



CHINESE TRANSLATION

EFSUMB 教科书，第二版

编辑：Christoph F. Dietrich

超声心动图基础知识和标准记录

Andreas Hagendorff¹, Stephan Stoebe¹

中文翻译与校对：祖白热·牙生², 张丽², 梁萍³

¹ Department of Cardiology and Angiology, University of Leipzig; ² 华中科技大学同济医学院附属协和医院超声医学科, 武汉, 中国; ³ 中国人民解放军总医院介入超声科, 北京, 中国

通讯作者：

Andreas Hagendorff, 教授, M.D., Ph.D

Department of Cardiology and Angiology

University of Leipzig

04103 Leipzig, Germany

电子邮件: Andreas.Hagendorff@medizin.uni-leipzig.de

引言

超声心动图学是超声医学的分支学科。超声心动图独特特点体现在：①与其他超声成像设备组成和设置不同；②切面扫查方向与左心室坐标轴相关；③心血管医生需通过二维及彩色的动态视频、多普勒静态频谱图像，以测量、计算和释读多维超声参数，进而评估患者心血管功能。目前临床上，患者诊疗方案需综合超声心动图结果制定。在实际工作中，特别是进行急诊超声心动图检查时，超声医生需具备合格的操作技能，一定的临床经验，扎实的心血管病理生理学基础，及其对心功能的影响。

鉴于以上种种复杂情况，超声心动图专家对超声心动图检查和教学方式意见不同。一些观点认为，“一日课程”、网络教学和其他短期培训能促进操作者全面学习和理解超声心动图。另一些观点则提出长期理论课程和长期实践培训等概念。不同观点源自于不同领域（如心内科专家、心外科医生、麻醉专家、急诊专家、全科医生和超声医生）的医学专家对超声心动图的理解差异。

如果简单将超声心动图视为一种能检测到“心脏正在搏动”、“心脏功能似乎正常”、“右心疑似增大”、“心脏瓣膜处可见湍流”、“心包积液”或“高血容量状态”等基本征象的影像学方法，尽管在紧急情况下可以提供很大帮助，但这种随意的检查态度不利于超声心动图技术发展，特别是现代新兴发展中的超声技术。

因此，需谨慎、细致实施超声心动图教学，从而能让操作者掌握所有超声心动图检查方法和操作技巧，使该项检查以正确的方式发挥最大作用。

虽然扫查本身只是掌握方法学技术，但如何获取最优质量的图像不仅仅是一门技术，而更像是一门艺术。

就诊断方面，目标不应只是通过超声心动图采集任意图像，而应在准确显示心血管结构以及采集标准切面的前提下，获得质量最佳的图像。采集标准切面是减少观察者间差异、后续随访进行可靠对比的必要条件，特别是如果相关测量和计算是基于优质图像质量得出^[(1;2)]。

下一章将向读者介绍如何以结构化的方法和艺术性的思维方式来理解经胸超声心动图的基础技术。

基本原则

学习超声心动图就如同学习一门新乐器，需从掌握如何设备操作开始。因此，在超声心动图教学中，教授正确的探头置放位置、角度调节方向，对于高质量图像的获取至关重要。

超声心动图扫描首要原则是寻找目标切面，必须同时操作探头和观察显示器上的心脏结构。这种“眼-脑-手”的互动对于调整探头位置以获取正确切面至关重要。在实践中，需要通过调整探头手持位置找到左室长轴切面，以便为后续超声心动图检查确定一个起始位置或操作原点。第二个重要原则是立体定向扫描模式。为了能够准确可视化心脏结构，探头的位置只能在一个空间平面内改变。这意味着探头向左右倾斜时不能同时向前后翻转或旋转；向前后翻转时不能向左右倾斜或旋转；在旋转时不能倾斜或翻转。基于这两项原则，可以客观指导和高度标准化扫描过程。

标准经胸超声心动图检查

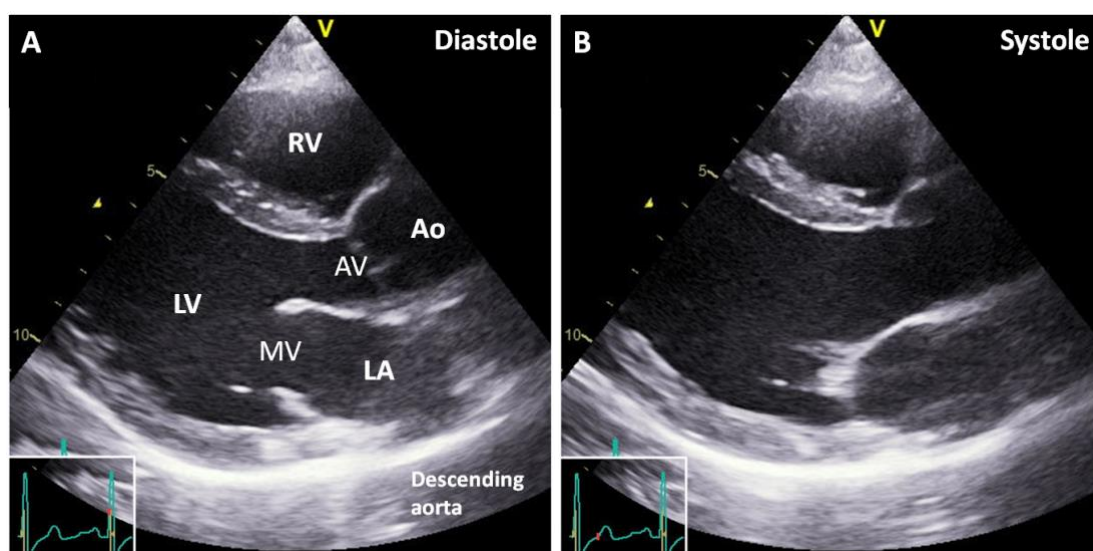
经胸超声心动图在不同切面上获取不同剖面的心脏图像。患者左侧卧位时，左侧胸骨旁长轴切面通常位于锁骨中线第三至五肋间。心尖切面位于左侧肋弓侧缘左室心尖正上方。患者仰卧位时，于剑突下获取剑下切面，于胸骨上窝获取胸骨上窝切面。在少数情况下，如诊断主动脉瓣狭窄时，右侧胸骨旁切面具有重要诊断价值。右侧胸骨旁切面于胸骨右缘第一、二肋间获得。标准化超声心动图切面以特定的心脏结构及其在扫描切面的排列为特征。

以左侧胸骨旁切面为起始点

首个也是最重要的切面是胸骨旁长轴切面，该切面用于确定探头位置以及了解心脏具体结构方位。该切面能清晰显示二尖瓣、主动脉瓣和左室心尖段。由于左室胸骨旁切面无法观察到左室心尖帽，正确显示左心腔中心切面应该是舒张期和收缩期时，左心室前间壁与后壁中下段呈平行运动，乳头肌无重叠，还可在此切面显示右室游离壁、右室流出道、主动脉根部、升主动脉近心端及降主动脉横

