

# 中国成年人超声心动图检查测量指南

中华医学会超声医学分会超声心动图学组

## 一、建立指南的背景

超声心动图技术应用于心血管疾病的临床诊断和治疗已有 60 年的历史，已经发展成为临床心脏病学

的支柱技术之一，是目前唯一可应用于临床的实时动态连续床旁心血管系统解剖功能可视化观测技术。超声心动图技术为心血管疾病的临床诊断和治疗提供了大量丰富的

心脏和大血管解剖和功能可视化信息。2005 年美国超声心动图学会和欧洲心脏超声心动图协会共同发布超声心动图心室定量的评价指南，并于 2015 年进行了更新<sup>[1]</sup>。2014 年欧洲报告了多中心小样本成年人超声心动图检查测量方法和正常参考值<sup>[2]</sup>。

在我国，临床应用超声心动图技术诊断心脏病已有 50 余年的历史。但是由于技术条件的限制以及多种历史原因，目前尚未能建立起具有全国代表性的公认的中国人超声心动图标准化检查和测量方法及其正常参考值。心脏腔室解剖结构及其功能的规范化检查和标准化准确测量是超声心动图学基础研究和临床应用的基石，在此基础上建立临床能够广泛接受的超声心动图正常参考值，对鉴别正常与异常的

心脏解剖结构和功能状态意义重大<sup>[3-4]</sup>。

近期的国内外研究结果显示<sup>[5-6]</sup>，心腔大小和功能的超声心动图测值可能存在种族差异。然而，目前国际上有关超声心动图的参考值主要来源于北美及欧洲人群的研究<sup>[7-10]</sup>，并且纳入和排除标准明显不一致，没有代表中国正常人群的超声心动图测量值。因此，为了在日常的心血管疾病基础研究和临床工作中作出快速而准确的诊断，建立基于规范化超声心动图检查和标准化测量方法的具有种族特异性的正常超声心动图参考值已迫在眉睫。

上述问题的长期存在妨碍了我国超声心动图技术在临床心脏病学实践中的更为广泛和深入的应用。究其根本原因，在于目前广泛存在的超声心动图基本检查方法不规范和测量非标准化问题。这些问题直接造成心脏测量数值的随机误差和离散度增大，导致不能可靠地进行不同测量时间和不同测量个体间测量数

值的有效比较，并进一步严重影响到临床心血管病实践中对超声心动图测量数据的信任程度，导致超声心动图测量数据在心血管病基础研究和临床实践中未能得到更为广泛和深入的认同并被加以采用，未能广泛协助实现更为精确的心血管疾病临床可视化诊断和治疗。

## 二、超声心动图基本检查技术要求和测量单位

### 1. 超声心动图基本检查技术特征描述

(1) M 型超声心动图是超声心动图最基本的检测技术，其时间参数具有较高的准确性。主要用于观测心脏快速运动解剖结构的时间变化状态。

(2) 二维灰阶超声心动图采用国际公认的标准化超声心动图心脏切面，进行标准化的心脏解剖结构观察、结构径线参数和血流动力学功能参数测量。主要观测心脏各房室腔内径、容积和室壁厚度及其相关解剖结构运动状态等解剖功能状态。

(3) 频谱多普勒超声心动图 (其中包括脉冲波频谱多普勒和连续波频谱多普勒) 是观察和测量心腔内血流动力学参数的主要技术方法。主要应用于在彩色多普勒血流图引导下采集主动脉口、肺动脉口、二尖瓣口、三尖瓣口和右肺上静脉及其他心腔和血管腔内的血流速度频谱。

(4) 彩色多普勒血流成像是定性或半定量观测心腔和血管腔内血流起始和终点、血流速度、血液流径路径和分布以及血流状态的血流观测技术。

(5) 组织多普勒超声心动图包含彩色组织多普勒成像和频谱组织多普勒成像两大类, 是观测心室心肌力学状态的较为成熟的超声成像技术。频谱组织多普勒成像主要应用于采集二尖瓣环和三尖瓣环和心脏特定部位心肌在舒张期和收缩期的组织运动速度频谱。

## 2. 超声心动图设备的参数设置和图像采集前技术要求

(1) 建议首先采用基波图像进行心脏结构观察和测量, 避免组织谐波成像的结构畸变影响。优化二维灰阶超声图像分辨率, 尽量采用最小检测深度和尽可能高的超声波发射频率; 采用标准二维心脏切面和恰当的检测透声窗确保观测切面内左右心室各节段和心房心内膜以及主动脉和肺动脉内膜清晰完整显示。

(2) 二维灰阶超声心动图的观测和记录图像帧频应大于或等于 50 帧/s; 对于彩色组织多普勒速度图像, 观测和保存图像的帧频应大于或等于 80 帧/s, 以便于后续功能参数分析。

(3) 为了避免心尖切面观测时左心房及右心房或左心室、右心室的人为缩短效应, 应仔细调整探头以获得最大长轴内径的左心房和右心房或左心室及右心室的腔室显示。应采用左侧卧位, 避免采用过软床垫, 避免过分相信触诊扪及的心尖搏动位置, 通过调整探头位置和角度, 选择左心室最大长轴内径切面进行测量。

(4) 当左右心室两个相邻节段心内膜显示不清时可选用适当的超声波发射频率、增益、动态范围和侧边声影控制以及灰阶彩色编码, 强化心内膜边界的显示和识别。

(5) 为了确定心室的舒张末期和收缩末期, 应同时参考二尖瓣运动和腔室内径变化, 避免过度依赖心电图确定时相。所有的超声心动图测量值均在心室舒张末期或收缩末期。心室舒张末期为房室瓣关闭的前一帧或心室内径最大时, 心室收缩末期为房室瓣开放的前一帧或心室内径最小时。按照 ASE 指南, 建议主动脉及肺动脉内径的测量在舒张末期, 即同步记录心电图上 R 波的峰尖, 在该时相所测内径不是主动

脉和肺动脉最大内径<sup>[10]</sup>。

(6) 二维和 M 型超声心动图内径和心室壁厚度测量取样线应与双侧解剖结构界面垂直。与声束方向平行或近于平行的距离的测量采用从回声前缘测到回声前缘 (leading edge to leading edge) 的方法, 与声束方向垂直或近于垂直的距离的测量采用从黑白界面测到黑白界面 (black-white interface to black-white interface) 的方法, 亦即心腔或血管腔内膜与血液交界界面。主动脉内径的测量采用在舒张末期从回声前缘测到回声前缘的方法<sup>[4]</sup>, 而其他心脏腔室的内径、心室壁厚度和面积的测量采用黑白界面的方法进行测量。

(7) 所有径线测量的取样线应当尽可能与相关界面垂直, 避免倾斜夸大测值。

(8) 建议在标准短轴切面获取不同水平的左心室最大直径和最小室壁厚度 (含室间隔厚度)。应用长轴切面进行观测时, 由于很难确定并获得最大直径切面图像, 通常左室内径测值偏小, 室壁厚度偏大。在疑诊室壁肥厚时, 建议采用标准短轴切面观测予以校正。

## 3. 超声心动图测量参数单位

(1) 测量参数单位: 距离为 mm; 面积为  $\text{cm}^2$ ; 速度为 m/s (血流速度单位) 和  $\text{cm/s}$  (组织运动速度单位); 时间为 ms。容积为 ml; 压力为 mmHg。建议每一个参数测量应取 3~5 个心动周期测值, 取均值。

(2) M 型和频谱多普勒超声心动图测量时, 为保证时间测量结果可靠性, 依据心率情况建议图像记录速度为 50~100 mm/s。

## 三、检查方法和步骤

### 1. 体位

#### (1) 检查前准备

1) 检查前静息 5 min。

2) 连接同步心电图监护电极, 以确定心动周期时相。建议以心电图 T 波终点定义心室收缩末期, QRS 波 R 波峰尖定义心室舒张末期。如前所述, 实际观测时应结合房室瓣和心室壁运动状态进一步准确确定心室和瓣膜运动时相。

#### (2) 体位

采用平卧位或左侧卧位作为超声心动图胸骨旁和心尖切面检测体位。采用平卧位作为超声心动图胸骨上凹、剑下或肋下切面检测体位。

#### (3) 呼吸

为排除呼吸对测值的影响, 获取图像前应尽可能将呼吸控制在呼气末并暂时屏气 (下腔静脉内径观测时除外)。

## 2. 检查部位

选用以下透声窗进行检测：胸骨左缘检测区、左侧心尖检测区、胸骨上凹检测区和剑下或肋下检测区。确定检测区域后，在检测区域皮肤与超声探头间充填足够超声耦合剂以排除空气，减少气体干扰。如病情需要，可选择其他能够显示病变结构的检查区域。

## 3. 图像观测要求

(1) 考虑到心脏搏动的变异性，所有测量方法均应当测量 1 个以上心动周期。

(2) 建议正常窦性心律患者观察 3 个心动周期，心房颤动患者观察 5 个心动周期。

## 四、各房室及大血管解剖结构测量技术要求

### 1. 定量观测左心房及左心室

建议在心室收缩末期测量左心房内径，此时左心房内径在心动周期各时相中最大。左心房前后径在胸骨旁左心室长轴切面获得，从主动脉远端后壁取垂直线到左心房后壁进行测量。左心房长径的测量在心尖四腔心切面从二尖瓣环平面中点到左心房顶的距离，其不一定垂直于二尖瓣环平面。左心房横径的测量从房间隔中点到左心房侧壁，并且垂直于左心房长径。左心房面积在心尖四腔心切面描记时，应避免左心耳及肺静脉汇入处。左心房容积在心尖四腔心及两腔心切面用双平面 Simpson 法测量。

建议在胸骨旁左心室长轴切面二尖瓣腱索水平测量舒张末期室间隔厚度 (IVSd) 及收缩末期室间隔厚度 (IVSs)，舒张末期左心室后壁厚度 (LVPWd) 及收缩末期左心室后壁厚度 (LVPWs)，舒张末期左心室内径 (LVEDD) 及收缩末期左心室内径 (LVESD)。当心内膜或心外膜难以确定时，可采用 M 型超声心动图测量 IVSd、IVSs、LVPWd 及 LVPWs。在左心室长轴切面心室收缩末期距主动脉瓣环 1 cm 处测量左心室流出道内径。在心尖四腔心及两腔心切面采用双平面 Simpson 法测量舒张末期左心室容积 (LVEDV)、收缩末期左心室容积 (LVESV) 及左心室射血分数 (LVEF)。

采用以下公式计算左心室质量 (LVM)：

$$LVM(g) = 0.8 \times \{1.04 [(IVSd + LVEDD + LVPWd)^3 - (LVEDD)^3]\} + 0.6$$

由于该公式是基于一定的几何假设建立的，应当在临床应用中注意该公式的适用范围。在左心室过大或过小、室壁节段性运动异常以及心腔几何形态发生异常变化时，不应用该公式计算左心室质量。

