

# 成人右心超声心动图评估浙江实践指南与共识(二)

浙江省超声医学工程学会超声心动图专业委员会 浙江省医学会超声医学分会

**[摘要]** 右心的结构和功能受到广泛的生理和病理条件的影响。对右心参数进行量化分析在临床诊断、预后判断和监测治疗效果等一系列临床应用中非常重要。尽管超声心动图仍然是右心评估的首选成像方式,但与左心室比较,现有指南相对较少。本文根据《美国超声心动图协会(ASE)成人右心超声心动图诊断指南》《英国超声心动图协会(BSE)实践指南:成人右心超声心动图评估》和《2022欧洲心脏病学会(ESC)/欧洲呼吸协会(ERS)肺动脉高压的诊断和管理指南》,由浙江省超声医学工程学会超声心动图专业委员会、浙江省医学会超声医学分会组织浙江省青年超声心动图专业工作者进行翻译和整理,主要阐述超声心动图评估右心的原则和实际操作规范,包括腔室大小和功能的量化及瓣膜功能的评估,旨在进一步推广和提高浙江省超声心动图精准定量诊疗技术。

**[关键词]** 右心室;超声心动图;右心房;指南

## 8 几种相关疾病的右心室评价方法<sup>③</sup>

在影响右心的众多先天性和后天获得性疾病中,右心室结构和功能变化存在很大不同。常规超声心动图右心室指标在众多疾病中呈现出不同的灵敏度和特异度,所以应用超声心动图评估右心室结构和功能过程中,应根据不同的疾病情况做具体分析,而不是采用统一参数和截断值。以下通过几种影响右心室病理生理变化的典型疾病(如:压力负荷增加、浸润性疾病及心肌疾病等)对右心室的评估进行说明:TAPSE 代表右心室的纵向收缩功能,TAPSE 减低是预测肺动脉高压患者预后的独立因素,且获取操作简单,因此测量 TAPSE 被大家广泛使用。然而,在右心室后负荷增加的状态下,径向收缩功能能更好地反映右心室整体功能,故评估肺动脉高压患者右心室时,应联合使用能够反映关于径向功能的右心室面积变化分数进行综合评估。心脏淀粉样变性是一种心肌浸润紊乱的典型限制性心脏病,通过评价其右心室纵向功能可较好地反映其右心功能情况。与心脏 MRI 检查比较,TAPSE 获取的右心室射血分数可更好反映心脏淀粉样变性患者右心功能,并可灵敏反映心肌浸润程度。淀粉

样物质单纯沉积于心内膜下纵向纤维时 TAPSE 轻度减低,而随着累及的心肌组织范围扩大造成左心室相关和毛细血管后肺动脉高压时 TAPSE 进一步减低。由此可见,TAPSE 是一个较好反映心脏淀粉样变性患者病理生理学演变的指标。致心律失常性右心室心肌病(arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy, ARVC)是从局限于右心室细微变化到心腔明显扩张和(或)功能障碍一系列结构和功能表现异常的心肌疾病。超声心动图诊断 ARVC 的标准包括从右心室壁节段性运动减弱为主要表现的室壁运动异常和局限性室壁瘤,以及于胸骨旁长轴及短轴切面测量 RVOT 内径和 FAC 等参数。因此,在临床中评估此类患者右心室时不能仅仅获取单一反映纵向功能的指标,而应全方面的评估其结构与功能的变化。

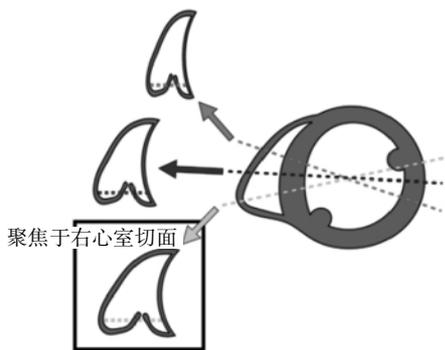
## 9 评估右心功能的新技术<sup>③</sup>

**9.1 斑点追踪超声心动图(speckle tracking echocardiography, STE)** STE 已被广泛应用于提供右心室心肌变形的信息。例如,STE 中的右心室纵向应变在各种情形下已被证明是可行的、重复好的新方法。然而,STE 的临床应用受到机器厂家硬件和软件算法等的限制。因此,欧洲协会心血管影像协会(European Association of Cardiovascular Imaging, EACVI)、ASE 及生产厂家正在努力促进右心室的二维斑点追踪技术成像标准化,主要包括以下建议:

DOI: 10.12124/j.issn.2095-3933.2023.2.2022-5341

通信作者:郑哲岚, E-mail: zhze2002@163.com

(1)二维应变图像采集时,应在心尖右心室切面(图 15)采集动态影像。在整个心动周期中要清楚显示右心室心尖段(即右心室游离壁紧靠左心室心肌部位)。描记右心室心肌的内轮廓即心内膜面为感兴趣区域;(2)应追踪完整的右心室游离壁,以确保可靠的测量;(3)不能把心包及三尖瓣瓣环心房侧纳入感兴趣区域,因为这些结构会降低右心室的应变值;(4)感兴趣区域的宽度应该是可调的,一般默认为 5 mm(右心室游离壁相对较薄);(5)在报告中应该说明是通过心内膜描记还是全层心肌描记得出的应变值,因为这种方法的应变分析涉及到心肌厚度;(6)在条件允许的情况下,应尽量选择专用右心室应变分析模式;(7)优先评估纵向应变而不是径向应变,因为右心室壁较薄径向应变不够准确。但是,无论是纵向应变还是径向应变均可通过二维应变技术分析。尤其是在右心室后负荷增加的情况下,是径向应变值而不是纵向应变值更能反映右心室整体应变量,这点非常重要;(8)应变分析技术的大量预后数据说明右心室游离壁(不包括室间隔)应变分析需要常规进行,主要包括右心室游离壁纵向应变和右心室游离壁纵向应变率,而右心室纵向应变应包括室间隔的应变。因此其并不等同于右心室游离壁纵向应变(这一点需在报告中特别注明);(9)节段应变是指把右心室游离壁分成 3 等分,分别为基底段、中间段及心尖段。



注:RV 为右心室

图 15 RV 心尖切面示意图[当获取心尖四腔心切面后,旋转探头至 RV 内径最大(浅灰虚线)并且左心室内径保持相对不变。深灰虚线 and 黑虚线表示标准 RV 心尖切面的不同切面,只显示了左心室但是没有显示 RV 最大径]

虽然通过 STE 能得到很多时间和功能参数,但是现有文献中提及的主要是右心室纵向应变峰值及位移。右心室整体纵向应变目前并没有可靠一致

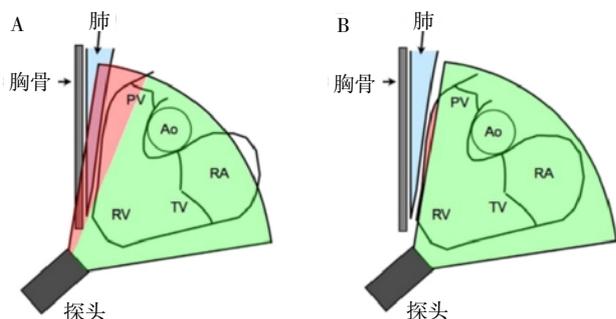
的临界值,但是通常把  $-23\%$  作为它的临界值。此外,需要注意的是右心室变形也可以用组织多普勒超声心动图量化,右心室速度、应变及应变率有正常参考值。这些变量除了应变随年龄增加略有下降外,其他变量几乎不受性别、年龄的影响。右心室前负荷及后负荷的变化会影响右心室心肌速度,但是对应变及应变率并没有影响。在急性肺栓塞患者中,组织多普勒衍生出的右心室节段变形可提供患者预后信息并预测不良事件。

9.2 三维容积超声 只有三维心脏成像能充分显示右心室复杂的解剖结构及收缩模式。当纵向收缩功能受损时,无论是存在假阳性结果(如心胸外科手术)还是不能很好地反映右心室整体收缩功能(如肺动脉高压)的情况下都应优先评估整体容积。因此,三维超声心动图是一种很有潜力的右心室评估新技术,并且随着技术的发展,其在左心衰竭及右心衰竭中的预后评估价值逐渐凸显。右心室三维定量评估技术需要操作者有丰富的图像采集和后期图像处理经验。

9.2.1 图像采集 在聚焦于右心室的心尖切面下确保显示完整右心室,采集锥体状容积数据。目前常用的三维容积数据采集方法包括:(1)通过心电图门控采集连续的多个子容积数据集;(2)单个心动周期采集的全容积数据集。前一种方法的问题是需要长时间屏气和规律的 RR 间期,以避免子容积数据包在组合拼接时产生伪像。然而图像采集和数据后处理均会影响三维数据的准确性,2010 年的 Meta 分析研究显示,在几个连续的心动周期和长时间屏气时采集右心室三维容积数据包,其测量的右心室大小比心脏 MRI 测得的右心室要小。更先进的探头技术实现了在一个心动周期中获取三维全容积数据集,可以克服长时间屏气和心律失常的问题,同时也消除了容积数据子集拼接时产生的伪像。此外,单个心动周期采集全容积数据集的实时性使操作者可以在采集前观察四腔心、冠状面和矢状面等正交二维图像,有助于操作者识别相关右心室结构是否在声窗内。