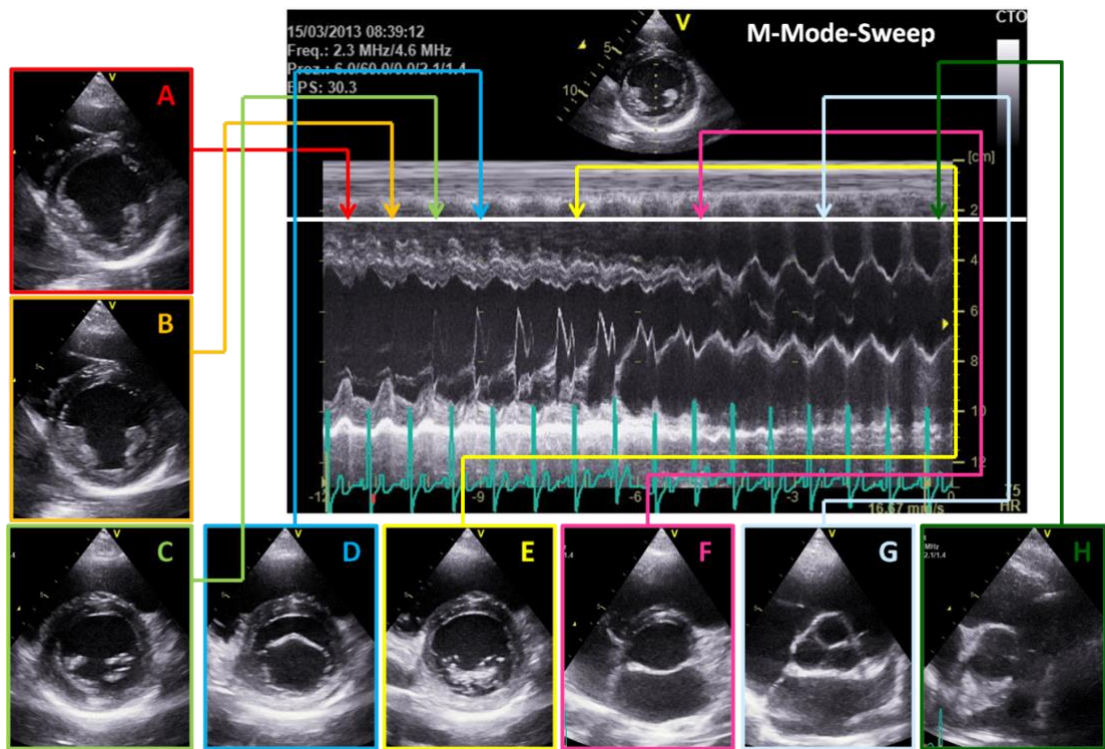
截面。标准胸骨旁长轴切面也可以显示心脏结构的布局。如果二尖瓣位于该切面的正中时，切面左侧的前间隔中间段靠近腹侧缘与切面右侧的升主动脉靠近腹侧缘应在同一水平线上（图 1）。

图 1 胸骨旁长轴标准切面：右室腔前方是最靠近探头的右室游离壁，其后依次为前间隔中上段，左室腔长轴，左室后壁中上段，二尖瓣和主动脉瓣（瓣环中心切面），主动脉根部及升主动脉近心段长轴，左心房长轴切面及左心房远端降主动脉横截面。舒张末期胸骨旁长轴切面(A)和收缩中期胸骨旁长轴切面(B)。



将探头顺时针旋转 90°即左心室短轴切面。左室下段短轴切面可显示乳头肌主束以及前间隔、前壁、侧壁、后壁、下壁和下壁间隔（从最靠近探头侧顺时针方向开始）。探头向上倾斜，可显示二尖瓣腱索、二尖瓣瓣叶、房间隔、左室流出道横截面、主动脉瓣环以及肺动脉干长轴。根据欧洲扫查标准，需采集左心室乳头肌、二尖瓣和主动脉瓣的视频。短轴视频的标准化采集的需要完成 8-12 个心动周期的采集 M 型超声心动图扫查（图 2），由此可以对完整的二维图像进行后处理分析。采用 M 型超声在短轴切面连续扫查时可以通过前间隔基底段腹侧缘和升主动脉腹侧缘是否在同一水平线上以判断光标是否位于左室中心以及探头位置是否正确。由此可以正确测量左心室壁厚度和心腔大小。通过准确的 M 型超声扫查，可以避免斜切。

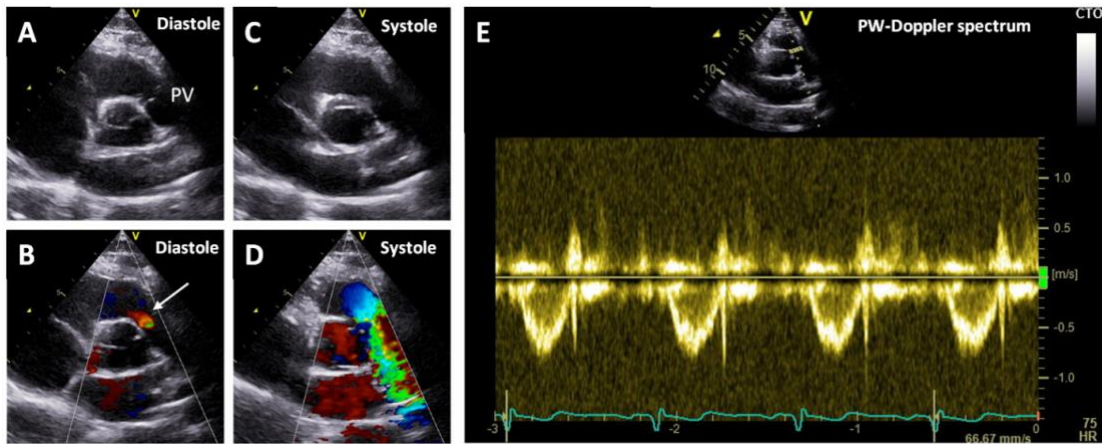
图 1 采用 M 型超声连续扫查短轴切面需从左室中段乳头肌水平向头部方向扫查至主动脉根部切面可以涵盖所有短轴切面。图 A-H 中显示相对应的系列短轴切面。图 A 可显示乳头肌附着处的短轴切面，图 B 可显示前外侧及后内侧两组乳头肌的短轴切面，图 C 为腱索水平，图 D 为二尖瓣开放时的水平，图 E 为二尖瓣关闭时的水平，图 F 在房间隔水平，图 G 为大动脉短轴水平以及图 H 为肺动脉主干长轴切面。



右室流出道或肺动脉瓣口的血流频谱图像需在胸骨旁切面采用脉冲波多普勒法获取。将取样点置于血流中心测得最大流速（图 3）。正常右室流出道血流频谱为单向抛物线。如果右心或其瓣膜存在病变，则应联用连续波多普勒测量肺动脉瓣口血流速度。

图 3 右室流出道或肺动脉瓣口的彩色脉冲多普勒频谱是标准经胸超声心动图所必须测量的。图 A 显示收缩期肺动脉瓣(PV)平面和主动脉瓣环平面垂直。图 B 显示肺动脉瓣轻度反流的彩色多普勒图像。图 C 和

D 分别是与图 A 和 B 相对应的收缩期图像。图 E 显示应用脉冲波多普勒测量右室流出道或肺动脉瓣口的彩色脉冲多普勒频谱。



如需诊断或筛查心脏病，应多切面扫查，以获得完整的超声心动图视频。

以心尖切面为起始点

将探头置于正确的心尖解剖体表投影点，是获取标准超声心动图图像重要的步骤之一。若将胸骨旁长轴作为放置探头的起始点，可通过在患者皮肤上移动探头至正确的心尖位置（图 4）。心尖长轴切面所能观察到的心脏结构与胸骨旁长轴切面所显示的一致。这个切面可以通过调整探头置于心尖帽下方，左室腔和二尖瓣位于切面中心。心尖长轴切面的优势在于可完整显示后壁（位于图像左侧）和前间隔（位于图像右侧）。所显示二尖瓣位于后壁和前间隔中间段之间（二尖瓣瓣叶 P2 和 A2 区）（图 5）。

