像示意: 图片上标注 ● 为检查时建议测量参数, ○ 为检查时可选择测量参数。

## 2 心脏瓣膜病的超声心动图规范化检查

### 2.1 主动脉瓣狭窄

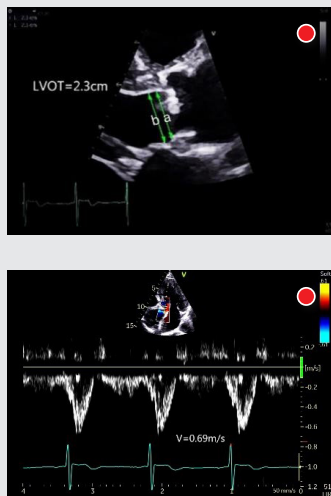
主动脉瓣狭窄的常见原因包括先天性、风湿性

和老年退行性病变。随着人口老龄化, 退行性(钙化性)主动脉瓣狭窄在我国逐渐增多。

#### 2.1.1 主动脉瓣狭窄严重程度的观察与测量参数

仔细观察主动脉瓣叶数目(二叶或三叶)、钙化程度及分布; 建议测量主动脉瓣环、左心室流出道、主动脉窦部和升主动脉内径; 可选择测量冠状动脉开口位置(高度), 同时关注其他瓣膜病变、左心室大小和功能。多声窗多切面测量跨主动脉瓣峰值流速、平均跨瓣压差, 采用连续方程法测量主动脉瓣有效瓣口面积(EOA), 见表 1。

表 1 主动脉瓣狭窄程度评估推荐的建议及可选择测量参数

参数	操作步骤及观测内容	切面	图像
主动脉瓣峰值流速	(1) 连续多普勒测量, 多个声窗(心尖、胸骨上窝、胸骨右缘)获取最大值, 降低增益, 增加室壁滤波, 调整基线与标尺以获得最佳信号; (2) 应尽可能保持声束与血流平行, 二维检查部位以心尖三腔心和五腔心切面为优。测量时需注意二尖瓣偏心性反流的影响; (3) 图像质量差时建议使用声学对比剂	心尖五腔心、心尖三腔心、胸骨上窝或胸骨右缘切面	
平均跨瓣压差	(1) 获取主动脉瓣峰值流速, 描记主动脉瓣 VTI, 通过峰值压差公式获得平均跨瓣压差; (2) 通过描记速度曲线得到平均跨瓣压差	心尖五腔心、心尖三腔心、胸骨上窝或胸骨右缘切面	
连续方程法评估有效瓣口面积	(1) 测量 LVOT 直径: 放大模式下收缩中期在瓣环水平(右图中测量线 a 所指)或与瓣环平面平行并距离瓣环 0.3~1.0 cm 处(右图中测量线 b 所指)测量(从室间隔侧内缘到二尖瓣前叶内缘); (2) 测量 VTI <sub>LVOT</sub> : 脉冲多普勒定位测量, 取样容积长度为 3~5 mm, 置于主动脉瓣左心室侧接近血流加速区。调低室壁滤波设置, 修匀曲线使之光滑而窄细。高扫描速度(通常 100 mm/s)记录血流频谱; (3) 测量 VTI <sub>AV</sub> : 获取方法见前文; (4) 公式/方法: $AVA(cm^2) = (A_{LVOT} \times VTI_{LVOT}) / VTI_{AV}$	胸骨旁左心室长轴切面(二维); 心尖五腔心或心尖三腔心切面(频谱多普勒)	
速度比值	(1) 测量 LVOT 流速及主动脉瓣峰值流速及二者的比值; (2) 无需测量 LVOT 宽度, 比连续方程法测量瓣口面积变异度更小		

注: VTI: 速度时间积分; LVOT: 左心室流出道; AVA: 主动脉瓣口面积;  $A_{LVOT}$ : 左心室流出道面积;  $VTI_{LVOT}$ : 左心室流出道速度时间积分;  $VTI_{AV}$ : 主动脉瓣速度时间积分。● 为检查时建议测量参数; ○ 为检查时可选择测量参数

#### 2.1.2 主动脉瓣狭窄程度的分级标准及流程(表 2、图 1)

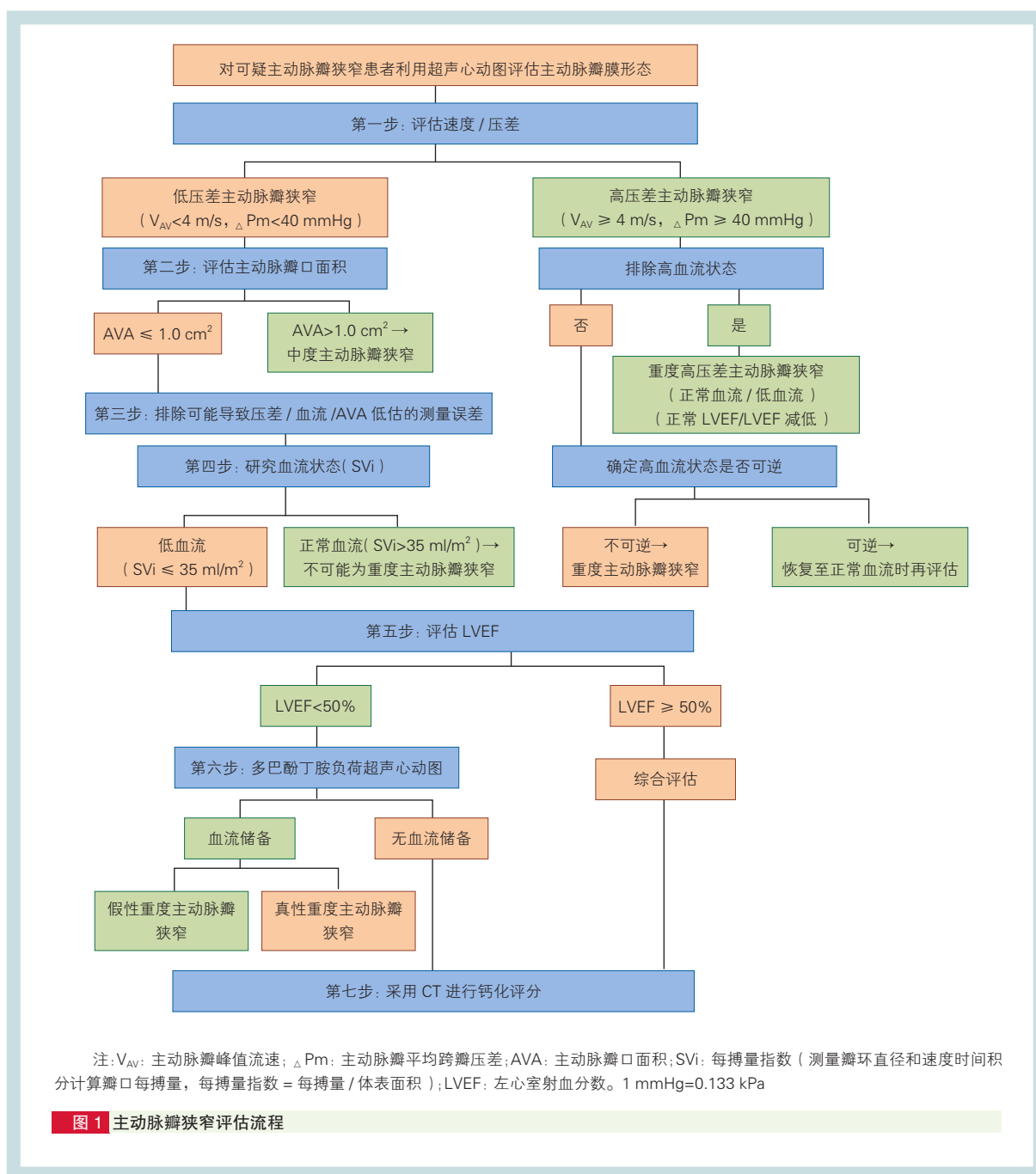
关于主动脉瓣狭窄严重程度的分级, 主动脉瓣口面积  $< 1.0 cm^2$ , 峰值流速  $\geq 4.0 m/s$  或主动脉瓣平均跨瓣压差  $\geq 40 mmHg$  (1 mmHg=0.133 kPa),