在获取右心室三维容积数据时,最大的障碍是在冠状切面完全显示 RVOT。因为 RVOT 的位置在胸骨后、前胸腔内,容易受到胸骨和肺组织的遮挡,即使换一个肋间隙依然难以避免(图 16)。有一种办法是向后倾斜探头尾部,把主动脉根部显示在

RVOT 图像中, 这种办法可能有助于获取包括 RVOT 在内的全容积数据集。



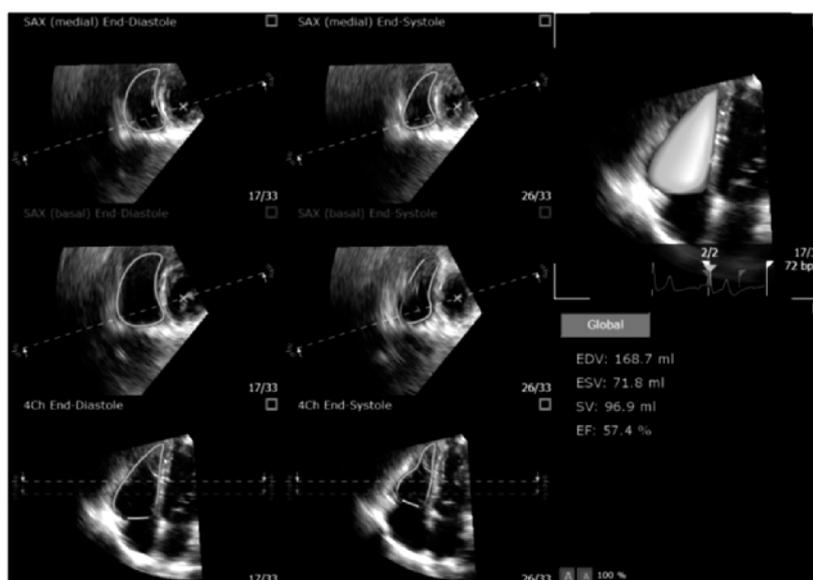
注: Ao 为主动脉; PV 为肺动脉瓣; RA 为右心房; RV 为右心室; TV 为三尖瓣; RVOT 为右心室流出道

图 16 三维容积数据采集时 RVOT 被遮挡的示意图(A: 胸骨或肺组织通常挡住 RVOT; B: 由于 RVOT 的位于胸骨后、前胸腔内及其形态, RVOT 前壁可能无法显示, 可以通过换一个肋间隙观察来避免这种情况)

9.2.2 图像后处理 不同的厂家有不同的右心室三维容积数据分析方法: (1)最早的右心室三维容积数据处理是使用求和方法。这就要求操作者于收缩末期和舒张末期在轴向切面对每个断层中二维右心室切面的心内膜进行描记。每个断层的体积是断层的面积乘以它的厚度。整个右心室的容积由每个断层的容积相加得到。(2)更现代的右心室三维容积后处理方法要求操作者在 3 个正交切面(即四腔心切面、矢状面和冠状面)的舒张末期和收缩期描记心内膜。在一个切面中描记的心内膜面必须在

接下来的其他切面中看的到各自的心内膜区域相交, 因此可能需要手动校正以确保各切面的描记一致。还有一种半自动心内膜识别算法可以在正常受试者和右心室病理模型中运行, 当发现描记不够准确时可以手动校正。这种技术被推荐为首选的后处理方法, 主要原因是其比求和技术更准确, 部分原因是其几何假设更少且可更直观地勾画右心室流入道和流出道。(3)通常情况下, 右心室三维容积数据采集后处理最具挑战的是需要一个高质量的冠状切面, 该切面中沿 RVOT 的心内膜清晰可见, 因而可以准确追踪。新近的一种商业化右心室三维分析软件只需四腔心切面和短轴切面, 就能从中分析提取出右心室三维容积数据。超声心动图医师更熟悉且更容易识别的这些切面, 可能使得心内膜边界的识别更便捷, 从而为右心室三维容积评估提供了一种精确和可重复的方法。最新版本的右心室容积分析后处理软件可自动识别并描记右心室心内膜面, 操作者可以在心尖四腔心切面及两个短轴切面的舒张末期及收缩末期图像中调整心内膜边界, 无需调整冠状切面。任何手动校正均可自动传给整个心动周期中的其他帧图像(图 17)。

尽管之前右心室容积和右心室射血分数的参考区间有通用区间, 但这些参数的确会受患者年龄和性别的影响, 因此不同年龄和性别的人群应该有相应的参考区间。通常来说, 右心室射血分数  $\geq 45\%$  被视为右心室收缩功能正常。也有许多研究对比了