### 2. 定量观测右心房及右心室

建议在收缩末期心尖四腔心切面测量右心房长径及右心房横径。在舒张末期测量右心室长径、中份及

基底横径。右心房长径为三尖瓣环平面中点到右心房顶的距离，右心房横径为房间隔中点到侧壁的距离，且垂直于右心房长径。

建议在舒张末期胸骨旁左心室长轴切面测量右心室前壁厚度及前后径，在剑下切面三尖瓣腱索水平测量右心室游离壁的厚度。在舒张末期胸骨旁大动脉短轴切面距肺动脉瓣环约 2 cm 处测量收缩期右心室流出道内径。

### 3. 定量观测大动脉

建议在胸骨旁左心室长轴切面观察主动脉根部及近端升主动脉。在舒张末期分别测量主动脉瓣环径、主动脉窦部内径及窦管交界处上方 2 cm 处的近端升主动脉内径。同样，在舒张末期胸骨旁主动脉短轴切面测量肺动脉瓣环径，肺动脉瓣环远端 1 cm 处测量主肺动脉内径，在肺动脉分叉远端 1 cm 处测量左右肺动脉内径。主动脉弓及降主动脉内径在胸骨上凹主动脉弓长轴切面舒张末期测量。

五、各房室瓣口和动脉瓣口血流测量和组织运动测量技术要求

1. 建议采用脉冲波多普勒检测技术定位检测左心室流出道、主动脉瓣口、右心室流出道、肺动脉瓣口、二尖瓣口、三尖瓣口或右上肺静脉等特定位点的腔内血流速度。

2. 建议采用连续波多普勒检测各瓣口和心腔内正向和（或）反向的最大峰值血流速度及其相关参数并计算瞬间峰值压力阶差。连续波多普勒取样线上的聚焦点应放置于待检测血流束狭窄颈部。

3. 建议瓣口血流速度频谱观测时脉冲波多普勒取样框大小应设置为 1 mm 或最小尺寸取样框。取样时应取消彩色多普勒血流显像以确定心脏解剖结构的空位位置。组织多普勒脉冲波频谱取样框可设置较大尺寸，避免心脏结构运动移出取样框导致频谱伪像，建议采用 5 mm 取样框。

4. 要求所有频谱多普勒取样线方向均应当与血流或组织运动方向尽量平行，两者间夹角应当小于 20°，以避免夹角过大导致测速明显低于真实值。

5. 应当适当调节滤波，避免过低或过高导致频谱失真（滤波过高导致低速频移信号滤除、滤波过低导致噪声信号过强）。

6. 可使用超声诊断设备的自动多普勒频谱优化功能获取适当的血流和组织运动速度频谱，提高检测质量和检测效率。

六、建议的超声心动图标准观察切面、测量参数及观测时相和测量方法

#### (一) 主要二维超声心动图标准切面空间方位

##### 1. 左侧胸骨旁检测区

(1) 胸骨旁左心室长轴切面 (图 1~3)

探头置于胸骨左缘第 3、4 肋间, 扫查声束平面与右胸锁关节和左乳头的连线平行。

(2) 胸骨旁四腔心切面

探头置于胸骨左缘第 3、4 肋间, 声束指向右胸锁关节。室间隔由心尖向心底延伸, 与三尖瓣隔瓣、二尖瓣前叶及房间隔交汇, 形成十字交叉。

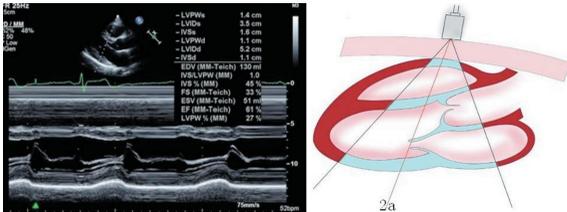


图 1 胸骨旁左心室长轴切面引导 2a 区 M 型超声心动图, 显示收缩末期和舒张末期室间隔厚度、左心室内径和左心室后壁厚度测量方法

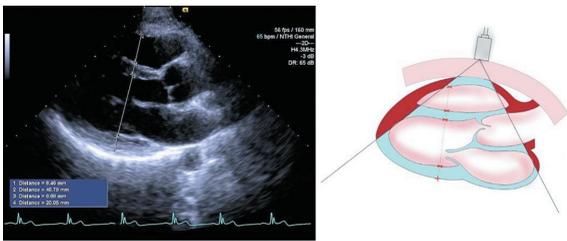


图 2 胸骨旁左心室长轴切面, 显示二维超声心动图舒张末期左右心室壁厚、室间隔厚度和左右心室内径测量方法

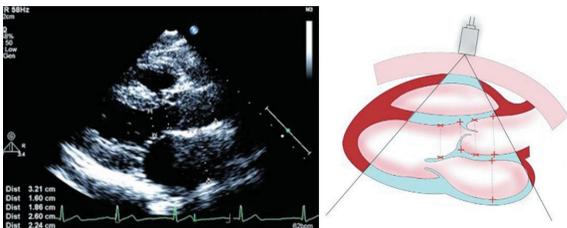


图 3 胸骨旁左心室长轴切面, 显示舒张末期主动脉瓣环内径、主动脉窦部内径和主动脉根部内径以及收缩末期左心房前后径测量方法, 建议在窦管线上 2 cm 处测量主动脉根部内径, 窦部内径测量应当避开右冠状动脉开口的漏斗部。左心室流出道前后径应在主动脉瓣下 1 cm 处测量。左心房测量应避免开大的无冠窦窦壁和肺静脉开口

(3) 胸骨旁主动脉短轴切面 (图 4~6)

探头置于胸骨左缘第 2、3 肋间, 在左心室长轴切面的基础上, 将探头顺钟向旋转 90°, 使声束与左肩和右肋弓的连线平行。

(4) 胸骨旁二尖瓣水平左心室短轴切面

探头置于胸骨左缘第 3、4 肋间。此切面右心室呈月牙形位于近场, 室间隔呈弓状凸向右心室侧, 二尖瓣口呈鱼口状回声位于左心室短轴圆环状结构内。

(5) 胸骨旁乳头肌水平左心室短轴切面

探头置于胸骨左缘第 3、4 肋间。此切面右心室腔更小, 呈月牙形位于近场, 室间隔呈弓状凸向右心室侧, 两组强回声乳头肌位于左心室短轴圆环状结构

之内。

(6) 胸骨旁心尖水平左心室短轴切面

探头置于胸骨左缘 4、5 肋间。此切面右心室腔消失, 左心室为圆环状结构。

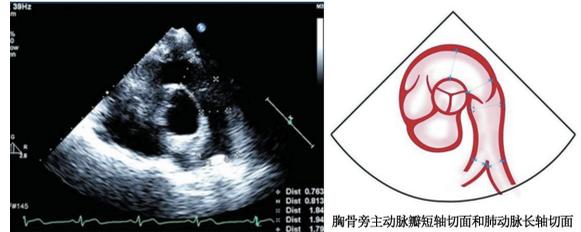


图 4 胸骨旁主动脉瓣短轴切面和肺动脉长轴切面, 显示舒张末期右心室流出道前后径、主动脉瓣环内径、肺动脉主干内径和左右肺动脉主干内径测量方法, 在肺动脉瓣瓣下 2 cm 处测量右心室流出道内径, 在肺动脉瓣瓣上 1 cm 处测量肺动脉主干内径, 在左右肺动脉主干起始处远心端 1 cm 处测量左右肺动脉主干内径

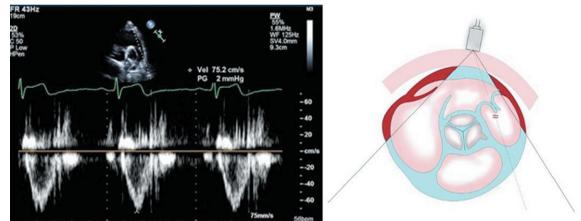


图 5 胸骨旁主动脉瓣短轴切面, 显示收缩期肺动脉峰值速度测量方法。在肺动脉瓣瓣上远心端 1 cm 处管腔中央获取

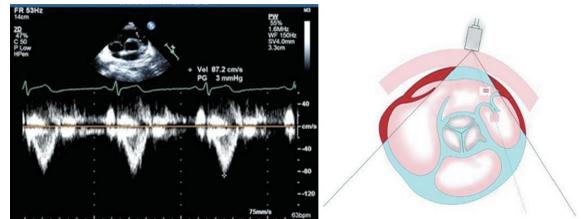


图 6 胸骨旁右心室流出道切面, 显示右心室流出道血流峰值速度测量方法。在肺动脉瓣瓣下 2 cm 处测量右心室流出道血流速度频谱

2. 心尖检测区

(1) 心尖四腔心切面 (图 7~19)

探头置于心尖搏动处, 声束指向右胸锁关节, 室间隔由心尖向心底延伸, 与三尖瓣隔瓣及二尖瓣前叶及房间隔交汇, 房间隔向心底延伸止于房顶的心房穹隆。

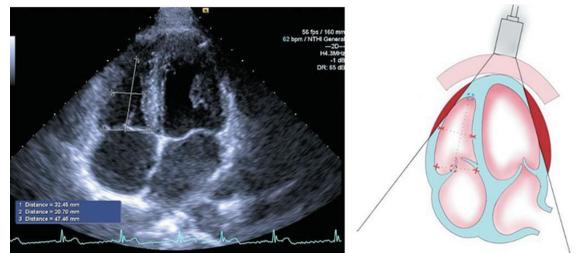


图 7 心尖四腔切面, 在舒张末期测量右心室长径、右心室中份和基底部横径

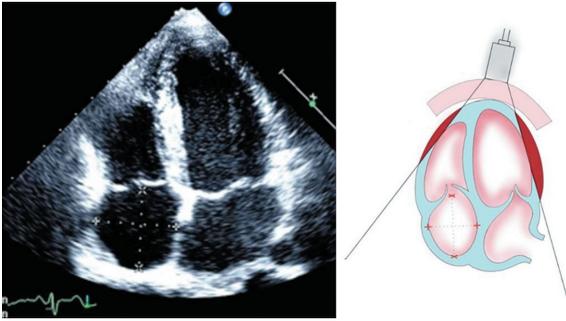


图 8 心尖四腔切面，在收缩末期测量右心房长径、中份部横径。在右心房内中份水平测量横径，在三尖瓣瓣环连线中点向心房底部连线，与横径连线垂直测量长径，避开上腔静脉口