上述三个标准中的任何一个均提示重度主动脉瓣狭窄。理想情况下, 应严格符合范围内的所有标准。在诊断标准不一致的情况下, 应在最终做出诊断之前将这些标准与其他影像结果和临床数据进行整合综合判断。

表 2 主动脉瓣狭窄程度的分级标准

项目	轻度狭窄	中度狭窄	重度狭窄
峰值流速 (m/s)	2.6~2.9	3.0~4.0	$\geq 4.0$
平均跨瓣压差 (mmHg)	$< 20$	20~40	$\geq 40$
主动脉瓣口面积 ( $\text{cm}^2$ )	$> 1.5$	1.0~1.5	$< 1.0$
主动脉瓣口面积指数 ( $\text{cm}^2/\text{m}^2$ )	$> 0.85$	0.60~0.85	$< 0.6$
速度比值	$> 0.50$	0.25~0.50	$< 0.25$

注: 1 mmHg=0.133 kPa



## 2.1.3 特殊情况

高压差主动脉瓣狭窄: 在高跨瓣血流量情况下,

尽管峰值流速  $\geq 4.0 \text{ m/s}$ , 平均跨瓣压差  $\geq 40 \text{ mmHg}$ , 而主动脉瓣口面积可能  $\geq 1.0 \text{ cm}^2$ 。必须排除可逆性

高排血量(发热、贫血、甲状腺功能亢进、动静脉瘘等)的情况,否则需要在高排血量状态去除后进一步评估。如不存在高排血量,则诊断为重度主动脉瓣狭窄。

射血分数降低的低血流、低压差主动脉瓣狭窄:定义包括以下条件:有效主动脉瓣口面积 $< 1.0 \text{ cm}^2$ ,平均跨瓣压差 $< 40 \text{ mmHg}$ ,左心室射血分数(LVEF) $< 50\%$ ,每搏量指数 $< 35 \text{ ml/m}^2$ 。此时应做小剂量多巴酚丁胺负荷试验,以判断是否为真性重度主动脉瓣狭窄。如果主动脉瓣口面积有所增加并且最终 $> 1.0 \text{ cm}^2$ ,表明狭窄不严重。主动脉瓣峰值流速 $\geq 4.0 \text{ m/s}$ 或平均跨瓣压差 $\geq 30\sim 40 \text{ mmHg}$ ,提示重度主动脉瓣狭窄,在某种血流量时主动脉瓣口面积不超过 $1.0 \text{ cm}^2$ 。

射血分数保留的低血流、低压差主动脉瓣狭窄:包括主动脉瓣口面积 $< 1.0 \text{ cm}^2$ ,峰值流速 $< 4.0 \text{ m/s}$ ,平均跨瓣压差 $< 40 \text{ mmHg}$ ,LVEF 正常( $\geq 50\%$ )。需要排除以下情况:测量误差(尤其左心室流出道面积以及血流量的低估),在检查时存在高血压、主动脉瓣口面积在 $0.8\sim 1.0 \text{ cm}^2$ ,主动脉瓣口面积、速

度和压差的临界值并非一一对应。对于体型较小的患者,尽管主动脉瓣口面积 $< 1.0 \text{ cm}^2$ ,可能是临床意义上的中度主动脉瓣狭窄。

射血分数保留的正常血流、低压差主动脉瓣狭窄:在临床实践中,有时即使计算血流量正常,也可能出现主动脉瓣口面积 $< 1.0 \text{ cm}^2$ 和平均跨瓣压差 $< 40 \text{ mmHg}$ 的情况。此类患者不应被诊断为重度主动脉瓣狭窄,应对其进行密切随访和再评估,尤其具有临床症状时。

**2.1.4 经导管主动脉瓣置换术相关的超声心动图评估(表 3)**

超声心动图对于经导管主动脉瓣置换术(TAVR)术前、术中及术后评估都有重要作用。经食道三维超声心动图有助于精确测量主动脉瓣瓣环;由于多层计算机断层扫描(MSCT)不仅可以高精度地测量瓣环大小,而且还提供了包括主动脉根部形状,冠状动脉和瓣环之间的距离以及治疗前期整个导管路径全面的解剖细节,故目前多采用 MSCT 进行评估。但当患者存在肾功能不全以及心律不齐时,TAVR 评估时不适合使用 MSCT 而适合选用超声心动图。

**表 3 TAVR 的围手术期超声心动图评估**

项目	术前	术中*	术后
评估内容	筛选 TAVR 适应证 主动脉瓣狭窄程度,狭窄类型(低流量或高流量); 评估 LVEF; 评估瓣环内径(首选 MSCT)	评估是否有瓣周漏、人工瓣的功能及可能的并发症; 理想状态: 短轴人工瓣显示圆形而非椭圆形; 长轴人工瓣近端距 LVOT 仅数 mm,不能突出过多; $V_{\max} < 2.0 \text{ m/s}$ ; 无明显瓣周漏及反流	人工瓣及心脏的总体功能; 心包积液的可能原因: 左心室穿孔(左心室导线相关); 右心室穿孔(起搏导线相关); 瓣环破裂

注:TAVR:经导管主动脉瓣置换术;LVEF:左心室射血分数;MSCT:多层计算机断层扫描;LVOT:左心室流出道; $V_{\max}$ :峰值流速。\*:注:若表中评估指标不满意,可能需要调整人工瓣位置、球囊后扩张或瓣中瓣技术干预

### 2.1.5 随访和术后评估

无症状重度主动脉瓣狭窄应至少每半年重新评估 1 次;有明显钙化,轻度和中度狭窄应每年复查;年轻无明显钙化者,评估间隔可延长至 2~3 年。超声心动图对主动脉瓣狭窄患者的随访评估重点是狭窄程度(速度和压差的增加及主动脉瓣口面积的减小)的进展以及狭窄产生的继发改变(左心室肥厚加重,LVEF 降低,继发性二尖瓣反流和三尖瓣反流,肺动脉压增高)以及升主动脉大小的变化。可能会影响无症状性重度主动脉瓣狭窄的手术决策的超声心动图发现包括:主动脉峰值流速 $> 5.5 \text{ m/s}$ ;重度主动脉瓣钙化同时跨瓣峰值流速每年递增 $\geq 0.3 \text{ m/s}$ ;运动负荷状态下,平均跨瓣压差增加 $> 20 \text{ mmHg}$ 。

### 2.2 主动脉瓣反流

主动脉瓣反流主要由主动脉瓣膜本身病变、主动脉根部疾病所致。根据发病情况分为急性和慢性两种。主动脉瓣反流的病因和发病机制包括先天性心脏病瓣叶病变,获得性瓣叶病变,先天性心脏病遗传性主动脉根部病变及获得性主动脉根部病变。

**2.2.1 主动脉瓣反流程度评估推荐的建议及可选择测量参数(表 4)**

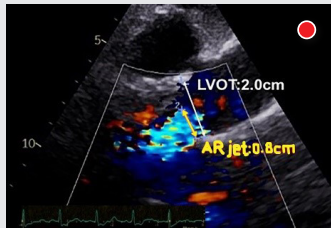

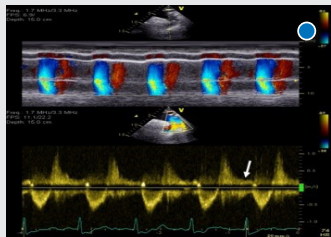
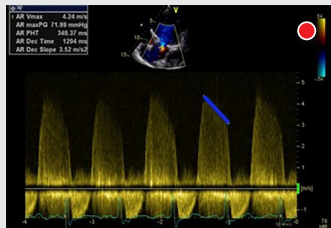
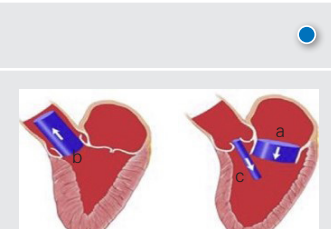