图 4 长轴切面可助于常规超声心动图扫查。标准左室长轴切面可以在胸骨旁获得(A)，也可在连续扫查至标准心尖长轴切面之间获得非标准长轴图像(B 和 C)，以及探头扫查至心尖获得标准心尖长轴切面(D)。若

将胸骨旁长轴作为放置探头的起始点，可通过在患者皮肤上移动探头至正确的心尖位置。

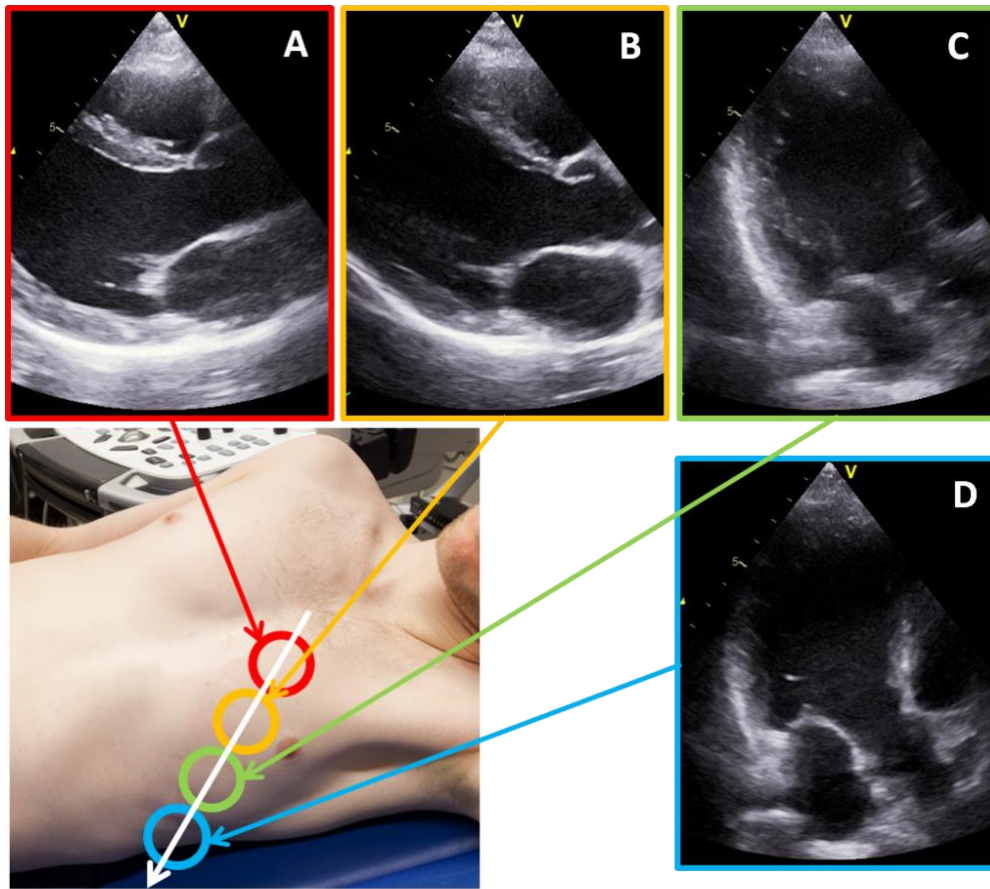
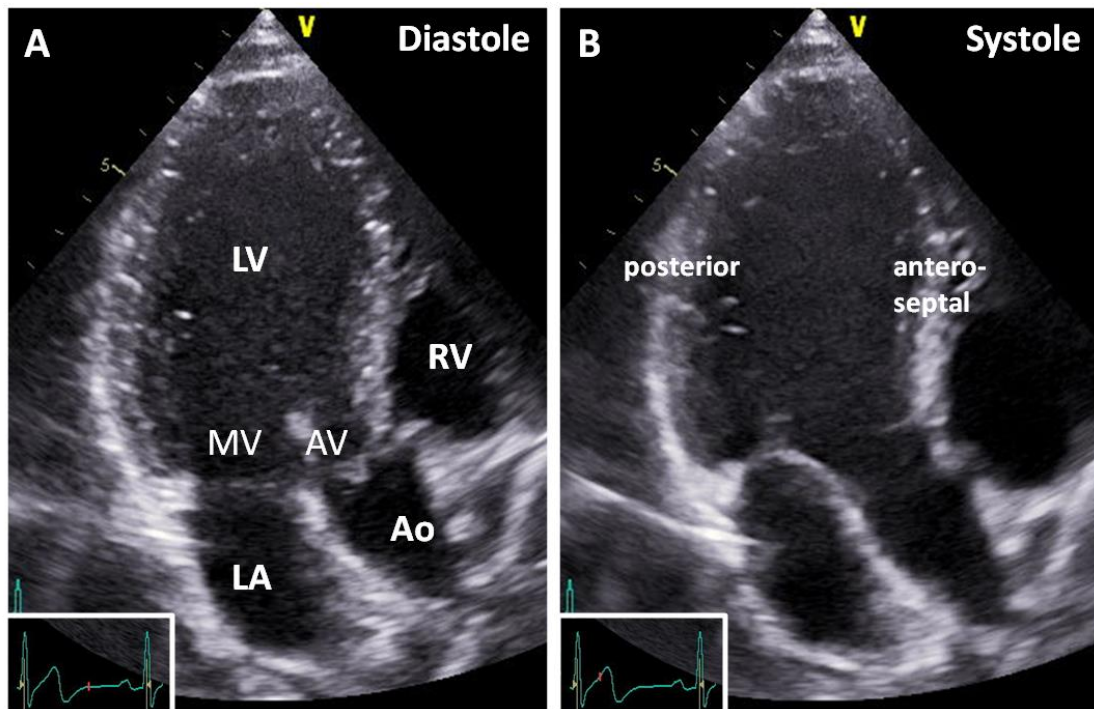