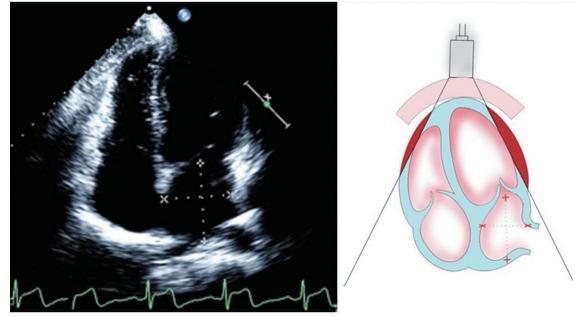


图 10 心尖四腔切面，在收缩末期测量左心房长径和左心房中份部横径。在左心房内中份水平测量横径，在二尖瓣瓣环连线中点向心房底部连线，与横径连线垂直测量长径，避开右上肺静脉口

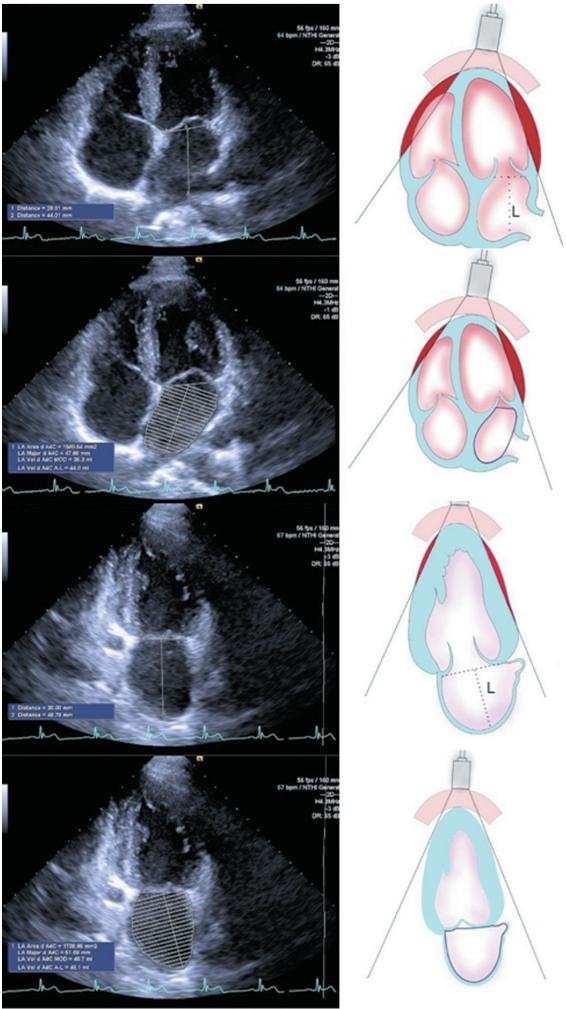


图 9 心尖四腔和心尖两腔切面，分别测取收缩末期两切面左心房最小长径 (L) 和左心房面积 (A1、A2)，代入下列公式计算得到左心房容积：左心房容积 =  $8/3\pi [(A1) (A2) / (L)]$ ；也可采用改良 Simpson 法直接测量上述两个切面左心房面积后得到左心房容积

(2) 心尖五腔心切面 (图 20, 21)

在心尖四腔心切面的基础上，轻度将探头顺钟向旋转  $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$  后向胸壁方向前翘，左心室侧出现左心室流出道及主动脉根部结构。

(3) 心尖左心室长轴切面

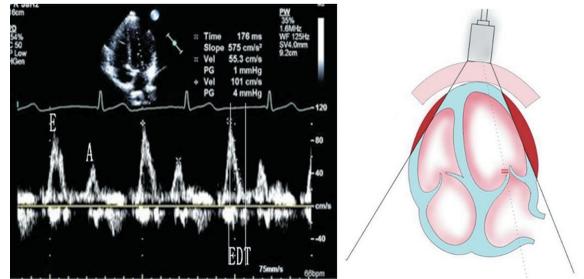


图 11 标准心尖四腔切面引导脉冲波多普勒取样二尖瓣口舒张期跨瓣血流速度峰值 E 峰和 A 峰、A 峰持续时间以及 E 峰减速时间测量方法

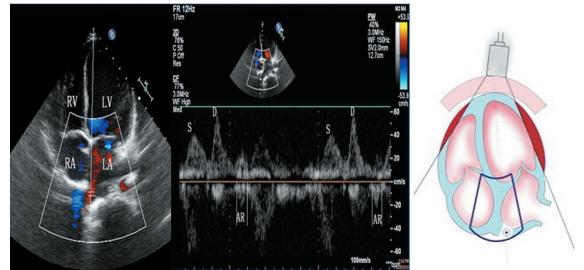


图 12 标准心尖四腔切面引导脉冲波多普勒取样右肺上静脉口血流速度频谱收缩期肺静脉血流反流时间 (Ar dur) 测量方法

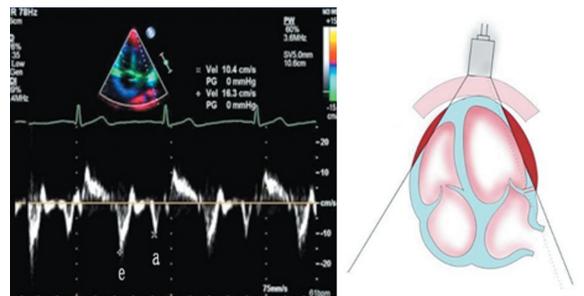


图 13 标准心尖四腔切面引导脉冲波组织多普勒取样二尖瓣侧瓣环舒张期组织运动速度峰值 e 峰和 a 峰测量方法

在心尖四腔心切面的基础上，将探头逆钟向旋转  $120^{\circ}$ ，此切面与胸骨旁左心室长轴切面相似，可清晰显示心尖部结构。

3. 剑突下检测区

剑突下四腔心切面 (图 22, 23)

探头置于剑突下，声束指向左肩，超声平面与标准左心室长轴切面垂直，可以显示心脏的四个房室

腔、两组房室瓣及房间隔和室间隔等结构。

#### 4. 胸骨上窝检测区

胸骨上窝主动脉弓长轴切面 (图 24, 25)

探头置于胸骨上窝, 指向心脏方向, 探头上的方

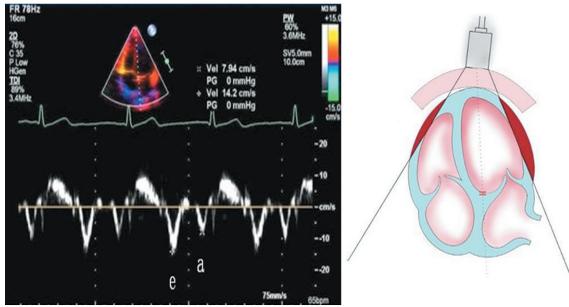


图 14 标准心尖四腔切面引导脉冲波组织多普勒取样二尖瓣间隔瓣环舒张期组织运动速度峰值 e 峰和 a 峰测量方法

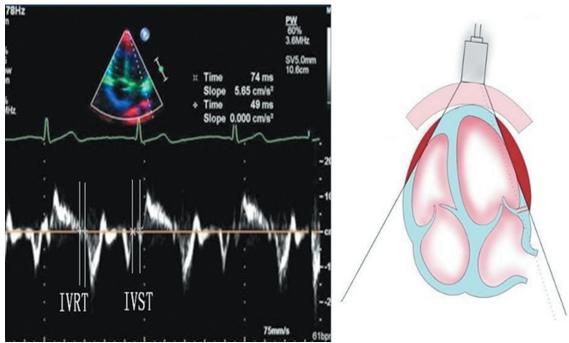


图 15 标准心尖四腔切面引导脉冲波组织多普勒取样二尖瓣侧壁瓣环组织运动速度频谱左心室等容舒张时间和左心室等容收缩时间测量方法

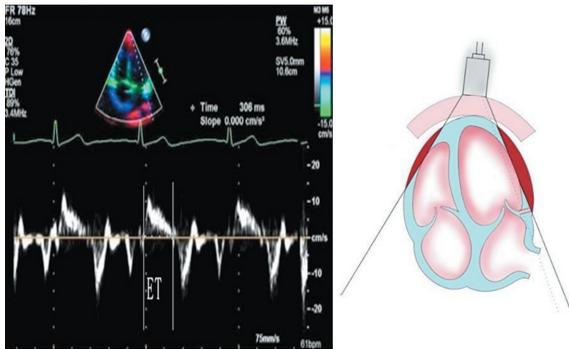


图 16 标准心尖四腔切面引导脉冲波组织多普勒取样二尖瓣侧壁瓣环组织运动速度频谱射血时间测量方法

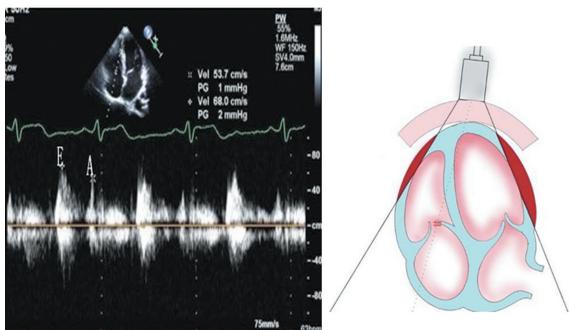


图 17 标准心尖四腔切面引导脉冲波多普勒取样三尖瓣口舒张期跨瓣血流速度峰值 E 峰和 A 峰测量方法

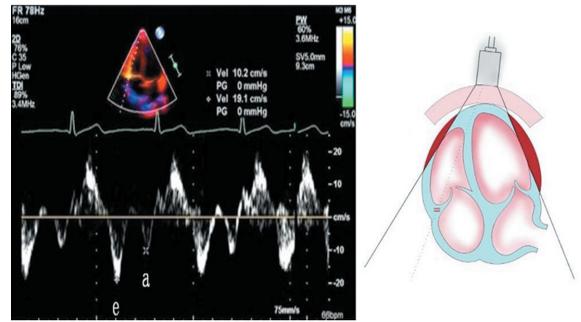


图 18 标准心尖四腔切面引导脉冲波组织多普勒取样三尖瓣侧壁瓣环舒张期组织运动速度峰值 e 峰和 a 峰测量方法

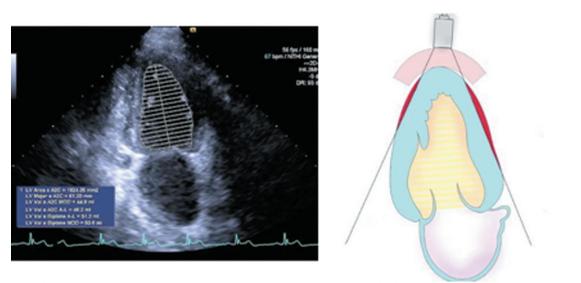
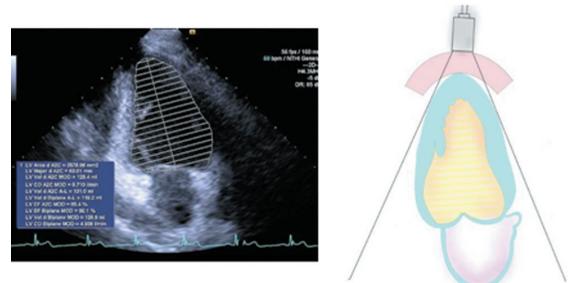
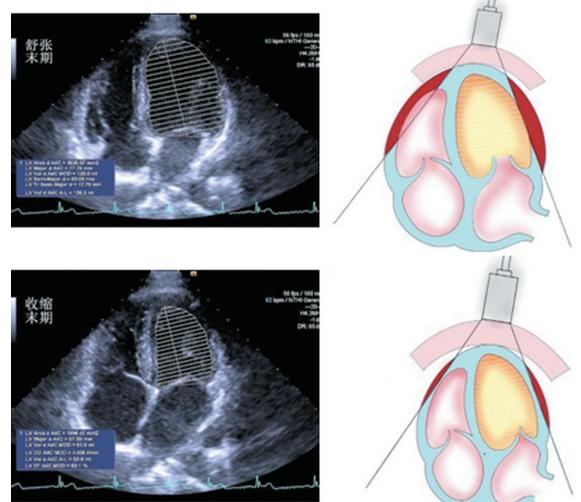