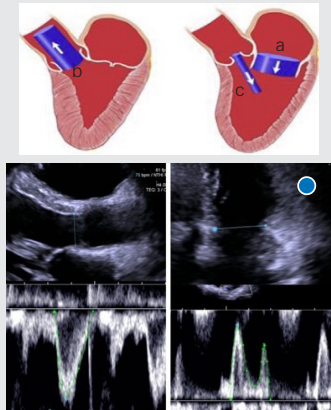
#### 2.2.2 主动脉瓣反流合并特殊情况的评估



主动脉瓣反流合并二尖瓣反流:中度以上主动脉瓣反流合并二尖瓣反流时,不建议采用心输出量法评估反流程度。

主动脉瓣反流合并二尖瓣狭窄:二尖瓣狭窄的血流信号可能与主动脉瓣反流相混淆,鉴别要点是二尖瓣狭窄的速度较低,起始时间较晚。



表 4 主动脉瓣反流程度评估推荐的建议及可选择测量参数

参数	操作步骤及观测内容	切面	图像
反流束宽度 / LVOT 直径	(1) 建议采用 LVOT 局部放大图像; (2) 调整角度获得最佳反流束彩色图像; (3) 在 LVOT 内距离缩流颈 1 cm 内测量反流束宽度; (4) LVOT 直径测量建议参考前文主动脉瓣狭窄超声心动图评价中 LVOT 测量方法	胸骨旁左心室长轴切面	
缩流颈宽度	具体方法建议参考后文二尖瓣反流超声心动图评价中缩流颈宽度测量方法	胸骨旁左心室长轴切面	
近端降主动脉内反流信号	(1) 降主动脉近端取脉冲多普勒频谱, 可观察到舒张期逆流信号; (2) 降主动脉近端彩色 M 型超声提示舒张期的红色反流信号, 全舒张期反流信号提示中度以上主动脉瓣反流, 重度主动脉瓣反流舒张末期逆流速度 > 20.0 cm/s	胸骨上窝切面	
反流频谱的密度	(1) 取样线与血流平行, 反流信号密度与反流程度呈正比; (2) 调整增益, 微弱或不完整的反流频谱提示轻度主动脉瓣反流	心尖五腔心或心尖三腔心切面	
反流束压力减半时间	(1) 取样线与血流平行获得清晰连续多普勒反流频谱; (2) 从反流频谱最高点处开始测量压力减半时间; (3) 偏心反流有时从胸骨旁切面测量更优	心尖五腔心或心尖三腔心切面	
血流汇聚法	具体方法建议参考后文二尖瓣反流超声心动图评价中血流汇聚法测量方法	心尖五腔心或胸骨旁左心室长轴切面	
心输出量法	(1) 假定通过二尖瓣的左心室流入道血流量 (箭头 a 所指) 等于通过主动脉瓣的心搏量 (箭头 b 所指), 当无明显二尖瓣反流时, 二者之差为主动脉瓣的反流量 (箭头 c 所指); (2) 胸骨旁左心室长轴切面 LVOT 局部放大图像, 测量 LVOT 直径, 在心尖切面对应位置取脉冲多普勒频谱, 测量 VTI; (3) 心尖切面舒张期测量二尖瓣环直径和脉冲多普勒频谱的 VTI。 ① $RVol = SV_{LVOT} - SV_{MV} = \pi \times (LVOTd^2/4) \times VTI_{LVOT} - \pi \times (D_{MV}^2/4) \times VTI_{MV}$ ; ② $EROA = RVol_{AV} / VTI_{AR}$	心尖四腔心和胸骨旁左心室长轴切面	

注: LVOT: 左心室流出道; VTI: 速度时间积分; RVol: 反流容积;  $SV_{LVOT}$ : 左心室流出道每搏量;  $SV_{MV}$ : 二尖瓣每搏量; LVOTd: 左心室流出道内径;  $VTI_{LVOT}$ : 左心室流出道速度时间积分;  $D_{MV}$ : 二尖瓣口内径;  $VTI_{MV}$ : 二尖瓣口速度时间积分; EROA: 有效反流口面积;  $RVol_{AV}$ : 主动脉瓣反流容积;  $VTI_{AR}$ : 主动脉瓣反流速度时间积分。  
 为检查时建议测量参数;  为检查时可选择测量参数

主动脉瓣反流合并主动脉瓣狭窄: 左心室肥厚松弛功能受损时, 主动脉瓣反流的压力减半时间 (PHT) 延长, 而当主动脉瓣狭窄导致左心室舒张压升高时 PHT 缩短。重度主动脉瓣反流时, 左心室流出道速度增快, 跨瓣压差增大, 但连续方程测量主动脉瓣口面积是准确的。主动脉瓣反流的评估需结

合多种方法。

### 2.2.3 主动脉瓣反流程度的分级评估(表 5)

### 2.2.4 随访和术后评估

轻中度主动脉瓣反流建议每两年随访 1 次, 重度主动脉瓣反流左心室功能正常时在初次超声心动图检查后半年随访 1 次, 若稳定每年随访 1 次; 若

左心室大小和 LVEF 变化明显, 应每半年随访 1 次。术前及术后随访内容包括: 症状、体征、左心房和左心室大小、左心室功能、升主动脉内径及反流量。重

度主动脉瓣反流的手术指征为: 出现症状; 无症状但 LVEF  $\leq 50\%$  和 (或) 左心室收缩末期内径  $> 50\text{ mm}$  ( $25\text{ mm/m}^2$ ) 或左心室舒张末期内径  $> 70\text{ mm}$ 。

表 5 主动脉瓣反流程度的分级标准

项目	轻度反流	中度反流	重度反流
结构			
主动脉瓣叶	正常或异常	正常或异常	异常、连枷或宽对合间隙
左心室大小	正常(除其他原因导致的左心室扩大)	正常或扩大	通常扩大(除急性)
多普勒定性参数			
血流汇聚现象*	无或很小	介于中间	明显
反流束连续多普勒频谱密度	淡或不完全	密集	密集
压力减半时间 (ms)	慢; $> 500$	200~500	陡; $< 200$
降主动脉内舒张期逆流	短暂; 舒张早期逆流	介于中间	显著的全舒张期逆流
半定量参数			
缩流颈宽度 (cm)	$< 0.30$	0.30~0.60	$> 0.60$
反流束宽度 /LVOT 宽度	$< 25\%$	25%~64%	$\geq 65\%$
反流束 /LVOT 横截面积	$< 5\%$	5%~59%	$\geq 60\%$
定量参数			
反流容积 (ml)	$< 30$	30~59	$\geq 60$
反流分数	$< 30\%$	30%~49%	$\geq 50\%$
有效反流口面积 ( $\text{cm}^2$ )	$< 0.10$	0.10~0.29	$\geq 0.30$

注: 彩色多普勒一般将 Nyquist 极限速度设定在 50~60 cm/s。\*: 血流汇聚法定量测定时设定为 30~40 cm/s。LVOT: 左心室流出道

## 2.3 二尖瓣反流

二尖瓣器由二尖瓣瓣叶、瓣环、腱索、乳头肌构成, 同时二尖瓣的启闭功能还与其连接的左心房及左心室大小和功能密切相关, 以上六个组成任一部分发生病变均可导致二尖瓣启闭功能障碍。二尖瓣反流在瓣膜病中发病率最高, 且随着人口老龄化和人群平均寿命的增加, 发病率还在逐年增加。超声心动图对二尖瓣反流的全面评估包括<sup>[2, 5-6]</sup>: 反流病因的判断; 反流机制的观察和推测; 瓣器病变的性质、部位和病变程度的详细描述; 反流对于房室腔重构及心功能的影响。

### 2.3.1 二尖瓣反流的病因学分类及发生机制及形态学评估

可根据导致瓣叶反流的原始病因分为原发性 (又称之为器质性, 因二尖瓣器质性病变导致), 继发性 (又称之为功能性, 因左心室或左心房的扩大或功能不全导致继发闭合不全) 及混合性 (合并原发性和继发性的因素) 三种病因, 见表 6。

二维超声可观察二尖瓣器结构变化, 有无瓣叶增厚冗长、钙化, 了解瓣下腱索的病变情况以及病变累及部位, 病变形态学的改变对外科开胸手术或是介入治疗的选择起关键作用。病变累及部位通常按照 Carpentier 分区法, 把二尖瓣前后叶从外侧到内侧大致三等分各划为三个区, 分别为前叶 A1、