图 5 标准的心尖长轴切面所观察到的心脏结构与胸骨旁长轴切面相同：切面右侧为右室游离壁紧邻右室腔，顶部为左室心尖（在正常个体中呈

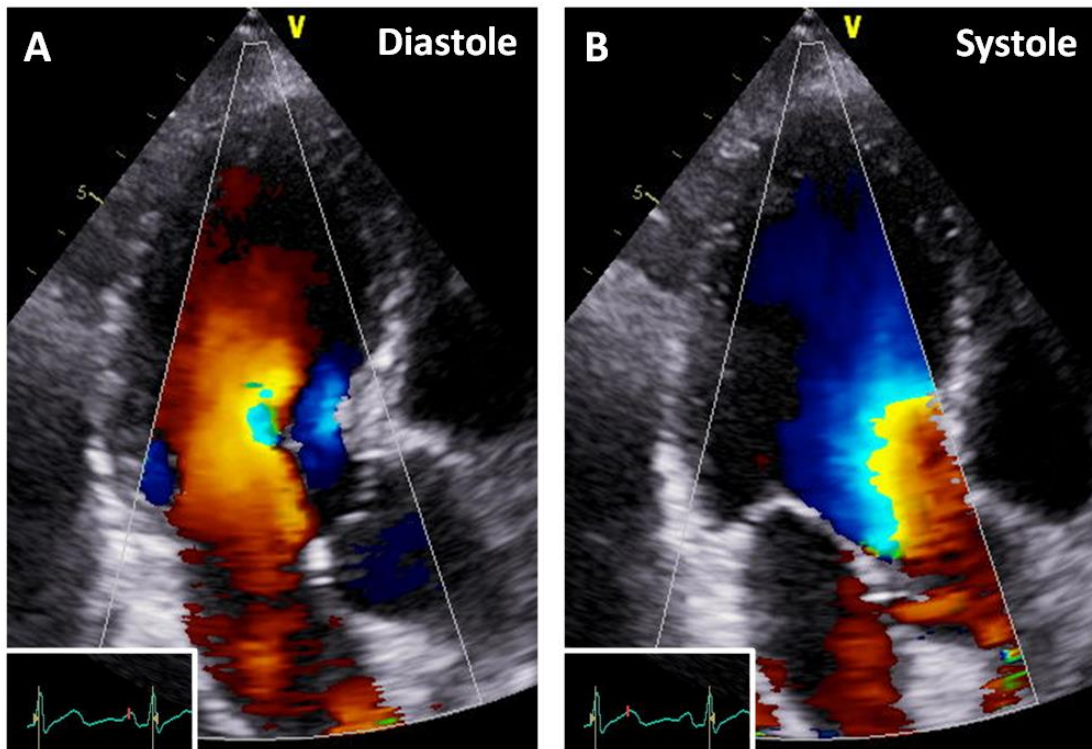
锥形)，完整的后壁和前间隔，正切的二尖瓣和主动脉瓣，主动脉根部
和升主动脉及左心房。心尖长轴切面舒张早期(A)和收缩中期(B)。



心尖长轴切面还需采集二维彩色多普勒图像（图 6），可以分析二尖瓣前叶在左室收缩期和舒张期的功能状态。除此之外，左心室瓣膜处的湍流可判断是否存在瓣膜疾病。舒张期出现二尖瓣口流向左室侧的湍流提示二尖瓣狭窄，主动脉瓣口的提示主动脉瓣反流。收缩期出现二尖瓣口流向左房侧的湍流提示二尖瓣反流，主动脉瓣口流向根部提示主动脉瓣狭窄。

图 6 标准心尖长轴彩色多普勒切面用于定性评估二尖瓣和主动脉瓣的功能。二尖瓣前叶与左心垂直相交，舒张期(A)瓣叶开放使血液流入左室，收缩期(B)瓣叶关闭，使左室内血液射入主动脉，即二尖瓣前叶功能良

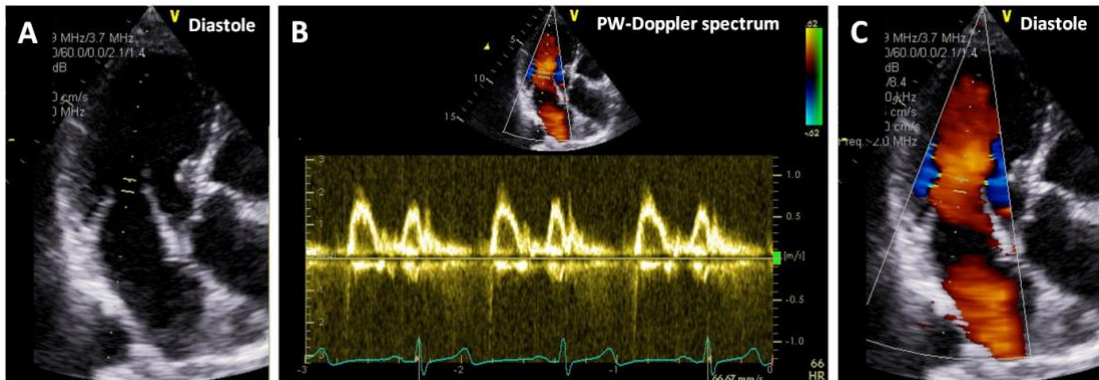
好。二尖瓣反流可通过收缩期左房侧的反流信号进行半定量评估，主动脉瓣反流可通过收缩期左室侧的反流信号进行半定量评估。



常规心尖切面还包括左室流入道脉冲彩色多普勒频谱，取样容积定位点应放置于二尖瓣口即二尖瓣瓣叶和腱索的交界处测量，在此之前，需将彩色多普勒取样框放置在二尖瓣口的中心（图 7）。窦性心律时，左室流入道血流的正常脉冲波多普勒频谱轮廓呈双相抛物线型，可测得其峰值流速。如果需要额外评估舒张功能，心房流入道脉冲波多普勒频谱应在二尖瓣环内测得。若二尖瓣存在病变，以及可以在二尖瓣口探及湍流，则应加用连续波多普勒测量二尖瓣口血流。

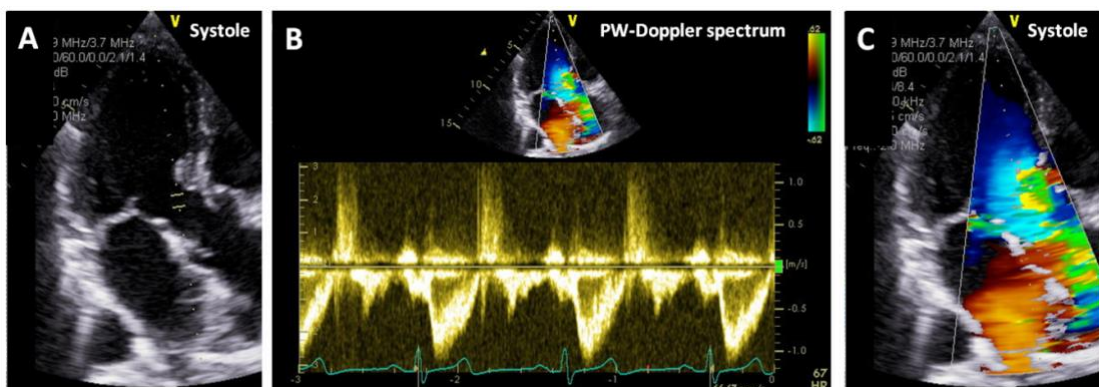
图 7 标准超声心动图测量中包括左室流入道脉冲波多普勒频谱。将取样容积置于二尖瓣环下约 10mm 二尖瓣叶和腱索交界处测量(A)。左室流