图 19 标准心尖四腔切面和两腔切面引导采用 Simpson 双平面法进行左心室舒张末期和收缩末期容量测量方法, 采用同步心电图确定准确舒张末期和收缩末期时相

向标志对向患者的左耳垂。可见一弓状大血管结构, 起始段为升主动脉, 弓部的上端从右至左依次可见无名动脉、左颈总动脉及左锁骨下动脉, 主动脉弓向左下后走行为降主动脉。

#### (二) 超声心动图测量参数及观测时相和测量方法

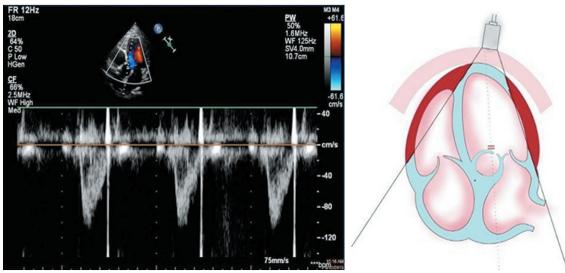


图 20 心尖五腔切面引导脉冲波多普勒取样主动脉瓣环收缩期血流速度峰值与时间速度积分测量

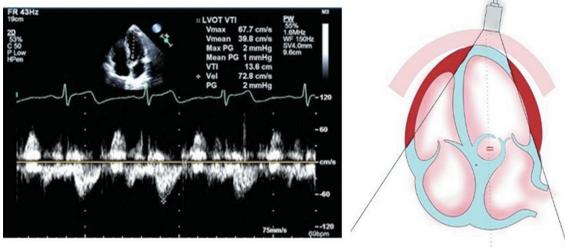


图 21 心尖五腔切面引导脉冲波多普勒取样左心室流出道收缩期血流速度峰值与时间速度积分测量方法，左心室流出道收缩期速度和时间速度积分应在主动脉瓣下 1 cm 处测量，取样线应当尽量与左心室流出道长轴平行

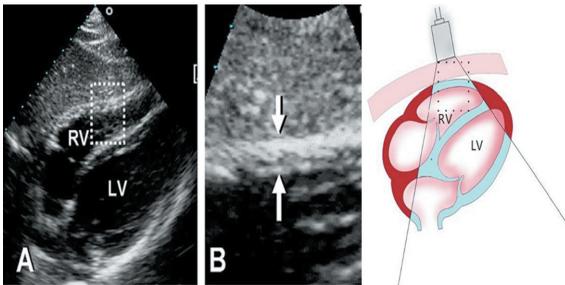


图 22 剑突下四腔切面显示舒张末期右心室游离壁厚测量方法，可采用局部放大确定心内膜和心外膜后进行测量

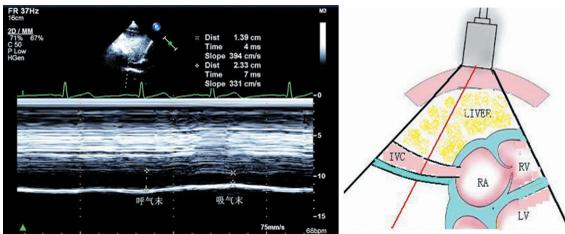


图 23 剑突下四腔切面显示下腔静脉汇入部吸气末期和呼气末期内径测量方法，二维下腔静脉长轴切面引导 M 型取样线应放置于下腔静脉汇入口远心端 2 cm 处并尽量与下腔静脉前后管壁垂直

1. 胸骨旁左心室长轴切面 (二维 + M 型)
  - (1) 右心室前壁厚度 (舒张末期, 二维 + M 型)
  - (2) 右心室前后径 (舒张末期, 二维 + M 型)
  - (3) 室间隔厚度 (舒张末期, 二维 + M 型)
  - (4) 左室内径 (舒张末期和收缩末期, 二维 + M 型)
  - (5) 左心室后壁厚度 (舒张末期, 二维 + M 型)
  - (6) 左心室流出道内径 (收缩末期, 二维)
  - (7) 主动脉瓣环内径 (舒张末期, 二维)

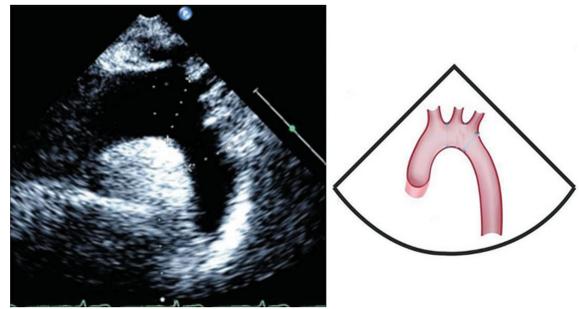


图 24 胸骨上窝主动脉弓长轴切面，显示收缩末期主动脉弓和降主动脉内径测量方法，主动脉弓内径测量位置为无名动脉与左颈总动脉开口位置之间，降主动脉内径测量位置为左锁骨下动脉远心端 1 cm 处

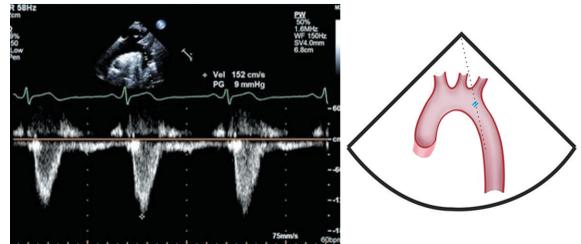


图 25 胸骨上窝主动脉弓长轴切面，显示收缩期主动脉弓峡部峰值血流速度测量方法，取样位置确定为左锁骨下动脉远心端 1 cm 处

- (8) 主动脉窦部内径 (舒张末期, 二维)
  - (9) 主动脉根部内径 (舒张末期, 二维)
  - (10) 左心房前后径 (收缩末期, 二维)
2. 胸骨旁主动脉瓣短轴切面 (二维 + 脉冲波多普勒)
    - (1) 右心室流出道内径 (舒张末期, 二维)
    - (2) 肺动脉瓣环内径 (舒张末期, 二维)
    - (3) 肺动脉主干内径 (舒张末期, 二维)
    - (4) 左肺动脉主干内径 (舒张末期, 二维)
    - (5) 右肺动脉主干内径 (舒张末期, 二维)
    - (6) 肺动脉血流峰值速度 (收缩期, 脉冲波多普勒)
  3. 胸骨旁右心室流出道切面 (二维 + 脉冲波多普勒)
    - 右心室流出道血流峰值速度 (收缩期)
  4. 心尖四腔切面、心尖两腔切面 (二维 + 脉冲波多普勒 + 组织多普勒速度)
    - (1) 右心房收缩末期长径
    - (2) 右心房收缩末期横径
    - (3) 右心室舒张末期长径 (D3)
    - (4) 右心室舒张末期中份横径 (D2)
    - (5) 右心室舒张末期基底横径 (D1)
    - (6) 左心室舒张末期基底横径
    - (7) 左心房收缩末期长径
    - (8) 左心房收缩末期横径

- (9) 左心房面积 (收缩末期)
  - (10) 左心房容积 (收缩末期)
  - (11) 二尖瓣口 E 峰血流速度 (舒张早期)
  - (12) 二尖瓣口 A 峰血流速度 (舒张晚期)
  - (13) 二尖瓣口 A 峰持续时间 (舒张晚期)
  - (14) E 峰减速度时间
  - (15) 右上肺静脉收缩期反流 (Ar) 持续时间
  - (16) 二尖瓣环间隔和侧壁瓣环 e 峰速度 (舒张早期)
  - (17) 二尖瓣环间隔和侧壁瓣环 a 峰速度 (舒张晚期)
  - (18) 二尖瓣环间隔和侧壁瓣环 s 峰速度 (收缩期)
  - (19) 左心室等容舒张时间
  - (20) 左心室等容收缩时间
  - (21) 左心室射血时间 (s 波持续时间)
  - (22) 三尖瓣口 E 峰血流速度 (舒张早期)
  - (23) 三尖瓣口 A 峰血流速度 (舒张晚期)
  - (24) 三尖瓣环侧壁瓣环 e 峰速度 (舒张早期)
  - (25) 三尖瓣环侧壁瓣环 a 峰速度 (舒张晚期)
  - (26) 三尖瓣环侧壁瓣环 s 峰速度 (收缩期)
  - (27) 左心室容积 (舒张末期)
  - (28) 左心室容积 (收缩末期)
5. 心尖五腔切面 (二维 + 脉冲波多普勒)
- (1) 主动脉瓣瓣环速度 (收缩期)
  - (2) 主动脉瓣瓣环时间速度积分 (收缩期)
  - (3) 左心室流出道速度 (收缩期)
  - (4) 左心室流出道时间速度积分 (收缩期)
6. 剑突下四腔切面 (二维)
- 右心室游离壁舒张末期厚度 (舒张末期)
7. 剑突下下腔静脉切面 (二维 + M 型)
- 下腔静脉汇入部内径 (吸气末期和呼气末期)
8. 胸骨上凹主动脉弓长轴切面 (二维 + 脉冲波多普勒)
- (1) 主动脉弓内径 (收缩末期)
  - (2) 降主动脉内径 (收缩末期)
  - (3) 主动脉弓峡部峰值血流速度 (收缩期)