A2、A3 区, 后叶 P1、P2、P3 区<sup>[7]</sup>, 以方便定位瓣叶病变位置和区域, 见图 2。

### 2.3.2 二尖瓣反流严重程度的基本评估 (表 7、表 8)

典型明确的二尖瓣反流推荐建议测量参数 (定性及半定量) 评估反流严重程度。当建议测量参数评估结果不确定, 需要更多的定量参数支持时, 推荐可选择测量参数补充。

### 2.3.3 二尖瓣反流评估的流程及严重程度分级标准<sup>[8]</sup> (图 3、表 9)

### 2.3.4 特殊情况

继发性二尖瓣反流的机制为瓣环扩大, 瓣叶对合面积减小所致, 收缩期血流沿着对合线反流入左心房, 因而反流口呈狭长形, 不同于原发性二尖瓣反流的圆形反流口, 血流汇聚法测量有效反流口面积时导致低估, 有条件可用三维彩色模式成像后, 横切至反流口横截面, 手动描记有效反流口面积。合并其它瓣膜疾病时需综合患者病史、系列超声检查、心腔大小等情况, 二维、多普勒等多参数进行综合判断。

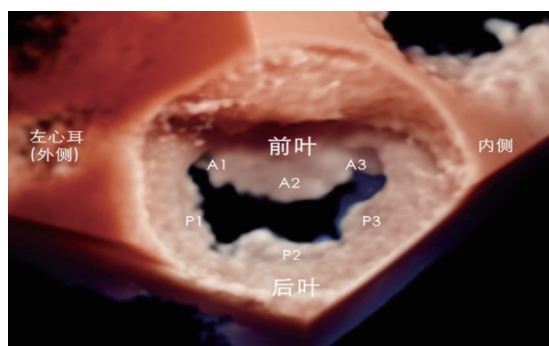
### 2.3.5 随访和术后评估

轻度及中度二尖瓣反流建议定期随访, 每 1~2 年复查; 建议在同一中心采用相同的仪器进行系列随访对照; 功能性反流可在血运重建手术后或药物治疗后复查反流变化<sup>[2, 8]</sup>。

表 6 二尖瓣反流的病因学分类及发生机制

分类及病因	解剖	常见病例
原发性(器质性)二尖瓣反流		
退行性病变或黏液样变性	瓣叶冗余, 脱垂, 增厚 腱索延长、断裂致脱垂, 钙化 瓣环扩大	纤维弹性变性, 马凡综合征 Barlow's 综合征 老年性退行性变
乳头肌或腱索断裂	瓣叶脱垂, 连枷	急性心肌梗死
心内膜炎	赘生物, 瓣叶穿孔 瓣叶瘤, 脓肿等	感染性二尖瓣病变 感染性二尖瓣病变
先天畸形	瓣叶裂(前叶常见)	先天性心内膜垫缺损
风湿性病变	瓣叶增厚挛缩 腱索挛缩钙化, 交界融合	风湿性二尖瓣病变 风湿性二尖瓣病变
外伤或医源性损伤	各种瓣膜损伤	胸部挤压伤, 心脏介入手术
全身疾病累及瓣膜	各种类型瓣膜损害	结缔组织病(系统性红斑狼疮, 强直性硬化性脊柱炎等), 血管炎(白塞氏病), 肿瘤性或 Marantic 心内膜炎, 浸润性心肌病, 慢性肾病, 药物, 放疗等
继发性(功能性)二尖瓣反流		
缺血性二尖瓣反流	左心室重构, 下后壁心肌运动异常、膨展或室壁瘤形成, 乳头肌移位及瓣环扩张	后下壁心肌梗死
非缺血性二尖瓣反流	左心室重构, 乳头肌移位, 瓣环扩张 SAM 征相关二尖瓣反流 单纯瓣环扩张	扩张型心肌病 低容量或左心室高动力状态等导致的动力性 LVOT 梗阻合并二尖瓣反流 HOCM 合并二尖瓣反流(注: 当合并二尖瓣及乳头肌的结构和位置异常时多为混合性二尖瓣反流) 心房颤动

注: LVOT: 左心室流出道; HOCM: 肥厚型梗阻性心肌病; SAM: 二尖瓣收缩期前向运动



注: 病变累及部位通常按二尖瓣前后叶 Carpentier 分区法, 将前后叶从外侧至内侧分为三个区, 分别是前叶 A1、A2、A3 区, 后叶 P1、P2、P3 区

图 2 经食道三维超声心动图 Truevue 模式二尖瓣口左心房面观

重度二尖瓣反流外科手术后或经导管瓣膜修复术后随访, 需注意有无残余反流及残余反流程度(评估方法同前)、有无术后狭窄(评估方法同瓣膜狭窄)、心腔大小的变化及心功能。

机械瓣、生物瓣和经导管瓣膜置换术后随访, 需注意:(1) 人工瓣膜血流动力学, 包括前向血流峰

值流速、峰值压差、平均跨瓣压差, 连续方程式估测 EOA;(2) 有无反流, 反流的位置(中心性或瓣周), 反流程度(评估方法同前), 详细评估方法见人工瓣的评估<sup>[9]</sup>;(3) 心腔大小的变化及心功能;(4) 人工瓣的形态和活动度(有无赘生物、瓣周漏、瓣周脓肿、血栓、血管翳等异常回声), 必要时需进一步经食道超声心动图检查。需与术后早期及既往检查进行对比。

## 2.4 二尖瓣狭窄

超声心动图是无创评估二尖瓣狭窄的主要手段, 为临床决策提供重要依据, 准确和规范化测量至关重要。二尖瓣狭窄的病因和发病机制包括风湿性(瓣叶交界处粘连等)、退行性(瓣叶或瓣环、瓣下腱索钙化等)、先天性(“降落伞”型二尖瓣等)和其他。二尖瓣狭窄根据形态可分为隔膜型、漏斗型和隔膜漏斗型<sup>[10]</sup>。

2.4.1 二尖瓣狭窄严重程度评估推荐建议及可选择测量参数(表 10)

### 2.4.2 二尖瓣狭窄合并特殊情况

无症状或症状不明显的二尖瓣狭窄, 亦或症状与二尖瓣狭窄严重程度不一致, 可以进行负荷超声心动图检查, 通过评估二尖瓣压力梯度和肺动脉压的变化提供更多的客观信息<sup>[11, 6]</sup>。

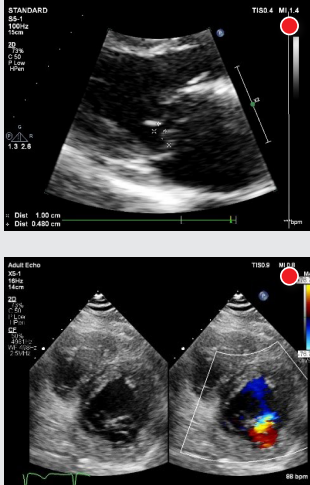
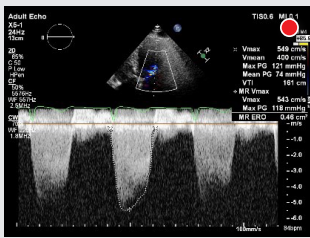

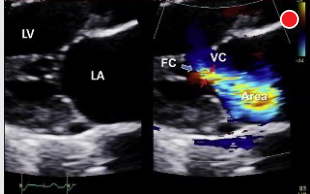


表 7 综合超声心动图评估二尖瓣反流所需参数

项目	内容
临床信息	临床症状和体征(如杂音等)
瓣膜二维图像	(1)瓣叶活动度:脱垂,连枷,限制,瓣叶对合度;(2)瓣叶及瓣下结构:冗长,挛缩,增厚,钙化,赘生物,裂缺,交界融合;(3)瓣环大小,瓣环扩张,瓣环钙化
多普勒参数	(1)反流起始部位和方向;(2)反流束:汇聚、缩流颈和面积;(3)连续多普勒测量的反流信号浓淡;(4)反流频谱形态;(5)肺静脉逆向血流;(6)左心室充盈动力学:E 值, E/A 比值
定量参数	(1)优化 PISA 测量有效反流口面积和反流容积;(2)瓣环直径和速度时间积分计算瓣口每搏量,计算反流容积和反流分数;(3)优化左心室腔定量测量
三维超声心动图(若有)	(1)瓣叶病变部位的定位;(2)左心室和右心室容积的计算;(3)测量 EROA;(4)三维彩色血流自动定量反流容积
其它	(1)左心室和右心室大小、功能和室壁厚度;(2)左心房和右心房大小;(3)合并瓣膜病变;(4)估测肺动脉压