入道的脉冲多普勒频谱可测得左室流入道峰值流速(B)。心尖长轴彩色多普勒切面，左室流入道取样容积中心位置置于二尖瓣瓣尖(C)。



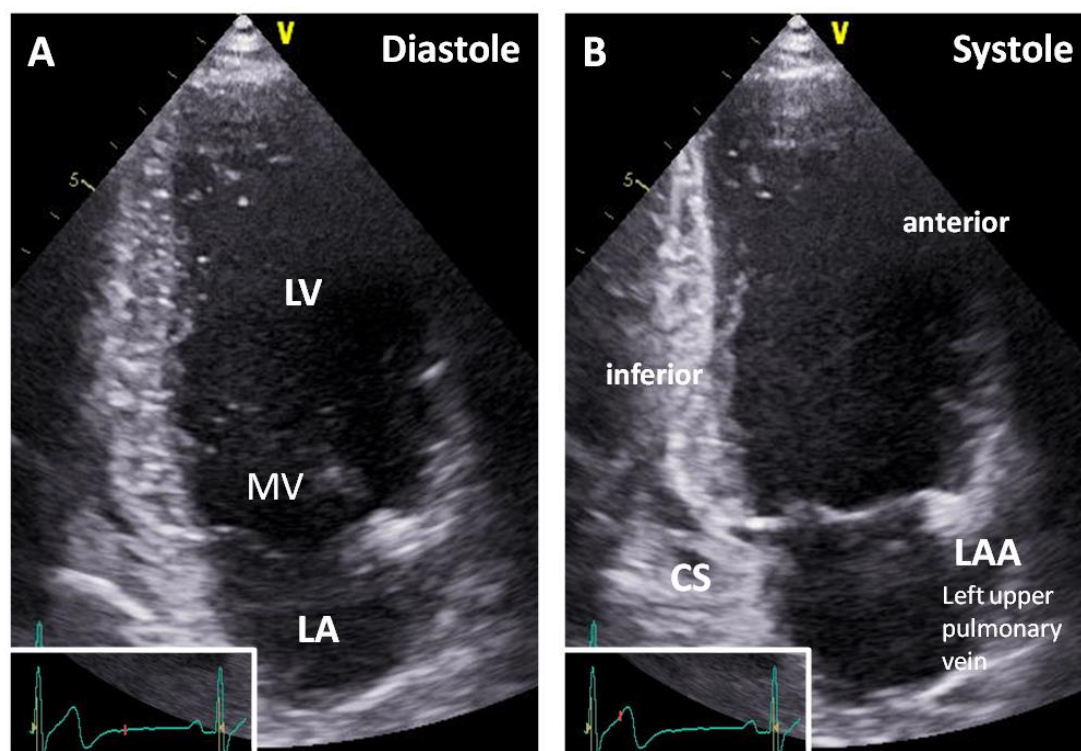
除二尖瓣口血流外，还需在此切面采用脉冲多普勒在距主动脉瓣环 5-10mm 处测量左室流出道血流频谱（图 8）。在心尖长轴切面测量该频谱的优势在于可以将取样线的位置正确放置在主动脉瓣环下，这对于新手来说在五腔心切面是难以做到的。在正常人中，左室流出道血流的脉冲多普勒频谱呈单相抛物线，将取样点放置在血流中心与其平行的方向以测得峰值流速，左室流出道和主动脉瓣的横截面积大小相似，因此左室流出道和主动脉瓣口的脉冲波多普勒血流频谱没有显著差异。如果主动脉瓣存在可疑病变，彩色多普勒可探及瓣口的湍流信号，则应加用连续波多普勒测量主动脉瓣口血流。如果主动脉瓣狭窄或反流的湍流信号可以在五腔心切面上很好的显示，也可以在此切面测得连续波多普勒频谱。

图 8 标准经胸超声心动图左室流出道脉冲波多普勒测量。取样容积置于主动脉瓣下 5mm 处测量(A)。左室流出道脉冲波多普勒频谱测得左室流出道最大峰值流速(B)。彩色多普勒显示左室流出道切面取样容积中心(C)。



通过将探头顺时针旋转 60 度可获得左室心尖二腔切面（图 9）。该切面的特征是二尖瓣位于图像中心，左室腔的尖端位于探头正下方且呈锥形，二尖瓣环下方的冠状静脉窦横断面，左心房以及左心耳位于二尖瓣前叶的头侧，左上肺静脉入口位于左心耳的头侧。在心尖二腔心切面可清晰显示前间隔（位于图像右侧）和左室下壁（位于图像左侧）。靠近前间隔的为二尖瓣 P1 区，二尖瓣瓣叶交界处为 A2 区，靠近二尖瓣环下侧的为 P3 区。二尖瓣口出现湍流时应采用彩色多普勒评估。

图 9 标准心尖二腔切面：切面顶端为左室腔的尖端（在正常个体中呈锥形），完整的前间隔和左室下壁，二尖瓣前后叶联合，左心房，二尖瓣环下方的冠状静脉窦起始部横截面，二尖瓣前叶头侧的左心耳及左心耳头侧的左上肺静脉开口。收缩早期(A)和收缩中期(B)的心尖二腔心切面。



进一步顺时针旋转探头 60 度可获得心尖四腔切面（图 10）。该切面的特征是左心室腔尖端位于探头正下方，二尖瓣中心，室间隔，十字交叉，房间隔，左心房，右室流入道及右室内侧壁，三尖瓣及右房等结构。心尖四腔心切面可完整显示左室下间隔（位于图像左侧）和左室侧壁（位于图像右侧）。靠近下间隔的是

二尖瓣瓣叶 A2 区，靠近左室侧壁的是 P2 或 P1 区。心尖四腔心切面彩色多普勒成像非常适用于评估二尖瓣反流。通常情况下可在标准心尖四腔心切面显示二尖瓣瓣叶的 A2 区和 P2 区。如果严格地从内侧向外侧移动探头扫查可显示二尖瓣瓣叶的 A2 区和 P1 区。为了显示二尖瓣前外侧联合，可缩短心尖四腔图像且向左室流出道方向调整探头。通过将探头向腹侧倾斜可观察到 A1 和 P1 区，这个切面使用二维彩色多普勒可观察瓣周漏情况若需要观察二尖瓣叶后内侧联合，需在标准心尖四腔心切面将探头向二尖瓣环后侧倾斜，该区域特点是二尖瓣后侧瓣环的冠状静脉窦。二维彩色多普勒可以在此探及 A3 和 P3 区的反流（图 11）。

E/E' 比值可以间接反映左室舒张末期压力以评估舒张功能。E 是脉冲波多普勒测得的二尖瓣口早期充盈血流峰值，即 E 波。E' 是组织多普勒测得的下间隔和侧壁基底段心肌运动峰值的平均值，即 E' 波[图 12]。E/E' 比值 < 8 表示左室收缩末期压力正常；E/E' 比值 > 15 可推测左室充盈压增加。该评估只有在排除存在节段性室壁运动异常时才有效。

图 10 标准心尖四腔心切面特征：切面顶端是左室腔的尖端（在正常个体中呈锥形），完整的下间隔和左室侧壁，二尖瓣，室间隔，十字交叉，房间隔，左房，右室内侧壁，右室流入道，三尖瓣中心和右房。左室