注: EDV 为舒张末期容积; ESV 为收缩末期容积; SV 为每搏输出量; EF 为射血分数

图 17 新版右心室容积分析后处理软件演示

右心室三维容积分析定量参数和心脏 MRI 的定量参数。三维容积数据分析对心室腔大小的低估倾向是普遍存在的。三维容积数据集的空间分辨率低于二维图像导致心内膜模糊,使得操作者描记腔体过深是导致右心室容积低估的潜在原因。目前,右心室三维容积分析的准确性(与心脏 MRI 比较)和重复性的广泛限制可能也是导致该技术对右心室功能的微小变化不敏感,而这些变化在右心室疾病中具有重要的临床意义并且可以通过心脏横断面成像模式识别。所以,为了获取可靠的右心室三维容积分析结果,应考虑良好的声窗、清晰的图像、固有的学习曲线和令人满意的重复性。因此,先前的指南一直强调,右心室三维容积分析应先在有适当经验的实验室中进行。最近,使用静脉对比剂被证明可更好地勾画心内膜,减少右心室容积的低估。然而,之前引用的参考区间不是造影模式下的。因此,将其划入右心室容积分析指标之前,需要进一步验证该技术的科学性以及修订标准参考区间。

## 10 右心室评估参数的常见局限性<sup>③</sup>

超声心动图评估右心室参数的正确应用和解释依赖于了解他们的相对局限性。在超声心动图评估右心室大小和功能时,应注意以下事项:(1)在四腔心切面中测量左心室和右心室基底段横径的比值是直观判断右心室扩张的一种简单方法,但如果左心室本身扩张,则可能无效。二维测量右心室内径重复性最好的参数是右心室基底段直径,这是超声心动图医师进行各种研究时的重要指标。然而,与所有二维右心室测值一样,大多数指南中提供的正常参考值没有索引,也没有按性别分类,并且运动员个体未排除。BSE 超声心动图指南也可见运动员参与正常心脏筛查的。(2)采集标准化的聚焦于右心室切面的重要性体现在 FAC 测量的可重复性上,如果使用不同的超声心动图声窗,其重复性在不同的医师之间可能存在显著差异。(3)右心室 Tei 指数或称 RIMP 和所有右心室功能指数一样,依赖于压力负荷,在右心房压升高的情况下可能会伪正常化。在这种情况下,升高的右心房压力导致三尖瓣提前打开,等容舒张时间缩短,从而低估 Tei 指数。(4)S' 和 TAPSE 都是角度依赖性指标,并且只反映右心室基底部的纵向收缩功能,忽略了心尖部和 RVOT 对右心室射血的作用。此外,这些变量都反映

心肌位移而不是收缩。在肺动脉高压时将导致测量右心室位移的灵敏度提升,而不是获取真实的右心室收缩数据。在右心室显示为摇摆运动的情况下,应考虑提供一个整合右心室心尖部完整运动的 TAPSE 值。最后,S' 和 TAPSE 值在心胸外科手术降低,通常是由于纵向收缩功能的真正损伤,以及术后心脏解剖构型改变的影响。因此,应考虑用其他测量方法来评估右心室功能。(5)应该避免因三尖瓣反流的连续波多普勒频谱图不完整而导致右心室收缩压被低估的情况。相反,在评估下腔静脉内径及其塌陷率时,右心房压力往往被高估,并且在一些研究与侵入性压力测量结果不一致。因此,估测的右心房压力应与三尖瓣反流最大速度分开单独标定,况且超声心动图对肺动脉高压的评估不应仅依赖于三尖瓣速度和下腔静脉尺寸。(6)右心室舒张功能指标对前负荷和后负荷的变化非常敏感,在存在明显肺动脉高压时必须慎重使用。

## 11 小结

右心大小和功能的评估对许多疾病的诊断、治疗随访及预后评估都有非常重要的意义。目前,超声心动图仍然是临床右心评估首选的影像学方法。近年来,随着一些新技术(例如应变、三维超声心动图、右心室舒张功能评价等)的应用和推广,也产生了更多定量评估右心的正常参考值。当然,需要谨慎考虑这些定量评估右心的超声心动图新方法的准确性和可重复性。因此,在使用超声心动图评估右心时要注意以下几点:(1)准确、可重复性评估右心常常需要借助一些特殊的超声切面和技术,例如聚焦右心室的心尖四腔心切面;(2)完整的右心评估应包含右心房和右心室的大小、右心室收缩和舒张功能、肺动脉瓣和三尖瓣的解剖结构及功能,以及估测肺动脉压;(3)在应用新技术、新方法的参考值来评价右心时,要紧紧地结合疾病本身,充分考虑不同病理生理学状态下右心结构的变化。

主要执笔者:倪显达(温州医科大学附属第一医院超声科)、乔优(浙江大学医学院附属第一医院心血管超声中心)、王戏丹(金华市中心医院超声医学科)、赵敏(浙江大学医学院附属杭州市第一人民医院超声影像科)、张盼(绍兴市人民医院超声科)、

(下转第 116 页)