注:PISA:血流汇聚法;E:舒张早期二尖瓣血流峰值速度;E/A:舒张早期二尖瓣血流峰值速度与舒张晚期二尖瓣血流峰值速度比值;EROA:有效反流口面积

表 8 二尖瓣反流程度评估推荐建议及可选择测量参数

参数	操作步骤及观测内容	切面	图像
二尖瓣瓣器解剖	(1)聚焦二尖瓣叶及瓣上瓣下结构局部放大图像观察; (2)有无增厚、钙化、瓣叶脱垂及位置、瓣下腱索有无延长、断裂; (3)短轴切面观察反流所在分区	胸骨旁左心室长轴或胸骨旁二尖瓣水平左心室短轴切面;心尖两腔心、三腔心、四腔心或五腔心切面	
二尖瓣反流频谱形态	连续多普勒测量二尖瓣反流信号,取样线与反流束平行	心尖两腔心、三腔心、四腔心或五腔心切面	
二尖瓣反流面积 / 左心房面积比	(1)适当调节彩色动态范围,调节增益至刚好无噪点信号,描记彩色血流图反流信号面积; (2)同帧描记左心房面积,计算二尖瓣反流 / 左心房面积比	心尖四腔心切面	
缩流颈宽度	(1)适当调节彩色动态范围,调节增益,局部放大图像; (2)调整角度获得最佳反流束彩色图像; (3)观察反流信号汇聚,在汇聚最窄处测量直径	心尖四腔心或胸骨旁左心室长轴切面	



( 续表 8 )

参数	操作步骤及观测内容	切面	图像
EROA	<p>PISA 法可测量 EROA 及 RVol</p> <p>(1) 局部放大图像, 调节血流动态范围基线至速度 ( Va ) 为 30~40 cm/s, 反流信号颜色反转呈等速球面, 利用滚动球获得最佳血流汇聚图像 ( 等速半球形态轮廓清晰 ), 测量等速球面至缩流颈的半径 ( r );</p> <p>(2) 连续多普勒测量二尖瓣反流峰值流速 ( PV<sub>Reg</sub> ) 和速度时间积分 ( VT<sub>IReg</sub> );</p> <p>(3) 计算 EROA=2πr<sup>2</sup>×Va/PV<sub>Reg</sub>; RVol = EROA×VT<sub>IReg</sub></p>	心尖四腔心	
RVol	<p>(1) 心尖两腔心和四腔心切面, 双平面 Simpson' s 法测量左心室总每搏量;</p> <p>(2) 胸骨旁左心室长轴局部放大图像准确测量 LVOT 直径; 心尖五腔心测量 LVOT 的 VT<sub>I</sub>, 计算前向每搏量</p> <p>(3) 计算 RVol= 左心室总每搏量 - 前向每搏量</p>	胸骨旁左心室长轴、心尖四腔心或五腔心切面	
RF	RF=RVol/ 左心室总每搏量 ×100%		

注: EROA: 有效反流口面积; PISA: 血流汇聚法; RVol: 反流容积; LVOT: 左心室流出道; VT<sub>I</sub>: 速度时间积分; RF: 反流分数; LV: 左心室; LA: 左心房; FC: 血流汇聚; VC: 缩流颈。●: 为检查时建议测量参数; ●: 为检查时可选择测量参数

表 9 二尖瓣反流程度分级标准

项目	轻度反流	中度反流	重度反流
结构病变			
二尖瓣结构	瓣器结构无异常或轻微病变	瓣器结构中度异常	严重的明显的瓣膜结构病变
房室腔大小	正常	正常或轻度扩大	扩大
多普勒定性			
彩色反流束面积	小、中心性、窄、短促	适中	大, 中心性 > 50% 左心房面积, 偏心性较大面积冲击左心房壁
反流信号汇聚	不明显	中等	明显并持续全收缩期
反流频谱	信号淡、不完整	中等	信号浓密、全收缩期、倒三角形
半定量参数			
缩流颈宽度 (cm)	< 0.3	0.3~0.7	≥ 0.7
肺静脉频谱	收缩期为主	正常或收缩期减弱	几乎无收缩期波或收缩期逆流
二尖瓣前向频谱	A 峰为主	不定	E 峰为主 ( > 1.2 m/s )
定量参数			
EROA (cm <sup>2</sup> )	< 0.20	0.20~0.39	≥ 0.40
反流容积 (ml)	< 30	30~59	≥ 60
反流分数 (%)	< 30	30~49	≥ 50

注: 部分中心把中度反流又细分为中度反流和中 - 重度反流。A: 舒张晚期二尖瓣血流峰值速度; E: 舒张早期二尖瓣血流峰值速度; EROA: 有效反流口面积

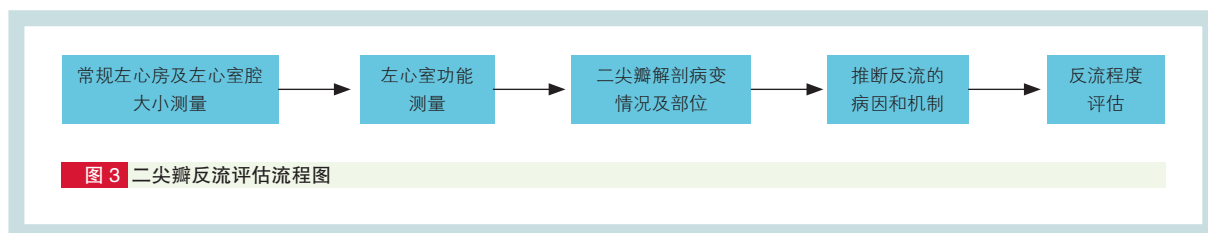


表 10 二尖瓣狭窄严重程度评估推荐建议及可选择测量参数

参数	操作步骤及观测内容	切面	图像
二维描记法评估 MVA	(1) 放大模式下显示二尖瓣瓣口整个轮廓(舒张中期、电影回放模式); (2) 于二尖瓣瓣尖处(包括开放的结合处)且垂直于瓣口直接描画测量; (3) 应确保测量部位位于最窄处,或采用三维超声心动图测量	胸骨旁二尖瓣水平左心室短轴切面	
PHT 法评估 MVA	(1) 二尖瓣血流频谱测量:连续多普勒测量,取样容积置于二尖瓣瓣尖水平,测量 E 峰最高流速及峰值压力; (2) 公式: $MVA (cm^2) = 220/PHT$	心尖四腔心或两腔心切面	
连续方程法评估 MVA	(1) LVOT 直径和 $VTI_{LVOT}$ 测量建议参考前文主动脉瓣狭窄超声心动图评价中的测量方法; (2) 连续多普勒测量,取样容积置于二尖瓣左心室侧近血流加速区,记录血流频谱,描记二尖瓣 VTI; (3) 公式:假设通过二尖瓣的舒张期血流量等于 LVOT 收缩期血流量, $MVA (cm^2) = LVOT_{area} \times VTI_{LVOT}/VTI_{MV} = \pi \times (LVOTd^2/4) \times VTI_{LVOT}/VTI_{MV}$	胸骨旁左心室长轴、心尖五腔心或三腔心切面	
MPG 法	(1) 连续多普勒测量,取样容积置于二尖瓣水平,获得 E 峰最高流速。适用于退行性二尖瓣狭窄 <sup>[11]</sup> ; (2) 声束与血流应尽量平行,频谱轮廓清晰光滑,取多个声窗内测得的最大速度。	心尖四腔心、两腔心或三腔心切面	
PASP	公式: $PASP = 4V^2 + \text{右心房压力}$ , 其中 V 为三尖瓣反流峰值速度(连续多普勒测量);具体评估方法参考 2015 ESC/HRS 肺动脉高压的诊断指南 <sup>[12]</sup>	大动脉短轴、右心室流入道、心尖四腔心或剑下长轴切面	
二尖瓣器及左心房的改变	瓣叶及瓣下结构的改变(参考 Wilkins 评分法 <sup>[13]</sup> ),左心房大小,左心房及左心耳有无血栓或自发显影,二尖瓣口血流等	胸骨旁左心室长轴、二尖瓣水平短轴、心尖四腔心、两腔心或三腔心切面	
运动状态下 MPG 及 PASP	(1) 运动负荷测量方法同静息状态下“MPG”和“PASP”测量; (2) 适用于 $MVA < 1.5 cm^2$ 而无症状或症状可疑患者 <sup>[14]</sup> 。不能耐受运动的患者可考虑行多巴酚丁胺负荷试验评估二尖瓣 MPG	大动脉短轴、右心室流入道、心尖四腔心或聚焦于右心的四腔心切面	