心尖和十字交叉是判断心尖四腔切面是否正确的关键。收缩末期(A)和收缩中期(B)的心尖四腔心切面。

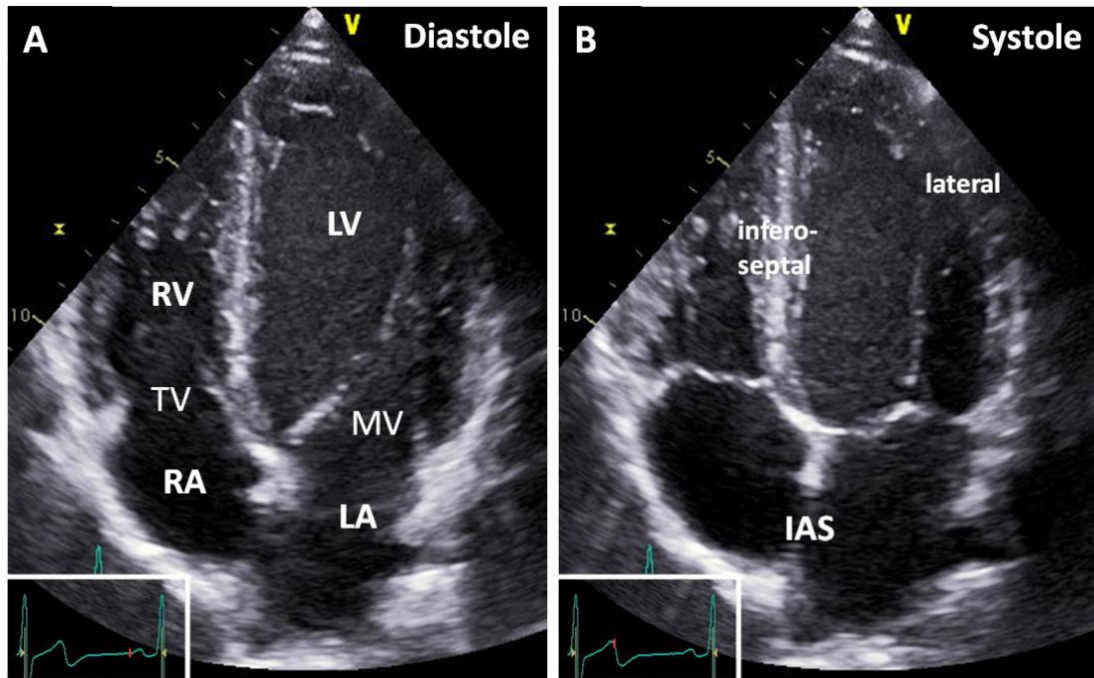


图 11 标准心尖四腔心切面彩色多普勒在二尖瓣反流半定量评估中的应用。收缩期(A)或舒张期(B)二尖瓣 A2 区和 P2 区均是相交叉的。图 B 显示 P2 区脱垂时可见延左房前侧壁走行的连续反流信号。向腹侧或背侧方向移动探头可评估二尖瓣联合区的反流。在标准心尖四腔心切面上将探头向腹侧即左室流出道方向转动可显示(C)舒张期和收缩期(D)时的二尖瓣前外侧联合(A1 区和 P1 区)。图 D 显示 P1 区脱垂的二尖瓣反流。在标准心尖四腔心基础上向二尖瓣环背侧倾斜,靠近冠状静脉窦横断面,可以显示舒张期(图 E)和收缩期(图 F)的二尖瓣瓣叶后内侧联合区(A3 和 P3 区)。图 F 提示 P3 区不存在反流。此外,图 G(舒

张期)和图 H(收缩期)采用彩色多普勒显示心尖四腔心上的三尖瓣反流。三尖瓣反流表现为收缩期湍流流入右房侧。

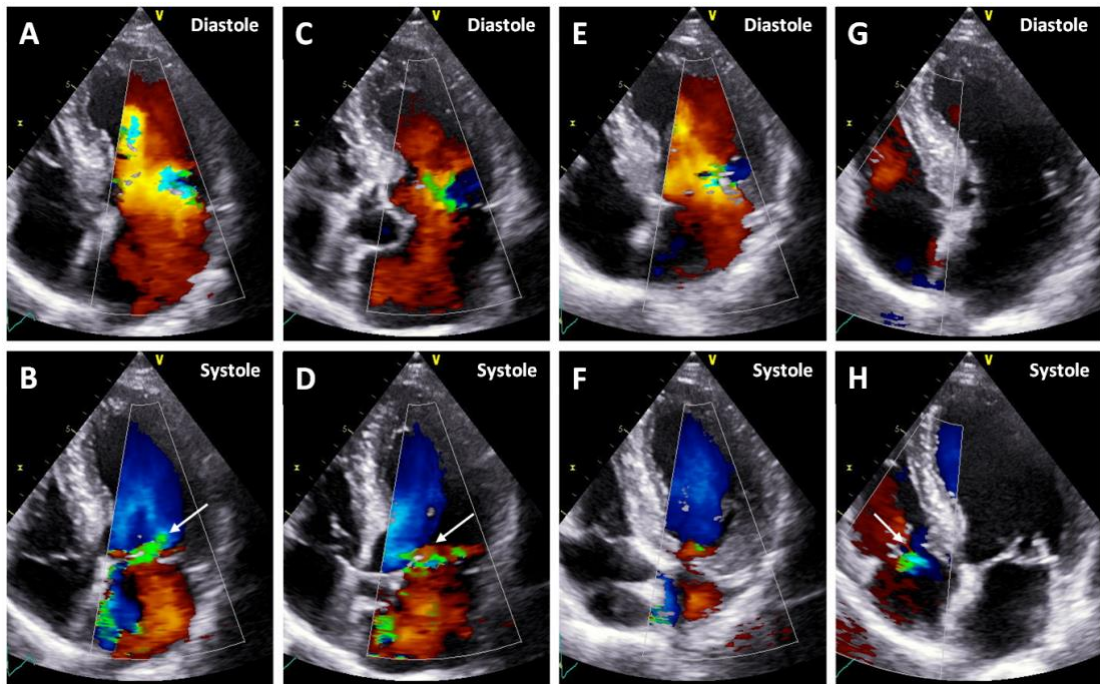
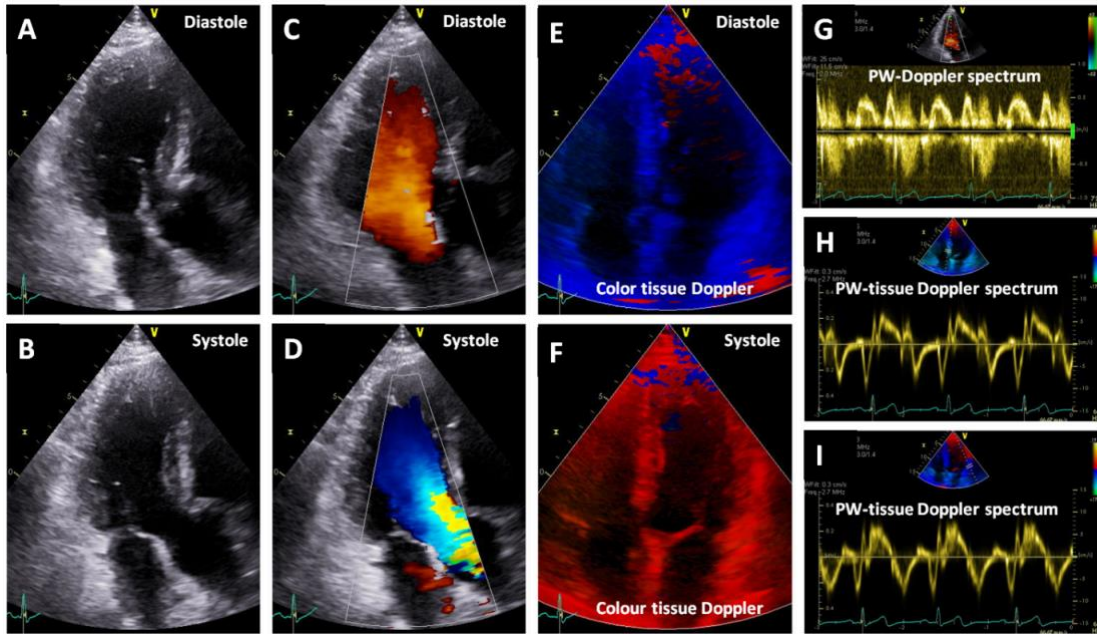