#### 七、对超声心动图正常参考值以及测量值异常的理解与界定

心血管疾病超声心动图诊断的首要目的是确定受检者的心血管系统解剖和功能有无异常并协助确定病因,其次是确定和分级已经发现的异常状态的严重程度。上述目标通常采用定性观察和定量测量的方法来加以实现。大多数情况下,确定一个参数是正常或者不正常后,临床超声心动图学家通常采用一些词语对异常程度进行半定量描述和评价,例如:轻度、中度

和重度,这些词反映了测量值偏离正常的程度。除提供定性观察和半定量评价以外,在超声心动图检查过程中使用标准化的量化评价方法确定正常和异常的临界值以及异常的严重程度,对临床心血管疾病的精确诊断和治疗具有重要临床价值。

确定异常程度的第一个方法是基于偏离正常健康人群参考测值均值的标准误的大小,依据偏移情况将其定义为轻微、中度和严重异常。这种确定异常程度方法的优势是对于大部分超声心动图测量参数易于得出评价结论。然而这种方法有根本的两个缺陷:首先,即使在正常人群,并非所有超声心动图参数都是正态分布或高斯分布的;其次,即使某个特定参数在正常人群中呈正态分布,大部分超声心动图参数在总人群中呈单方向的非对称性分布(尺寸参数特别大或者功能参数特别低)。另一个可选的办法是定义偏离人群百分位(例如 95% 或 99%)的方法,人群包括了健康人和患病个体。虽然这些数据仍然不是正态分布的,但是考虑到了普遍人群中的非对称分布趋势和异常数值范围。

理想情况下,定义一个变量中等偏离正常意味着这名患者有中度危险发生某种不良临床终点事件。虽然有足够的数据把心腔大小和风险联系起来(例如左心室大小和射血分数,左心房容量和舒张功能等),但是仍有很多其他参数缺乏相应的与临床终点事件数据的关联性。此外,这种方法也有局限性,例如如何定义风险,同一个参数的临界值在不同人群和疾病状态相对于不同风险有很大的变异。

最终,临界值可以通过专家基于经验达成的一致来决定。超声心动图诊断心血管疾病的特异方法及其测量参数可能需要通过获得对疾病严重程度和(或)异常程度有意义的临床分类来建立。这些临界值对于超声心动图报告会提供一致的参考作用,会使临床医生更易于理解超声心动图的检测结果。

为了使不同体重的个体心腔测值具有可比性,现有研究<sup>[11-13]</sup>数据多采用 BSA 来校正。

#### 八、中国汉族健康成年人心脏大血管解剖结构测量值

##### 1. 数据来源人群

观察人群为参加注册多中心研究的 43 家医院的 1 586 位志愿者,根据排除标准剔除非健康志愿者,最后有 1 394 位健康志愿者符合纳入标准。其中男性志愿者 678 名,平均年龄(47.1 ± 16.2)岁,女性志愿者 716 名,平均年龄(47.5 ± 15.8)岁。研究采集这些健康志愿者的一般资料,同时依据前述规范化的超声心动图检测方法和标准化测量方法获取 34 个超声心动图心脏和大血管解剖结构参数。

## 2. 一般资料特征

如表 1 所示, 在整个观察人群中, 男性的身高、体重、体质指数、体表面积、收缩压及舒张压明显高于女性 ( $P < 0.001$ ), 年龄及心率在两者间差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。在男女两性中, 虽然男性 50~59 岁组及 70~79 岁组和女性 40~49 岁组的心率明显低于年龄 18~29 岁组 ( $P < 0.05$ ), 但是 6 个年龄组间男女两性的心率差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。身高、体重、体质指数、BSA、SBP 及 DBP 在 6 个年龄组间明显不同 ( $P < 0.05$ )。身高的最高值在男性为 30~39 岁组及女性为 18~23 岁组。体重及体表面积的最高值在男性 30~39 岁组及女性 40~49 岁组。收缩压及舒张压的最高值在男性 70~79 岁组及女性 60~69 岁组。

## 3. 左心房及左心室的测量

要有效完成心脏各房室的解剖结构测量并为临床提供有用诊断信息, 必须了解房室的解剖结构及其相关检测方法的优点缺点和适用性以及测量数据的相关临床价值。

### (1) 左心房大小

左心房增大与心房颤动、脑卒中的发生率、心肌梗死后的总死亡率、扩张性心肌病的死亡和住院风险以及糖尿病患者的缺血相关事件或死亡有明确关联。非二尖瓣病变引起的左心房增大往往反映的是随左心房压增加的房壁张力增加以及继发于心房肌病变的左

心房功能损害, 即左心房增大反映舒张功能障碍的严重程度和病程, 以及左心房压力增高。

左心房容积大小可用于检测临床和亚临床心血管疾病严重程度。但是并不知道性别之间有无潜在差异性。值得注意的是: 长度面积法的测值往往大于 Simpson 法测值 ( $P < 0.001$ ), 这两种方法并不完全可以互换。

应用最为广泛的左心房线性测值是通过 M 型或二维超声心动图获取并测量的胸骨旁长轴切面左心房前后径。尽管这种测量法已经在临床实践和研究中广泛应用, 但它往往并不能代表准确的左心房大小。左心房前后径的广泛应用是因为其为众所周知的重复性最好的测量法。但是, 仅用左心房前后径评价左心房大小, 是假设左心房增大时各径线改变是相近的, 而实际左心房重构状态并非如此。因此, 左心房前后径线性测量不应该作为左心房大小的单一测量法。

左心房面积可以在心尖两腔和四腔切面计算获得, 这些数据的正常参考值已有报道。但是由于在目前的临床实践中能够轻松获取左心房容积, 结合现有的充足的左心房容积正常参考值和已经确立的诊断价值, 提示常规测量左心房面积的必要性不大。

### (2) 左心室大小

已知左心室内径、容积、射血分数均为临床和人口研究中发病率和死亡率的强有力的预测因子。然而, 这些参数的超声心动图测量在某些情况下会存在

表 1 根据性别及年龄分层的研究人群的一般资料特征 ( $\bar{x} \pm s$ )

参数	男性							P 值
	总数 (n = 678)	18~29 岁 (n = 128)	30~39 岁 (n = 118)	40~49 岁 (n = 138)	50~59 岁 (n = 106)	60~69 岁 (n = 105)	70~79 岁 (n = 83)	
年龄(岁)	47.1 ± 16.2	25.1 ± 2.4	34.5 ± 2.8 <sup>b</sup>	44.5 ± 3.1 <sup>b</sup>	54.5 ± 3.0 <sup>b</sup>	63.4 ± 2.9 <sup>b</sup>	73.5 ± 2.7 <sup>b</sup>	<0.001
身高(cm)	171 ± 6	173 ± 6	173 ± 6	172 ± 5	170 ± 5 <sup>b</sup>	170 ± 6 <sup>b</sup>	169 ± 7 <sup>b</sup>	<0.001
体重(kg)	67.6 ± 7.9	67.0 ± 7.7	69.7 ± 7.8 <sup>b</sup>	69.5 ± 7.1 <sup>b</sup>	67.2 ± 8.1	67.0 ± 7.6	63.8 ± 8.0 <sup>a</sup>	<0.001
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.0 ± 2.1	22.3 ± 2.1	23.2 ± 2.0 <sup>b</sup>	23.5 ± 1.9 <sup>b</sup>	23.3 ± 2.2 <sup>b</sup>	23.2 ± 2.0 <sup>b</sup>	22.4 ± 2.0	<0.001
BSA(m <sup>2</sup> )	1.82 ± 0.13	1.83 ± 0.12	1.86 ± 0.10 <sup>a</sup>	1.85 ± 0.11	1.80 ± 0.13	1.80 ± 0.13	1.75 ± 0.10 <sup>b</sup>	<0.001
SBP(mmHg)	121 ± 9	118 ± 9	119 ± 9	119 ± 8	122 ± 9 <sup>b</sup>	123 ± 10 <sup>b</sup>	126 ± 9 <sup>b</sup>	<0.001
DBP(mmHg)	77 ± 7	75 ± 6	76 ± 6	77 ± 7	78 ± 7 <sup>a</sup>	77 ± 6 <sup>a</sup>	78 ± 8 <sup>b</sup>	<0.001
HR(次/min)	72.2 ± 8.5	73.6 ± 8.6	72.6 ± 8.5	72.6 ± 8.7	70.1 ± 8.7 <sup>a</sup>	72.2 ± 8.2	70.6 ± 7.8 <sup>a</sup>	>0.05
参数	女性							P 值
	总数 (n = 716)	18~29 岁 (n = 116)	30~39 岁 (n = 139)	40~49 岁 (n = 135)	50~59 岁 (n = 141)	60~69 岁 (n = 97)	70~79 岁 (n = 88)	
年龄(岁)	47.5 ± 15.8	24.6 ± 2.7	35.0 ± 2.9 <sup>b</sup>	44.6 ± 3.0 <sup>b</sup>	54.4 ± 2.8 <sup>b</sup>	63.4 ± 3.1 <sup>b</sup>	73.2 ± 2.8 <sup>b</sup>	<0.001
身高(cm)	160 ± 5 <sup>c</sup>	162 ± 5	161 ± 5	160 ± 5 <sup>a</sup>	159 ± 5 <sup>b</sup>	158 ± 6 <sup>b</sup>	157 ± 6 <sup>b</sup>	<0.001
体重(kg)	56.1 ± 6.6 <sup>c</sup>	54.0 ± 5.6	56.0 ± 6.2 <sup>a</sup>	57.5 ± 6.8 <sup>b</sup>	56.8 ± 6.5 <sup>b</sup>	56.4 ± 7.1 <sup>b</sup>	54.9 ± 7.2	<0.001
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	22.0 ± 2.3 <sup>c</sup>	20.6 ± 1.9	21.5 ± 2.2 <sup>b</sup>	22.5 ± 2.2 <sup>b</sup>	22.4 ± 2.2 <sup>b</sup>	22.6 ± 1.9 <sup>b</sup>	22.3 ± 2.4 <sup>b</sup>	<0.001
BSA(m <sup>2</sup> )	1.60 ± 0.11 <sup>c</sup>	1.59 ± 0.09	1.61 ± 0.10	1.62 ± 0.11 <sup>b</sup>	1.60 ± 0.10	1.59 ± 0.12	1.56 ± 0.12	<0.001
SBP(mmHg)	116 ± 11 <sup>c</sup>	111 ± 11	112 ± 10	116 ± 10 <sup>b</sup>	117 ± 11 <sup>b</sup>	122 ± 9 <sup>b</sup>	122 ± 11 <sup>b</sup>	<0.001
DBP(mmHg)	74 ± 8 <sup>c</sup>	72 ± 7	72 ± 8	75 ± 8 <sup>b</sup>	75 ± 7 <sup>b</sup>	77 ± 8 <sup>b</sup>	74 ± 8 <sup>a</sup>	<0.001
HR(次/min)	72.9 ± 8.1	73.7 ± 7.7	73.3 ± 7.7	71.5 ± 7.5 <sup>a</sup>	71.8 ± 8.5	72.9 ± 9.0	75.1 ± 7.7	>0.05