注:窦性心律应测量 3~5 个心动周期并取平均值;心房颤动需所测 R-R 间期变异小,尽可能接近正常心率的 5~10 个心动周期并取平均值<sup>[6]</sup>。另需报告心率<sup>[6]</sup>。  
MVA:二尖瓣口面积;PHT:压力减半时间;LVOT:左心室流出道;VTI:速度时间积分;  $LVOT_{area}$ :左心室流出道面积;  $VTI_{LVOT}$ :左心室流出道速度时间积分;  $VTI_{MV}$ :二尖瓣速度时间积分;  $LVOTd$ :左心室流出道内径;E:舒张早期二尖瓣血流峰值速度;PASP:肺动脉收缩压;ESC:欧洲心脏病学会;HRS:美国心律学会;MPG:平均跨瓣压差。●:为检查时建议测量参数;●:为检查时可选择测量参数

二尖瓣狭窄合并反流:应准确定量测定,必要时可行经食道超声心动图协助评估。

二尖瓣狭窄合并主动脉瓣疾病:合并主动脉瓣狭窄时,可能产生“低血流、低压差”效应,主动脉

瓣狭窄的严重程度可被低估;合并主动脉瓣反流时,此时不能使用连续方程法和 PHT 法评估二尖瓣狭窄,推荐二维超声切面直接测量瓣口面积。

二尖瓣狭窄合并功能性三尖瓣反流多见。

若普通经胸超声心动图二尖瓣图像显示不佳,

可行经食道超声心动图检查进一步评估。尤其适用于拟行经导管二尖瓣球囊扩张术及既往有栓塞史等患者,可进一步明确左心房、左心耳有无血栓及左心耳排空速度。

## 2.4.3 二尖瓣狭窄分级标准(表 11)

表 11 二尖瓣狭窄程度的分级标准<sup>[10]</sup>

项目	轻度狭窄	中度狭窄	重度狭窄
特征性表现			
二尖瓣口面积 (cm <sup>2</sup> )	1.5~2.0	1.0~1.5	< 1.0
辅助性指标			
平均跨瓣压差 (mmHg)*	< 5	5~10	> 10
肺动脉收缩压 (mmHg)	< 30	30~50	> 50

注:\* 适用于窦性心律且心率 60~80 次/min 的患者。1 mmHg=0.133 kPa

## 2.4.4 随访和术后评估

未干预的无症状重度二尖瓣狭窄患者应每年进行超声心动图随访评估,中度患者每 2~3 年随访 1 次,轻度患者每 3~5 年随访 1 次<sup>[11,6]</sup>。经导管二尖瓣联合切开后推荐用二维描记法评估瓣口面积<sup>[15]</sup>。经导管二尖瓣球囊扩张成功后的管理与无症状患者相似,如果出现无症状再狭窄,应加强随访<sup>[11]</sup>。

## 2.5 三尖瓣病变

### 2.5.1 三尖瓣反流


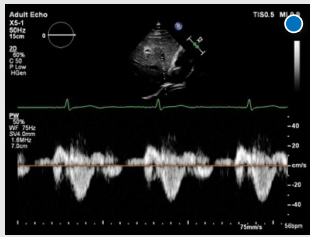

三尖瓣反流分为继发性(功能性)和原发性反流。我国最常见继发性三尖瓣反流原因为左心瓣膜疾病和扩张型心肌病<sup>[16]</sup>,肺动脉高压也较常见;原发性反流以黏液样病变居多,起搏器等右心腔导线装置引起的较为严重的三尖瓣反流也越来越多<sup>[17]</sup>。超声心动图主要用于诊断、评估三尖瓣反流严重程度,确定病因,测量右心房、右心室和下腔静脉的

内径,估测肺动脉收缩压(肺动脉收缩压=4V<sup>2</sup>+右心房压力,其中 V 为三尖瓣反流峰值速度)。三尖瓣反流严重程度基本评估与分级见表 12、表 13。

### 2.5.2 三尖瓣狭窄

三尖瓣狭窄相对并不常见,以风湿性心脏病为主要病因,且很少独立存在,常伴随二尖瓣狭窄及反流出现。目前主要通过连续多普勒对血流动力学进行分析,可以从三尖瓣流入道切面和四腔心切面进行血流评估(图 4)。推荐在全呼吸周期或者呼气末进行评价。正常三尖瓣血流速度通常不会超过 0.7 m/s,吸气时有加速。三尖瓣狭窄时,峰值流速>1.0 m/s,吸气时或会超过 2.0 m/s。严重三尖瓣狭窄可以根据平均跨瓣压差≥5 mmHg,速度时间积分>60 cm, PHT ≥ 190 ms,连续方程测量的瓣口面积≤1.0 cm<sup>2</sup>进行判断,此外还有一些支持性征象有助于分级,如中等程度上可伴右心房扩大或者下腔静脉明显扩张<sup>[10]</sup>。

表 12 三尖瓣反流程度评估推荐建议及可选择测量参数

参数	操作步骤及观测内容	切面	图像
缩流颈宽度	具体方法建议参考前文主动脉瓣反流超声心动图评价中缩流颈宽度测量方法	心尖四腔心或右心室流入道切面	
反流频谱的密度	具体方法建议参考前文主动脉瓣反流超声心动图评价中反流频谱的密度测量方法	心尖四腔心、胸骨旁四腔心、大动脉短轴或右心室流入道切面	
肝静脉血流反向血流	尽量使多普勒取样线与肝静脉血流方向一致	剑突下切面	
EROA、RVol	具体方法建议参考前文二尖瓣反流超声心动图评价中 EROA、RVol (PISA 法)测量方法	心尖四腔心、胸骨旁四腔心、大动脉短轴或右心室流入道切面	

注:EROA:有效反流口面积;RVol:反流容积;PISA:血流汇聚法。●:为检查时建议测量参数;●:为检查时可选择测量参数

表 13 三尖瓣反流程度的分级标准

参数	轻度反流	中度反流	重度反流
结构			
三尖瓣形态	正常或轻度异常	中度异常	重度异常(连枷样运动、严重的挛缩)
右心径线	正常	正常或轻度扩张	通常增大(急性大量反流,右心大小可能正常)
三尖瓣环内径	—	—	$\geq 40$ mm (或 $> 21$ mm/m <sup>2</sup> )
下腔静脉内径 (cm)	正常 $< 2.0$	正常或轻度扩张 2.1~2.5	扩张 $> 2.5$
多普勒定性			
反流束面积 <sup>*</sup>	小、窄、中心性	中量中心性	大量中心性或偏心性贴壁反流束
连续多普勒频谱	频谱较透明、不完整、抛物线形	致密频谱、抛物线形或三角形	致密,通常为三角形
半定量法			
缩流颈宽度 (cm) <sup>*</sup>	$< 0.30$	0.30~0.69	$\geq 0.70$
肝静脉血流 <sup>△</sup>	收缩期血流为主	收缩期血流圆钝	收缩期血流反向
三尖瓣血流 <sup>△</sup>	A 峰为主	变化较多	E $> 1.0$ m/s
等速球面至缩流颈半径 (cm) <sup>▲</sup>	$\leq 0.5$	0.6~0.9	$> 0.9$
定量法			
EROA (cm <sup>2</sup> ) <sup>*</sup>	无数据支持	无数据支持	$\geq 0.4$
二维 PISA 测量反流量 (ml)	无数据支持	无数据支持	$\geq 45$

注:<sup>\*</sup>:Nyquist 极限  $> 50\sim 70$  cm/s; <sup>△</sup>:特异性不高,受其他多种因素影响(右心室舒张功能、心房颤动、右心房压);<sup>▲</sup>:Nyquist 极限基线 28 cm/s。  
A:舒张晚期三尖瓣血流峰值速度;E:舒张早期三尖瓣血流峰值速度;EROA:有效反流口面积;PISA:血流汇聚法。—:无