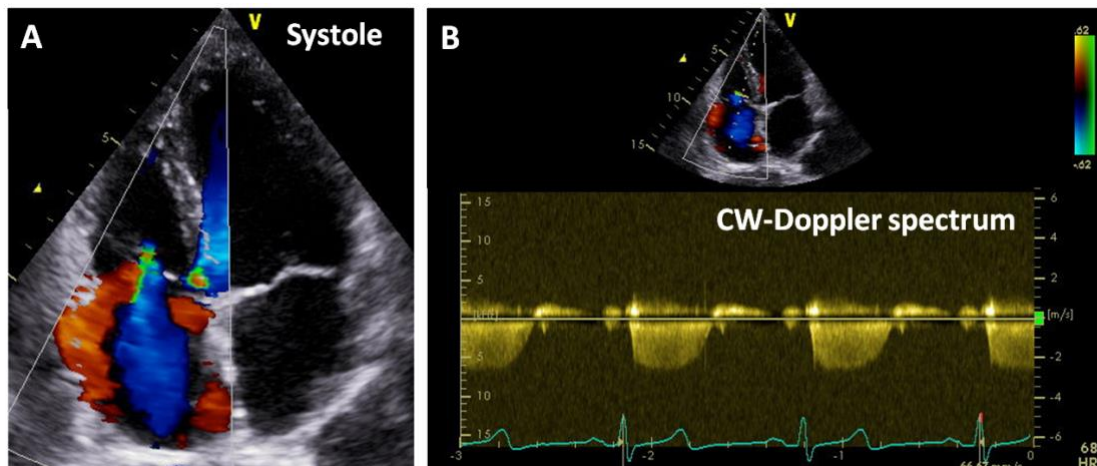
图 12 标准超声心动图检查中的 E/E' 比值评估, 舒张期(A)和收缩期(B)的标准心尖长轴切面。舒张期(C)和收缩期(D)彩色多普勒心尖长轴切面显示流入左心室的中心性血流, 便于正确定位二尖瓣口脉冲多普勒取样容积。舒张期(E)和收缩期(F)显示标准心尖四腔心切面的彩色组织多普勒图像, 可用于测量室间隔和左室侧壁基底段的心肌运动速度。图 G 显示脉冲多普勒测量二尖瓣前向血流峰值。图 H 显示频谱组织多

普勒测量室间隔基底段心肌运动,图 I 显示测量侧壁基底段心肌运动。室间隔和侧壁区域心肌运动速度 E'值的平均值被用来测量 E/E'比值。



三尖瓣反流可以在心尖四腔心切面应用二维彩色多普勒成像技术检测。三尖瓣口反流束的宽度可用来半定量估计三尖瓣反流的严重程度。此外,需常规采用连续波多普勒测量三尖瓣口的血流频谱[图 13]。应用简化 Bernoulli 方程可以通过三尖瓣反流峰速来计算肺动脉收缩压,但该计算的前提是肺动脉瓣功能正常。

图 13 收缩期心尖四腔心切面的三尖瓣轻度反流(A)。三尖瓣反流表现为收缩期右房侧可见反流信号。三尖瓣口反流的连续多普勒频谱(B)。假设右室流出道及肺动脉瓣功能正常,简化 Bernoulli 方程($dP = 4 V_{max}^2$)可通过右室压力来估算肺动脉收缩压。



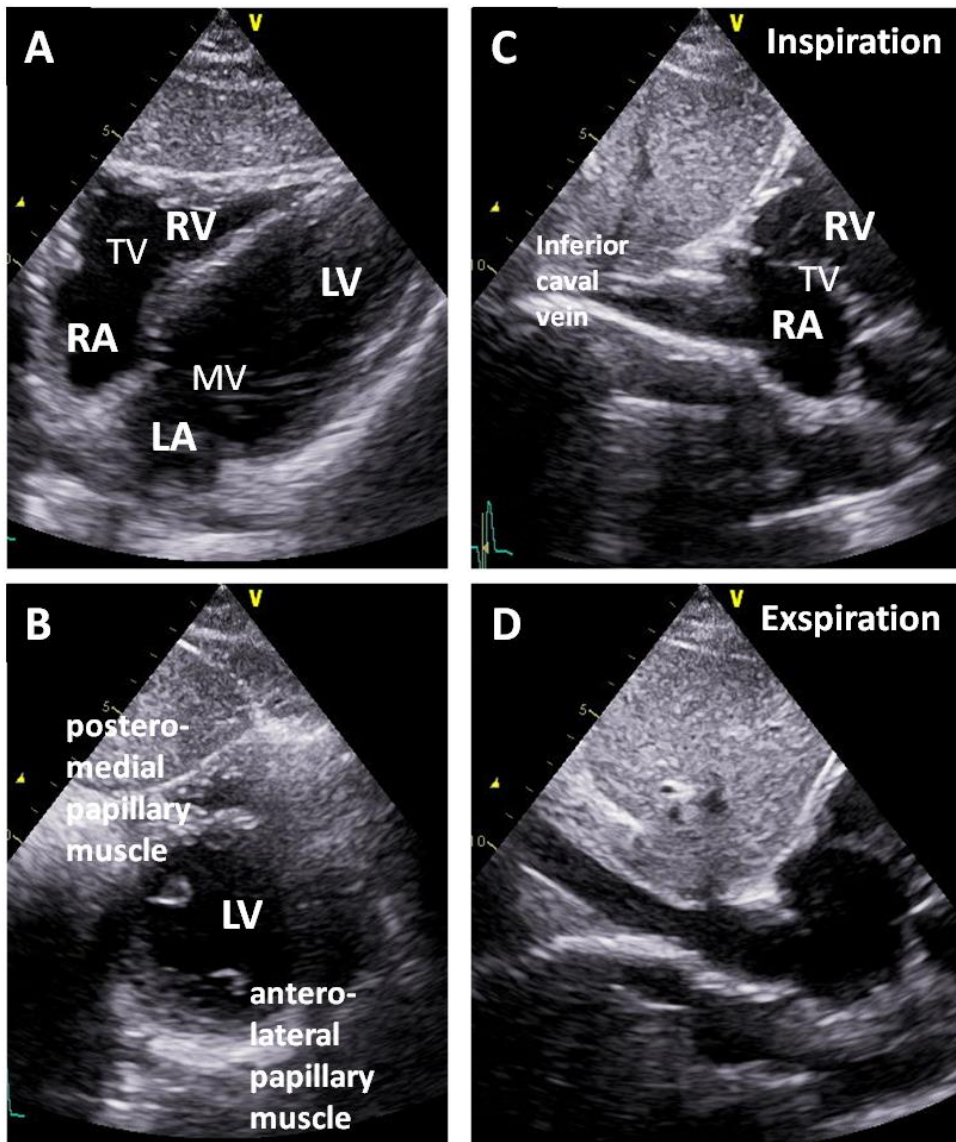
以剑下切面为起始点

通常情况下，剑下经胸超声心动图检查从剑下四腔心切面开始，因为患者适度吸气时更容易观察到这个切面。随后逆时针旋转探头 60-90° 即可获得左室短轴切面（图 14）。如果无法获取胸骨旁切面，剑下切面通常可以观察到完整的心脏形态，二维超声心动图可用于评估左心室功能，二维彩色多普勒超声心动图可用于评估瓣膜功能。然而，脉冲和连续多普勒超声心动图只适用于肺动脉瓣，这是因为多普勒角度的原因其他心脏瓣膜的多普勒频谱并不准确。