注: 与 18~29 岁组相比, <sup>a</sup> $P < 0.05$ , <sup>b</sup> $P < 0.01$ ; 与整体男性相比, <sup>c</sup> $P < 0.001$ 。BMI: 体质指数; BSA: 体表面积; SBP: 收缩压; DBP: 舒张压; HR: 心率。1 mmHg = 0.133 kPa

一定的局限性,最常见的就是非标准切面和长轴缩短的左心室心尖切面引起的误差。已有研究表明大部分左心室的测量参数都存在性别关联性,即使体表面积标准化后这种关联性仍然存在。女性左心室的容积越小,心室的射血分数越高。在两性中,随着年龄的增加均有左心室容积减小,心室射血分数增加。值得注意的是,只有在女性志愿者中才存在随着年龄的增长左心室的重量增加。在欧洲 NORRE 研究中男性的左心室直径显著高于女性。左心室参数在种族之间存在一定的特异性。

已知采用线性测量值来计算左心室容量是不准确的,因为它假定左心室性状是一个椭圆柱体,并不适用于多种心脏病理结构。因此,基于线性测量来估算左心室容量的 Teichholz 和 Quinones 方法已不再在临床使用。

容量计算通常基于心肌与左心室腔交界界面描记。采用二维超声心动图测量左心室容量的最常用方法是改良 Simpson 法,它将左心室分成多个圆盘,将其相加计算出左心室容量,这是多个学会一致推荐的二维超声心动图容积测量方法。在二尖瓣水平,轮廓应是瓣环间连接的直线。左心室长度得定义是此连线的中点与左心室心尖的距离。推荐使用心尖两腔和四腔切面左心室长轴最大切面进行测量。

左心室容量应当在心尖四腔和两腔切面进行测量。二维超声心动图图像采集应在左心室面积最大时进行,以避免左心室长轴缩短垂直变形低估容量。尽量减低整个图像的深度,聚焦左心室腔,以减少垂直变形描记心内膜时的误差。

在心尖切面描记心内膜时,当两个或者更多节段室壁紧邻左心室内膜的部分显示不清时就需要造影剂增加对比。与未造影的图像相比,造影后的图像可能显示更大的容量,更接近心肌磁共振的结果。应用高浓度造影剂的时候要注意避免左心室基底部可能出现的声影。目前心脏造影后左心室容量的正常参考值还未确定。

采用二维超声心动图测量左心室容量的最常用方法是改良 Simpson 法,它将左心室分成多个圆盘,将其相加计算出左心室容量,这是多个学会一致推荐的二维超声心动图测量方法。当心尖切面心内膜显示不清而不能准确描绘时,可以用另一种方法估算左心室容量,即面积-长度法,它假设左心室是一个子弹型。胸骨旁短轴切面的左心室中段横切面积由面积法估算;左心室长度在心尖四腔切面测量二尖瓣瓣环平面中点至心尖的距离获取;在二尖瓣水平获得瓣环间连接的直线,左心室长度的定义是此连线的中点与左心室心尖的距离。推荐使用心尖两腔和四腔切面左心

室长轴最大切面进行测量。胸骨旁短轴切面的左心室中段横切面积由面积法估算,左心室长度在心尖四腔切面测量二尖瓣瓣环平面中点至心尖的距离获取。这种方法的不足之处是子弹型几何形状假设并不总是可靠的。

#### 4. 左心室质量

左心室质量是心血管事件的一个重要危险因素和强烈预测因子。采用 M 型超声、二维超声和三维超声心动图可以有效地计算左心室质量。建议左心室质量所有的测量都在舒张末期进行(二尖瓣关闭前最后一帧图像及心室径线或容量最大时)。使用 M 型超声或者二维超声心动图测量左心室舒张期径线和室壁厚度的方法依靠几何公式计算左心室容积。所有的方法均通过以心肌容积和心肌密度(约 1.05 g/ml)相乘把容积转化为质量。

不同于 M 型超声心动图径线测量法,二维超声心动图可以更准确地描述心室的形状,反映沿左心室长轴发生的左心室大小的变化。需要注意到在多种心脏疾病中左心室几何形状通常会改变。

在需要大规模筛查人群时 M 型超声心动图具有优势。因为其简单、快速且检查变异度小。大部分左心室质量和预后关联的临床研究均采用 M 型超声心动图测量方法。但是,有以下几点需要特别加以注意:首先,左心室壁厚度和左心室径线的测量应当完全垂直左心室长轴,这点很重要。因此,二维超声引导的 M 型超声心动图图像或者单纯对二维超声图像的测量优于无引导的 M 型超声心动图图像测量。其次,由于 M 型超声心动图技术高估了 20% 的左心室径线,公式中包含了校正系数。第三点要注意的是这个公式把径线进行了立方,因此径线测量很小的错误也会对左心室质量测量造成显著影响。

#### 5. EMINCA 的左心系统研究结果

如表 2 所示,左房的测量包括左房前后径、左房长径、左房横径、左房面积及左房容积,在中国汉族成年人中上述参数的测值男性明显高于女性( $P < 0.001$ )。在男女两性中均随年龄增长而增加( $P < 0.05 \sim 0.001$ )。在男女两性中 70~79 岁组左房参数值最大。

左室参数的测量总结如表 3 所示。左室测量包括左心室流出道 LVOT、IVSd、IVSs、LVPWd、LVPWs、LVEDD、LVESD、LVEDV、LVESV 及左心室质量指数(LVM),在整个人群中男性明显高于女性( $P < 0.001$ )。在男女两性中,6 个年龄组间 LVOT 差异无统计学意义。另一方面,IVSd、IVSs、LVPWd、LVPWs 及 LVM 在两性中均随年龄增长而逐渐增加( $P < 0.05 \sim 0.01$ ),然而,LVEDD 及

表 2 根据性别及年龄分层的研究人群的左心房参数测量(95%参考值范围)

参数	男性													
	总数 (n = 678)		18~29 岁 (n = 128)		30~39 岁 (n = 118)		40~49 岁 (n = 138)		50~59 岁 (n = 106)		60~69 岁 (n = 105)		70~79 岁 (n = 83)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
LA-ap(mm)	23.5	38.7	21.9	36.7	23.8	37.2	24.2	38.8	23.7	39.3	24.6	39.2	25.5	40.3
LA-l(mm)	35.2	58.4	33.2	56.4	34.7	57.1	35.0	57.0	36.9	58.9	37.5	58.7	37.1	61.7
LA-t(mm)	26.7	44.7	26.0	44.0	26.0	45.6	26.9	44.1	27.3	44.5	26.2	44.6	28.6	45.8
LAA(cm <sup>2</sup> )	8.4	21.0	8.3	19.7	8.4	20.2	8.8	19.4	8.6	22.0	8.5	21.9	9.9	22.9
LAV(ml)	15.3	60.7	14.9	57.7	15.6	57.2	18.3	54.7	13.5	64.1	13.1	65.7	19.5	65.3

参数	女性													
	总数 (n = 716)		18~29 岁 (n = 116)		30~39 岁 (n = 139)		40~49 岁 (n = 135)		50~59 岁 (n = 141)		60~69 岁 (n = 97)		70~79 岁 (n = 88)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
LA-ap(mm)	22.0	36.8	21.0	34.4	21.3	34.7	22.1	37.3	22.7	36.5	23.5	38.3	24.0	38.6
LA-l(mm)	33.7	56.5	31.9	53.9	33.1	54.7	33.4	57.0	35.4	55.8	36.8	57.2	34.9	59.3
LA-t(mm)	26.2	43.0	26.1	42.1	25.5	41.1	26.5	44.1	25.9	43.1	26.3	43.1	27.7	44.1
LAA(cm <sup>2</sup> )	8.4	19.4	8.0	17.8	7.7	18.3	8.4	19.4	8.6	20.0	9.6	19.8	9.1	21.3
LAV(ml)	13.8	55.8	12.9	49.3	10.7	53.1	16.3	54.3	15.4	55.8	17.3	57.3	15.1	62.9

注: LA-ap: 左心房前后径; LA-l: 左心房长径; LA-t: 左心房横径; LAA: 左心房面积; LAV: 左心房容积

表 3 根据性别及年龄分层的研究人群的左心室参数测量(95%参考值范围)

参数	男性													
	总数 (n = 678)		18~29 岁 (n = 128)		30~39 岁 (n = 118)		40~49 岁 (n = 138)		50~59 岁 (n = 106)		60~69 岁 (n = 105)		70~79 岁 (n = 83)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
LVOT(mm)	13.6	25.0	13.9	25.3	12.8	25.4	13.9	24.9	14.1	24.7	13.4	24.8	13.3	24.3
IVSd(mm)	6.4	11.4	6.3	10.7	6.2	11.2	6.4	11.4	6.6	11.4	6.8	11.6	7.0	11.8
IVSs(mm)	9.0	16.0	8.7	14.9	8.8	15.4	9.0	15.6	9.6	16.2	9.0	16.8	10.1	16.3
LVPWd(mm)	6.3	11.1	5.9	10.7	6.2	10.6	6.3	11.1	6.2	11.2	6.5	11.3	6.7	11.7
LVPWs(mm)	8.8	16.2	8.7	15.7	8.5	15.9	8.9	15.5	9.4	16.4	8.9	16.7	9.6	17.0
LVEDD(mm)	38.4	54.0	38.9	54.1	39.4	54.0	38.4	53.6	38.9	54.5	37.9	53.9	36.9	53.3
LVESD(mm)	22.6	38.6	24.0	38.8	24.1	38.7	23.5	38.3	21.8	39.4	21.7	37.7	20.2	37.8
LVEDV(ml)	45.9	127.5	50.9	133.7	49.2	133.0	50.7	127.5	41.6	126.2	42.8	118.0	43.7	116.3
LVESV(ml)	12.4	50.0	16.2	52.6	15.6	50.8	14.8	49.2	7.8	54.0	12.1	43.5	11.0	42.8
LVEF(%)	52.6	76.2	51.2	74.4	52.1	74.5	53.0	75.8	52.8	77.4	54.6	76.2	53.0	79.2
LVM(g)	77.6	194.0	75.1	183.7	85.3	178.3	75.7	192.9	73.4	206.6	79.7	201.7	81.4	201.4