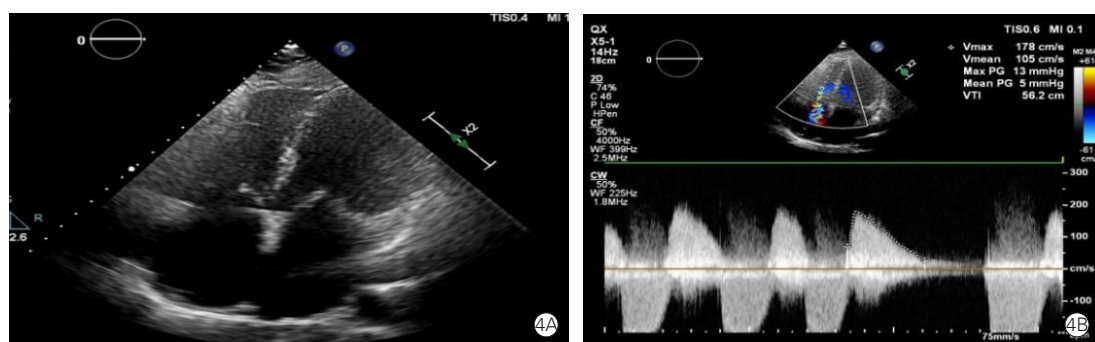


图 4 三尖瓣狭窄患者二维超声心动图图像(4A)显示三尖瓣叶瓣缘增厚,开放受限,连续多普勒频谱(4B)提示三尖瓣压差增大

## 2.6 肺动脉瓣病变

### 2.6.1 肺动脉瓣反流

肺动脉瓣反流大多数是由于肺动脉瓣环扩大和肺动脉主干扩张引起。正常人群中约 75% 可以探查微量到微量的生理性肺动脉瓣反流,并无血流动力学意义。病理性肺动脉瓣反流不常见,大多伴有瓣膜结构异常。最常见病因是各种原因所致的肺动脉高压。继发性肺动脉瓣反流在肺动脉压力升高的患者中最为常见,但反流量通常较小,瓣叶结构正常。原发性肺动脉瓣反流主要见于肺动脉瓣叶异常以及肺动脉瓣狭窄球囊成形术后。严重的原发性肺动脉瓣反流可导致右心室扩大,但右心室功能通常保留。慢性重度肺动脉瓣反流可导致右心室功能障碍。

肺动脉瓣反流程度评估见表 14、表 15。在随

访和术后评估方面,经胸超声心动图评估残余肺动脉瓣反流最常用的方法是综合运用多种技术,包括对右心室流出道、主肺动脉和肺动脉分支的彩色和频谱多普勒观测。

### 2.6.2 肺动脉瓣狭窄

超声心动图在肺动脉瓣狭窄的评估方面有重要作用,有助于明确狭窄部位、了解狭窄原因、评估狭窄程度以及选择恰当的治疗方案。肺动脉瓣狭窄的病因几乎均为先天性畸形。肺动脉瓣狭窄也可以是复杂先天性心脏病的一个组成部分,如法洛氏三联征等。严重的肺动脉瓣狭窄可能伴发右心室肥厚,最终可导致右心室和右心房扩大。通常采用右心室壁厚度  $> 5$  mm 者诊断右心室壁增厚。此外,检测其他伴发的畸形对于肺动脉瓣狭窄患者的评估十分




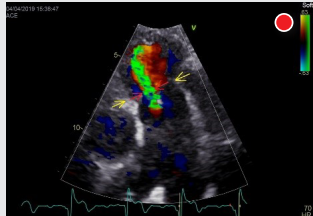
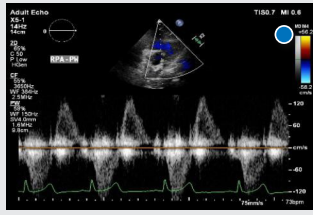


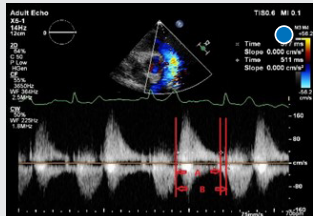
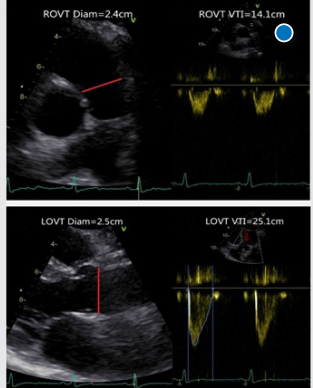
重要。

肺动脉瓣狭窄严重程度基本评估,见表 16。评价经导管肺动脉瓣球囊成形术后疗效最常用的指标是跨肺动脉瓣压差。另外需关注右心容量及功能的情况。经导管肺动脉瓣球囊成形术后长期随访并发症主要包括反流及再狭窄。

## 2.7 瓣膜术后评价的一般原则

显著的瓣膜狭窄和(或)反流最终需手术治疗。外科瓣膜置换是传统的手术方式,经导管瓣膜介入术近十年来发展迅速。瓣膜术后检查应在全面评价心腔大小、左心室收缩与舒张功能等基础上,着重观察人工瓣瓣体、瓣环、周围组织情况,评价瓣膜血流动力学状态(是否存在狭窄、反流),综合判断人工瓣功能与并发症情况。

表 14 肺动脉瓣反流程度评估推荐建议及可选择测量参数

参数	操作步骤及观测内容	切面	图像
缩流颈宽度	具体方法建议参考前文二尖瓣反流超声心动图评价中缩流颈宽度测量方法	胸骨旁短轴或剑突下切面	
反流束宽度与肺动脉瓣环直径的比值	(1) 建议采用局部放大图像; (2) 优化肺动脉近端的图像,获得最佳反流束	胸骨旁短轴或剑突下切面	
肺动脉分支反向血流信号	(1) 左、右肺动脉分支内取脉冲多普勒频谱; (2) 可观察到舒张期逆向血流信号	胸骨旁短轴或剑突下切面	
反流频谱的密度	具体方法建议参考前文主动脉瓣反流超声心动图评价中反流频谱的密度测量方法		
反流频谱 PHT	具体方法建议参考前文主动脉瓣反流超声心动图评价中 PHT 测量方法	胸骨旁短轴或剑突下切面	
肺动脉瓣反流指数	(1) 取样线与血流方向平行; (2) 测量反流持续时间(A)和总舒张期持续时间(B),肺动脉瓣反流指数为 A/B 的比值	胸骨旁短轴或剑突下切面	
反流量/RF	(1) 测量肺动脉瓣环径,取 RVOT 频谱,测量 VTI; (2) 测量主动脉瓣环径,取 LVOT 频谱,测量 VTI; (3) 说明:反流量=每搏量 <sub>RVOT</sub> -每搏量 <sub>LVOT</sub> ; RF=反流量/每搏量 <sub>RVOT</sub> ; 定量方法,适用于多个反流和偏心性反流	胸骨旁短轴、胸骨旁长轴或心尖 LVOT 切面	

注:PHT:压力减半时间;RVOT:右心室流出道;LVOT:左心室流出道;RF:反流分数;VTI:速度时间积分。●为检查时建议测量参数;●为检查时可选择测量参数

表 15 肺动脉反流严重程度的分级标准

参数	轻度反流	中度反流	重度反流
肺动脉瓣叶结构	正常	正常或异常	异常或可能显示不清
右心室大小	正常(除外其他原因所致)	正常或扩张	扩张(除外急性)
缩流颈	起源窄	介于中间	起源宽
反流束宽度与肺动脉瓣环比值	—	—	> 0.7
反流频谱密度和轮廓	弱	强	强;舒张期血流提前终止
肺动脉瓣反流频谱 PHT (ms)	—	—	< 100
肺动脉瓣反流指数	—	< 0.77	< 0.77
肺动脉主干或分支舒张期反向血流	—	—	显著
肺循环血流(VTI <sub>RVOT</sub> )与体循环血流(VTI <sub>LVOT</sub> )的比较	略有增加	介于中间	明显增加
反流分数	< 20%	20%~40%	> 40%

注: PHT: 压力减半时间; RVOT: 右心室流出道; VTI: 速度时间积分; LVOT: 左心室流出道; VTI<sub>RVOT</sub>: 右心室流出道速度时间积分; VTI<sub>LVOT</sub>: 左心室流出道速度时间积分。—: 无