在剑下四腔心切面和剑下左室切面的扫描平面之间，可以纵向观察到进入右心房的下腔静脉开口。此外，利用该切面还可以显示肝静脉。下腔静脉的呼气 and 吸气时的塌陷情况可用于估算中心静脉压力和右心房压力。如果右心室前负荷正常，下腔静脉在深吸气时会完全塌陷[图 14]。如果中心静脉压力升高，则会出现部分塌陷或塌陷缺失。

图 14 剑下四腔心切面图像特征(A): 切面右侧的左心室尖段、二尖瓣中心、室间隔、房间隔、左心房、右心室内侧壁、右心室流入道、三尖瓣中

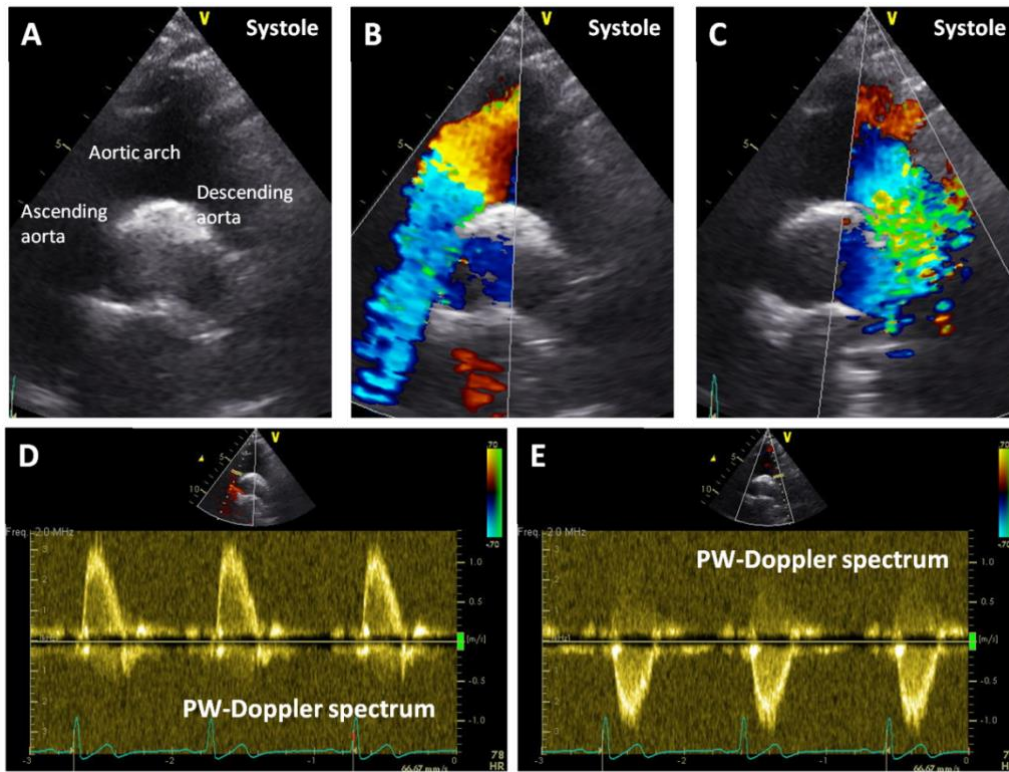
心和右心房。左心室短轴切面(B)。吸气时(C)和呼气时(D)下腔静脉开口的二维图像，可用于估计右心室充盈压。



以胸骨上窝切面为起始点

通常，胸骨上窝切面应作为经胸超声心动图检查的一部分（图 15）。所有患有主动脉瓣疾病和疑似胸主动脉疾病的患者必须扫查主动脉弓纵向交点。特别是在紧急情况下，该切面对于扫查和诊断升主动脉夹层的剥离内膜非常重要。如果声窗显示完全，则可以看到完整的升主动脉、主动脉分支和降主动脉近端。

图 15 胸骨上窝经胸超声心动图标准化切面可显示升主动脉、主动脉弓和降主动脉近端(A)。胸骨上窝切面升主动脉的彩色多普勒图像(B)。降主动脉的彩色编码胸骨上切面如图(C)所示，升主动脉血流脉冲波多普勒频谱如图(D)所示，降主动脉中血流脉冲波多普勒频谱如图(E)所示。



经胸超声心动图的标准化检查

经胸超声心动图不可能在几小时或几天内学会。为了熟悉超声心动图检查标准，理论联合实践教学与监督联合自我管理需交错展开。错误的超声心动图检查可能会给患者带来危险。正确的切面检查对完整的心脏分析和正确疾病诊断至关重要。

做好超声心动图检查，要求检查者具备专业技能、方法论知识以及足够的心血管疾病临床专业知识。为了确保能通过超声心动图正确诊断病因，必须考虑几个问题。

以下问题将作为非标准化超声心动图错误决策的示例：

在正常心脏中，心尖由左心室腔形成。因此，如果在心尖处看到右心室，则说明心脏因右心室增大而患病，或者该扫描切面并非是分析左心室的正确切面。其后果可能导致检查者忽略缺血或误判右心室疾病。

正常心脏同时心电图呈小 QRS 波群，其左心室腔尖呈锥形。如果左心室腔心尖部在所有心尖切面都呈圆形，则说明心脏大概率缺血而病变，或所有心尖切面是错误的。这可能导致检查者错误理解节段性室壁运动异常。

如果心尖两腔心和四腔心切面因心轴缩短而未被正确扫查，则无法分析左心室下壁和下间隔的基底段。因此，如果采集这些错误的切面，就会遗漏下壁心肌缺血。

心血管疾病可能出现急性并发症，特别是因为缺血导致。但大多数并发症都可以通过细致的超声心动图检查来预防，从而做出正确的诊断。

对于心脏疾病，标准经胸超声心动图检查应辅以额外的切面来补充，如图 11 所示定位二尖瓣反流流的切面 [(3)]。因此，对于患有主动脉瓣疾病[(4-7)]、二尖瓣疾病[(4;8;9)]、右心疾病[(10;11)]或左心室舒张功能障碍[(12)]的患者，必须进行必要的超声心动图检查获得更详细的信息。检查者必须清楚了解超声心动图参数的正常参考值和范围，才可以完成心血管病变的诊断[(13;14)]。此外，在急诊情况下，检查者必须具备特定的专业技能和临床专业知识，才能进行高质量的超声心动图检查[(15;16)]。

总结

超声心动图检查是一种特殊的超声检查方法，需要具备特定设备和专业知识。如何避开肺组织和肋骨进行心脏扫查，克服心脏位于胸腔内的方位存在个体差异性，以及诊断本身复杂的心血管疾病，均是完成超声心动图检查中需面对的挑战。

标准化切面的获取是完成超声心动图检查的基础和诊断心脏疾病的前提。本章介绍了经胸超声心动图检查中不同扫描平面的正确检查方法。

经胸超声心动图的学习内容包括掌握探头操作方法及了解超声仪器的优化设置。此外，经胸超声心动图检查流程应标准、完整，以便作出正确诊断和进行后续对比检查。经胸超声心动图在不同切面上进行探查。每个切面都必须采集多个回放视频和多普勒频谱图像。标准化切面的特征是在特定切面位置显示特定的

心脏结构。因此，每个标准化切面都具有高度的可重复性和高度的可验证性。本章旨在让读者熟悉正确的标准化超声心动图检查，以便有针对性地通过经胸超声心动图观察心脏结构。