参数	女性													
	总数 (n = 716)		18~29 岁 (n = 116)		30~39 岁 (n = 139)		40~49 岁 (n = 135)		50~59 岁 (n = 141)		60~69 岁 (n = 97)		70~79 岁 (n = 88)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
LVOT(mm)	12.0	23.0	11.2	23.4	12.1	23.1	12.4	23.0	12.2	22.8	12.1	23.1	12.1	23.1
IVSd(mm)	5.6	10.6	5.3	9.3	5.4	10.2	7.7	8.5	5.6	11.0	6.2	11.2	6.6	11.0
IVSs(mm)	8.0	15.0	7.5	13.7	7.9	14.1	8.3	14.5	8.7	14.9	8.9	15.5	8.8	15.8
LVPWd(mm)	5.5	10.3	5.4	9.0	5.5	9.5	5.5	10.3	5.4	10.4	6.2	10.6	6.2	11.0
LVPWs(mm)	8.2	15.2	7.5	14.5	7.7	14.7	8.5	14.7	8.5	15.1	8.6	15.6	9.1	16.1
LVEDD(mm)	36.7	49.7	36.7	48.5	37.6	49.4	37.0	50.8	36.6	50.4	36.8	49.4	35.0	49.6
LVESD(mm)	20.8	35.4	21.6	33.8	21.7	35.5	21.1	35.9	21.1	35.3	20.8	35.4	18.1	36.5
LVEDV(ml)	37.7	106.7	41.0	106.4	42.0	103.2	40.9	111.5	38.0	104.2	37.4	104.0	25.6	109.0
LVESV(ml)	8.4	43.6	7.6	45.6	9.7	43.1	10.2	45.0	9.9	40.9	8.6	41.6	3.1	45.9
LVEF(%)	52.8	77.2	52.5	77.1	52.3	76.9	53.1	75.9	52.2	77.6	54.5	78.1	53.5	77.1
LVM(g)	57.1	157.5	55.9	127.7	59.5	145.3	61.2	158.0	55.4	167.2	68.3	165.1	62.8	168.2

注: LVOT: 左心室流出道内径; IVSd: 室间隔舒张末期厚度; IVSs: 室间隔收缩末期厚度; LVPWd: 舒张末期左心室后壁厚度; LVPWs: 收缩末期左心室后壁厚度; LVEDD: 舒张末期左心室内径; LVESD: 收缩末期左心室内径; LVEDV: 舒张末期左心室容积; LVESV: 收缩末期左心室容积; LVEF: 左心室射血分数; LVM: 左心室质量

LVEDV 随年龄增长而轻微减小 ( $P < 0.01$ )。IVSd、IVSs、LVPWd、LVPWs 的最大值在两性中均为 70~79 岁组。LVM 的最大值在男性为 70~79

岁组, 女性为 60~69 岁组。

LVEF 在男女间差异无统计学意义 [ $(64.4 \pm 6.0)\%$  vs  $(65.0 \pm 6.2)\%$ ,  $P = 0.06$ ], 男性 LVEF

的最大值为 70~79 岁组, 而女性 6 个年龄组间没有明显差异。

## 6. 右心房及右心室的测量

### (1) 右心房及下腔静脉大小

针对右心房尺寸量化评价的研究和临床可用数据较少。尽管可以多切面观察右心房, 但最常用的是在心尖四腔心切面量化评价右心房大小。右心房横径是在与右心房长径的中点垂直方向获得, 为右心房的外侧内壁缘到房间隔距离。与左心房相比, 右心房的大小似乎对性别有依赖性, 右心房容积在男性和女性之间存在差异。

与左心房测量一致, 在确定右心房大小时右心房容积似乎比线性测量更可靠和精确。在已有的指南文件中可用于规范右心房容积的数据有限。与三维超声心动图相比, 二维超声心动图技术有可能低估右心房容积大小。在成人个体中右心房容积似乎比左心房容积要小。

扩大的右心房能预示许多心脏疾病。由于通常情况下只在心尖四腔心切面测量右心房的内径和面积。由于数据单一, 因此右心房观测并没有列入常规的超声心动图检查数据中。

下腔静脉 (IVC) 肋下切面测量应该包括在常规经胸超声心动图测量值中。以往普遍认为下腔静脉测量应在患者仰卧位时肋下长轴切面距右心房入口 1~2 cm 的位置测量。由于已知下腔静脉口解剖变异较大, 可在开口距离稍远处进行测量。为达到准确无误, 应垂直于下腔静脉长轴进行测量。下腔静脉内径随吸气而减小, 因胸腔负压导致体静脉血流充盈右心室增加。下腔静脉直径和吸气时直径塌陷率与右心房压减低相关。因正常呼吸时常没有这种反应, 评价这种吸气反应常常需要短暂深吸气, 这种关系可以量化为塌陷指数 (下腔静脉塌陷率)。

下腔静脉塌陷率 = (呼气下腔静脉内径 - 吸气下腔静脉内径) / 呼气下腔静脉内径

### (2) 右心室大小

右心室呈独特的新月形结构, 因此量化它的大小和功能较为复杂。研究有心肺疾病症状和体征患者的发病率和死亡率时, 右心室的可靠观测具有重要意义。各种径线、面积和容积的测量方法均可提供相关的临床诊断证据, 但是普遍缺乏重复性检验和与临床终点事件的相关性观察。

## 7. 右心室量化评价的一般建议

考虑到右心室观测指标以及其提供的有用临床信息, 建议所有的临床研究都应进行全面的右心室功能检查。超声检查者应使用多个右心室超声窗口来检查, 而报告中需要基于定性和定量参数进行评估。可

以测量的参数包括右心室、右心房的大小、右心室收缩功能 (评价以下参数至少一项或者联合评价: 面积变化分数 (FAC)、组织多普勒测量三尖瓣侧壁瓣环收缩速度 ( $S'$ ), 三尖瓣环收缩期位移 (TAPSE), 右心室心肌工作指数 (RIMP))。右心室收缩压的经典计算是通过三尖瓣反流速度和基于下腔静脉内径塌陷率估测的右心房压得到。

## 8. 主要检测区域和切面

采用心尖四腔切面、聚焦右心室的心尖四腔切面、改良的心尖四腔切面、左侧胸骨旁长轴和短轴切面、左侧胸骨旁右心室流入道和肋下切面, 可以提供综合评价右心室大小、收缩和舒张功能及右心室收缩压所需的解剖功能信息。在多数情况, 聚焦右心室的四腔切面比标准心尖四腔心切面能够更好地显示整个右心室游离壁。建议在聚焦右心室切面测量右心室的大小。

## 9. 右心室的测量

虽然右心室的大小和功能在常规超声心动图检查中是非常重要的, 但是它却未被列入临床的常规评价中。

线性定量测量右心室大小至关重要。与单纯目测相比, 可以降低个体间的差异性。由于右心室复杂的几何形状和缺乏特定的右侧解剖标志作为参考点, 使二维超声心动图测量具有挑战。传统心尖四腔切面 (主要显示左心室) 的右心室分段有许多差异, 所以即使在同一例患者, 当探头轻微旋转时右心室大小和面积的线性测量差别很大。而在聚焦右心室的心尖四腔心切面探头向内侧或外侧时均能较好地估测右心室的大小。注意在扫查中避免长轴缩短致内径缩小: 左心室心尖显示时右心室基底径最大。由于右心室游离壁在胸骨后位置或结构本身没有明确定义, 因此右心室大小精确测量受限。

## 10. EMINCA 的右心系统研究结果

如表 4 所示, 所有右房及右室参数包括右房长径、右房横径、右室前壁厚度、右室游离壁厚度、右室流出道横径 (RVOT)、右室前后径、右室长径、右室中份横径及右室基底横径在整个观测人群中男性明显高于女性 ( $P < 0.001$ )。右室长径、右室 V 前壁厚度及右室前后径在男女中均随年龄增长而逐渐增加 ( $P < 0.05 \sim 0.01$ ), 然而, RVOT、右室中份横径及右室基底横径在男女中随年龄增长而没有变化。男性的右室长径随年龄增长而减小, 但女性却没有此关系。相反, 右室横径及右室游离壁厚度在女性中随年龄增长而增加 ( $P < 0.05 \sim 0.01$ ), 但男性却没有这种关系。

## 11. 大动脉的测量

表 4 根据性别及年龄分层的研究人群的右房及右室参数测量(95%参考值范围)

参数	男性													
	总数 (n = 678)		18~29 岁 (n = 128)		30~39 岁 (n = 118)		40~49 岁 (n = 138)		50~59 岁 (n = 106)		60~69 岁 (n = 105)		70~79 岁 (n = 83)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
RA-l(mm)	35.2	53.6	34.5	50.9	34.4	52.4	35.8	52.2	35.5	54.7	35.7	55.7	37.6	54.8
RA-t(mm)	26.4	44.4	27.0	44.6	26.4	45.2	26.9	44.1	25.2	44.8	25.7	43.7	26.6	43.8
RV-awt(mm)	2.1	6.1	2.3	5.5	2.2	5.8	2.3	5.9	2.3	5.9	2.2	6.6	2.6	6.2
RV-fwt(mm)	2.2	6.6	2.2	6.6	2.2	6.6	2.5	6.5	2.3	6.7	2.3	6.7	2.2	6.6
RVOT(mm)	15.0	31.8	14.4	30.8	15.9	31.1	15.0	31.4	15.2	32.0	14.2	32.6	16.0	32.8
RV-ap(mm)	14.7	29.9	14.1	28.9	14.2	28.8	15	29.8	14.9	30.9	15.0	30.2	14.9	31.3
RV-l(mm)	37.1	75.1	37.5	77.5	38.3	79.5	37.7	73.7	37.5	73.1	36.9	72.1	35.3	72.1
RV-m(mm)	16.5	36.9	16.4	38.4	17.1	37.1	17.7	36.1	16.8	35.2	15.6	37.6	15.3	36.5
RV-b(mm)	22.2	42.2	21.6	42.4	21.4	42.6	22.6	41.0	21.9	42.7	22.4	42.4	23.5	42.3

参数	女性													
	总数 (n = 716)		18~29 岁 (n = 116)		30~39 岁 (n = 139)		40~49 岁 (n = 135)		50~59 岁 (n = 141)		60~69 岁 (n = 97)		70~79 岁 (n = 88)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
RA-l(mm)	32.3	50.7	29.7	48.9	32.0	48.8	31.3	51.3	34.2	50.6	35.3	50.5	34.4	52.4
RA-t(mm)	23.9	40.7	23.8	39.4	23.5	39.9	23.7	41.3	25.3	40.5	23.8	41.0	23.8	41.8
RV-awt(mm)	2.2	5.8	2.1	5.3	2.0	5.6	2.0	6.0	2.1	6.1	2.6	5.8	2.5	6.5
RV-fwt(mm)	2.2	6.2	2.0	6.0	2.1	6.1	2.1	6.1	2.1	6.5	2.3	6.7	2.1	6.5
RVOT(mm)	14.6	29.8	14.2	28.8	15.0	29.6	14.9	29.7	14.3	31.1	13.4	30.2	14.7	30.7
RV-ap(mm)	14.0	28.2	13.5	26.1	13.6	27.4	14.2	29.0	15.4	28.0	14.8	28.6	13.7	29.3
RV-l(mm)	34.8	68.6	36.1	68.3	35.1	68.5	34.9	70.5	34.1	70.1	34.1	67.1	34.8	65.4
RV-m(mm)	14.8	33.6	14.8	34.0	15.3	34.1	14.8	34.0	13.6	34.0	14.9	32.5	15.3	32.5
RV-b(mm)	19.6	39.2	18.2	38.2	18.6	40.2	19.7	39.3	20.0	39.2	21.8	37.8	20.9	39.7