表 16 肺动脉瓣狭窄程度的分级标准

项目	轻度狭窄	中度狭窄	重度狭窄
峰值流速 (m/s)	< 3	3~4	> 4
峰值压差 (mmHg)	< 36	36~64	> 64

注: 1 mmHg=0.133 kPa

## 2.7.1 瓣膜病手术治疗方式与人工瓣类型

瓣膜介入手术方式(表 17): TAVR 与经导管二尖瓣夹合术(如 MitraClip)是较早开展并积累了较多证据的介入术式<sup>[18-19]</sup>。

表 17 瓣膜介入手术方式

瓣膜	瓣膜病变	介入手术
二尖瓣	狭窄 反流	球囊扩张术 瓣叶修复(缘对缘夹合术、人工腱索植入) 经导管二尖瓣环成形术 经导管二尖瓣置换术 经导管瓣周缘封堵术
主动脉瓣	狭窄(或反流)	经导管主动脉瓣置换术
三尖瓣	反流	经导管三尖瓣修复与成形
肺动脉瓣	狭窄 反流或狭窄(如法洛氏四联症术后)	球囊扩张术 经导管肺动脉瓣置换术

外科术式包括瓣膜修复、成形、置换。外科瓣膜置换术常用人工瓣类型(表 18)中,最常用的人工生物瓣是带支架的异种生物瓣,最常用的人工机械瓣为双叶碟瓣。人工瓣尺寸指的是瓣环外径,单位采用 mm。

## 2.7.2 人工瓣评价的一般原则

人工瓣功能评价力求信息全面,包括临床资料、二维超声心动图、三维超声心动图、多普勒参数、术后基准超声参数、系列随访参数变化。理想的术后基准超声心动图应在术后 4 周左右进行。后继随访应与术后基准检查做对比。人工瓣置换术后每年

应行常规临床随访,视临床情况行超声心动图检查。人工生物瓣置换 5 年后,即使临床情况无变化也建议每年复查超声心动图。

表 18 外科瓣膜置换术常用人工瓣类型

人工瓣类型	分类
生物瓣	
有支架瓣膜	异种猪瓣膜 异种心包瓣膜
无支架瓣膜	异种猪瓣膜 异种心包瓣膜 同种异体瓣膜 自体瓣膜移植(Ross 手术)
机械瓣	
双叶碟瓣	—
单叶侧倾碟瓣	—
球笼瓣	—

注:—: 无

临床资料方面应了解手术信息(术式、时间、人工瓣类型与尺寸)、患者信息(身高、体重、体表面积、血压、心率)、临床信息(症状、抗凝药物使用等情况)。二维超声心动图、三维超声心动图与多普勒参数,见表 19。

## 2.7.3 人工瓣狭窄

设计梗阻: 几乎所有置换的瓣膜因为设计原因均有轻微梗阻,瓣口血流速度与压差类似自体瓣轻度狭窄的水平。经导管置入瓣膜跨瓣压差一般低于外科置换术后瓣膜<sup>[20-21]</sup>。

表 19 瓣膜置换术后超声心动图评价参数

参数	评价内容
常规超声参数	(1) 心脏大小(左心室、左心房、右心室、右心房)、室壁厚度/有无左心室肥厚;(2) 左心室收缩与舒张功能;(3) 肺动脉压估测;(4) 其它瓣膜功能
人工瓣二维与三维超声心动图观察	(1) 开闭活动;(2) 瓣叶钙化、异常回声;(3) 瓣环完整性、活动度、异常回声
多普勒参数	(1) 血流频谱形态(人工主动脉瓣加速时间);(2) 峰值流速、最大压差;(3) MPG;(4) 人工主动脉瓣 DVI: 流出道与人工瓣口速度时间积分比值;(5) 人工二尖瓣 DVI: 人工瓣口与流出道速度时间积分比值;(6) PHT, 人工二尖瓣与三尖瓣;(7) EOA, 连续方程测量;(8) 反流有无、部位、程度

注: MPG: 平均跨瓣压差; DVI: 多普勒血流速度指数; PHT: 压力减半时间; EOA: 有效瓣口面积

人工瓣-患者不匹配(PPM): 人工瓣的 EOA 相对于患者体表面积过小时, 发生 PPM, 导致术后跨瓣压差异常升高。人工主动脉瓣 EOA  $> 0.85 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  为轻度 PPM,  $0.65 \sim 0.85 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  为中度 PPM,  $< 0.65 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  为重度 PPM。PPM 的严重程度直接影响临床转归。人工二尖瓣 EOA 不应小于  $1.2 \sim 1.3 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  [22]。

病理性狭窄: 病因包括钙化衰败、血管翳、血栓形成等。仅凭高速血流不能诊断人工瓣狭窄, 因

可能继发于高流量状态、心动过速、PPM; 相反, 人工瓣功能障碍伴低心输出量时, 跨瓣压差可不增高。人工瓣尺寸、术后基础及系列检查多普勒参数是重要参考。测量的 EOA 低于参考面积 2 个标准差时提示狭窄。同种异体瓣、无支架瓣膜和经导管置入瓣膜血流动力学特点与自体瓣相近; 其他类型的人工主动脉瓣和二尖瓣, 在心输出量正常或接近正常的情况下, 提示狭窄的参考参数见表 20、表 21。

表 20 提示人工主动脉瓣狭窄的多普勒参数\*

多普勒参数	正常	可疑狭窄	明显狭窄
峰值流速 (m/s)	$< 3$	3~4	$> 4$
平均跨瓣压差 (mmHg)	$< 20$	20~35	$> 35$
多普勒血流速度指数 ( $VTI_{LVOT}/VTI_{人工瓣}$ )	$\geq 0.30$	0.29~0.25	$< 0.25$
有效瓣口面积 ( $\text{cm}^2$ )	$> 1.2$	1.2~0.8	$< 0.8$
CW 血流频谱形态	三角形, 早期达峰	过渡	圆钝、对称
人工主动脉瓣加速时间 (ms)	$< 80$	80~100	$> 100$

注: \* 适用于每搏量正常 (50~70 ml) 的人工机械主动脉瓣与带支架的生物主动脉瓣。速度与压差受流量影响, 如合并主动脉瓣反流。CW: 连续多普勒; VTI: 速度时间积分; LVOT: 左心室流出道;  $VTI_{LVOT}$ : 左心室流出道速度时间积分;  $VTI_{人工瓣}$ : 人工瓣口速度时间积分。1 mmHg=0.133 kPa

表 21 提示人工二尖瓣狭窄的多普勒参数

多普勒参数	正常	可疑狭窄	明显狭窄
E 值 (m/s)	$< 1.9$	1.9~2.5	$\geq 2.5$
平均跨瓣压差 (mmHg)	$\leq 5$	6~10	$> 10$
DVI ( $VTI_{人工瓣}/VTI_{LVOT}$ )	$< 2.2$	2.2~2.5	$> 2.5$
有效瓣口面积 ( $\text{cm}^2$ )	$\geq 2.0$	1~2	$< 1$
压力减半时间 (ms)	$< 130$	130~200	$> 200$

注: 速度、压差、DVI 在某些生物瓣测值可能高于上述正常界值, 且在并存二尖瓣反流时也可出现异常。E: 舒张早期二尖瓣血流峰值速度; DVI: 多普勒血流速度指数; VTI: 速度时间积分; LVOT: 左心室流出道;  $VTI_{人工瓣}$ : 人工瓣口速度时间积分;  $VTI_{LVOT}$ : 左心室流出道速度时间积分。1 mmHg=0.133 kPa

## 2.7.4 人工瓣反流

“生理性反流”: 大多数机械瓣存在轻微或轻度的设计“冲洗反流”。许多生物瓣, 尤其是无支架生物瓣, 可存在轻度反流。反流的特点与人工瓣的设计工艺有关。

瓣膜介入术后残余反流与瓣周反流: 二尖瓣介入 (如 MitraClip) 术后残余反流可为偏心、多束。

TAVR 术后瓣周反流与人工瓣设计、自体瓣钙化情况、手术因素等相关, 新的瓣膜设计使术后瓣周反流显著减少。中量以上的瓣周反流影响预后。

病理性反流: 外科置换术后早期少量的瓣周反流 (瓣周漏) 常见, 通常随内皮化进程而消失, 不影响预后。远期可因人工瓣衰败、感染等并发症产生反流, 反流程度评价参照前述自体瓣反流。