注: RA-l: 右心房长径; RA-t: 右心房横径; RV-awt: 右心室前壁厚度; RV-fwt: 右心室游离壁厚度; RVOT: 右心室流出道内径; RV-ap: 右心室前后径; RV-l: 右心室长径; RV-m: 右心室中份横径; RV-b: 右心室基底横径

主动脉根部和主动脉瓣的形态学量化和相关知识随着经导管主动脉瓣植入术或经导管主动脉瓣置换术日益增加, 变得越来越重要。这些知识的积累和储备对术前准备、术中引导和术后评价都非常重要。

主动脉根部为从包含左心室流出道在内的主动脉瓣叶基底附着处到远端的窦管交界处。主动脉根部的几何结构较复杂包括: ①主动脉瓣瓣环; ②呈三角形的瓣叶交界; ③半月形瓣叶及附着点; ④主动脉 Valsalva 窦; ⑤窦管交界区和主动脉根部。

通常主动脉测量应获取以下几个参数: ①主动脉瓣环; ②Valsalva 窦最大径线; ③窦管交界处内径 (Valsalva 窦和升主动脉管状部分的交界点); ④升主动脉近端的最大径线, 在测量点与窦管交界处间有 2 cm 的距离。

#### (1) 主动脉瓣环

“主动脉瓣环”不是一个真实或独特的解剖存在, 它实际是一环形结构与三个主动脉瓣叶的基底附着处或最低点的连接线。瓣叶的顶端附着处呈冠状, 形成真正的解剖环。主动脉根部下份前壁大约有三分之二附着于室间隔肌部, 后壁的三分之一与二尖瓣前叶纤维连接。因为理想的主动脉瓣环测量方法尚未建立, 在经导管主动脉瓣植入术 (TAVI) 或经导管主动脉瓣置换术 (TAVR) 术前对主动脉瓣环进行准确测量

是一个挑战。目前, 在 TAVI 或 TAVR 术前, 最常用的两种测量主动脉瓣环的影像技术是超声心动图和多层螺旋 CT。

超声在收缩中期放大模式下测量主动脉瓣环更为准确, 此时的瓣环比舒张期稍大和略圆, 测量从主动脉瓣叶铰链区 (通常是右冠瓣铰链点与左冠瓣、无冠瓣窦旁交界区) 的内缘到内缘距离。主动脉瓣环如有钙化伪影可使得一些患者的主动脉瓣环测量困难。一般来讲, 钙化斑被认为是腔内的一部分, 而不是主动脉壁, 在直径测量的时候可以排除。主动脉瓣环常常是椭圆的, 其直径多变, 因此欧洲超声心动图协会和 ASE 指南建议瓣环测量最好在三维超声心动图主动脉根部成像的横断面进行。

#### (2) 主动脉根部

采用二维超声心动图测量主动脉根部径线时, 主动脉根部的直径 (包括 Valsalva 窦的最大径), 应该在胸骨旁长轴切面获得。由于左心室长轴切面可能是在不同的肋间隙或者距胸骨旁边缘不同的距离获得的, 因此应用基于三维成像技术的同步正交双平面成像会有助于确定观测标准切面。标准的胸骨旁窗口常常不能充分显示升主动脉。在这些情况下, 将探头靠近胸骨可能会显示更长的升主动脉。另外, 有些升主动脉在右侧胸骨旁第二或第三肋间隙可以很好地显

示, 尤其当主动脉扩张的时候。

ASE 建议主动脉的所有测量值都应在舒张末期获取, 测量线与主动脉长轴平面必须垂直。主动脉的测量应该是垂直于长轴观的主动脉最大径。主动脉瓣为三叶瓣的患者, 瓣叶的关闭线 (尤其是右冠瓣和无冠瓣) 应位于主动脉根本腔内中央, 经主动脉侧观察到的闭合瓣叶是与可见的两瓣叶铰链点相连。当闭合线不对称, 闭合的瓣叶更靠近某个瓣叶的铰链点时, 可能提示横断面没有显示主动脉根部最大径。

二维超声心动图主动脉直径测量优于 M 型超声心动图, 因为心脏运动可能导致 M 型取样线在Valsalva 窦最大径位置的不确定性。这种平移伪像运动可导致 M 型超声心动图较二维超声心动图所测得的主动脉直径被系统性低估 (约 2 mm)。

12. EMINCA 的大动脉研究结果

如表 5 所示, 大动脉的测量包括主动脉瓣环径、主动脉窦部内径、近端升主动脉内径、主动脉弓内径、降主动脉内径、肺动脉瓣环径、主肺动脉及左右肺动脉内径在整个人群中男性明显高于女性 ( $P < 0.001$ )。这些参数在男女中均表现为随年龄增长而逐渐增加 ( $P < 0.05 \sim 0.01$ )。

13. 心脏大血管解剖结构测量的重复性

如图 26 所示, 本研究在观察者内及观察者间有

高的重复性。观察者内重复性的组间相关系数在左房前后径、左房容积、LVEDD 及 LVEDV 分别为 0.82、0.92、0.94 及 0.97 (均  $P < 0.001$ )。观察者间重复性的组间相关系数在左房前后径、左房容积、LVEDD 及 LVEDV 分别为 0.81、0.90、0.89 及 0.96 (均  $P < 0.001$ )。

14. 中国汉族成年人心脏大血管解剖结构超声测量值特点及其意义

在目前的 EMINCA 研究中, 包括心腔大小及大动脉内径的 34 个超声心动图参数的正常参考值来自中国 43 家参研医院的 1 394 位中国汉族正常成年人志愿者, 研究首先分析了性别及年龄对所有超声心动图参数的影响。已知, 这是中国第一个基于大样本和较大年龄跨度的前瞻性、全国性的多中心超声心动图研究, 确定了超声心动图的基本正常参考值。在中国汉族成年人的临床实践中, EMINCA 研究提供的正常参考值在解释超声心动图征象及鉴别正常与异常以及异常的严重程度方面具有重要临床价值。

心腔大小及大动脉内径的测量是评价心血管疾病的重要参数, 通过经胸超声心动图易于获取。然而, 这些参数随心动周期及采用的检查技术方法而变化<sup>[14-16]</sup>。从 M 型超声心动图到二维超声心动图的技术转变时代, Roman 等<sup>[17]</sup>最先采用从回声前缘测到

表 5 根据性别及年龄分层的研究人群的大动脉参数测量(95%参考值范围)

参数	男性													
	总数 (n = 678)		18~29 岁 (n = 128)		30~39 岁 (n = 118)		40~49 岁 (n = 138)		50~59 岁 (n = 106)		60~69 岁 (n = 105)		70~79 岁 (n = 83)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
Ao-a(mm)	16.4	26.2	16.7	25.3	16.6	26.0	16.6	26.4	16.6	26.8	16.7	26.5	16.9	26.7
Ao-s(mm)	23.8	36.4	22.9	34.3	23.3	34.7	24.5	36.3	24.2	37.6	25.0	36.8	24.2	38.0
Ao-asc(mm)	20.4	35.0	19.9	31.3	20.5	32.7	21.0	35.2	21.3	35.5	21.9	36.1	22.7	36.5
Ao-ar(mm)	17.1	31.7	15.8	29.2	17.5	29.7	17.6	31.0	17.7	32.5	18.8	32.6	18.7	32.9
Ao-d(mm)	12.8	27.0	12.1	25.1	12.7	25.7	12.5	27.1	12.3	28.3	14.3	28.1	13.9	27.7
PV-a(mm)	13.8	26.4	13.5	25.3	14.3	25.3	13.5	26.5	13.7	26.7	13.8	26.8	14.3	27.7
MPA(mm)	15.2	26.2	15.2	25.4	15.3	25.1	15.4	26.0	15.1	27.3	14.8	27.4	15.6	27.8
RPA(mm)	7.6	17.4	7.7	16.3	7.4	16.0	7.9	16.9	7.4	18.4	7.5	18.1	7.8	20.0
LPA(mm)	8.0	17.4	8.0	16.2	8.1	16.7	7.7	17.5	7.9	17.7	8.5	17.5	8.8	19.4

参数	女性													
	总数 (n = 716)		18~29 岁 (n = 116)		30~39 岁 (n = 139)		40~49 岁 (n = 135)		50~59 岁 (n = 141)		60~69 岁 (n = 97)		70~79 岁 (n = 88)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
Ao-a(mm)	15.1	24.1	14.5	23.5	15.2	23.4	14.8	24.6	15.5	24.1	15.5	24.9	15.4	24.8
Ao-s(mm)	21.3	33.5	19.7	31.5	20.6	32.8	21.1	34.5	22.7	33.3	22.9	33.9	22.0	35.4
Ao-asc(mm)	19.0	32.8	16.5	30.3	18.9	30.7	19.3	33.1	20.2	32.8	21.2	33.8	21.1	34.1
Ao-ar(mm)	16.4	29.8	15.9	26.5	16.5	28.3	16.7	29.7	17.2	30.2	18.0	31.4	18.1	31.1
Ao-d(mm)	12.4	25.0	11.5	22.5	12.0	23.8	13.0	24.4	12.9	25.5	14.1	25.9	14.0	26.2
PV-a(mm)	13.1	25.3	12.6	24.8	13.1	24.5	13.7	25.9	13.2	25.4	13.6	25.8	13.7	25.9
MPA(mm)	14.3	26.1	14.2	24.8	14.1	24.7	14.6	26.4	14.2	26.4	14.5	27.1	15.5	26.9
RPA(mm)	7.0	16.8	6.8	15.4	7.0	15.6	7.1	16.5	7.4	16.8	6.8	18.2	7.6	18.6
LPA(mm)	7.5	16.9	6.8	15.8	7.6	15.8	7.5	16.9	8.1	16.7	8.0	17.4	8.5	18.3

注: Ao-a: 主动脉瓣环径; Ao-s: 主动脉窦部内径; Ao-asc: 近端升主动脉内径; Ao-ar: 主动脉弓内径; Ao-d: 降主动脉内径; PV-a: 肺动脉瓣环径; MPA: 肺动脉主干内径; RPA: 右肺动脉主干内径; LPA: 左肺动脉主干内径

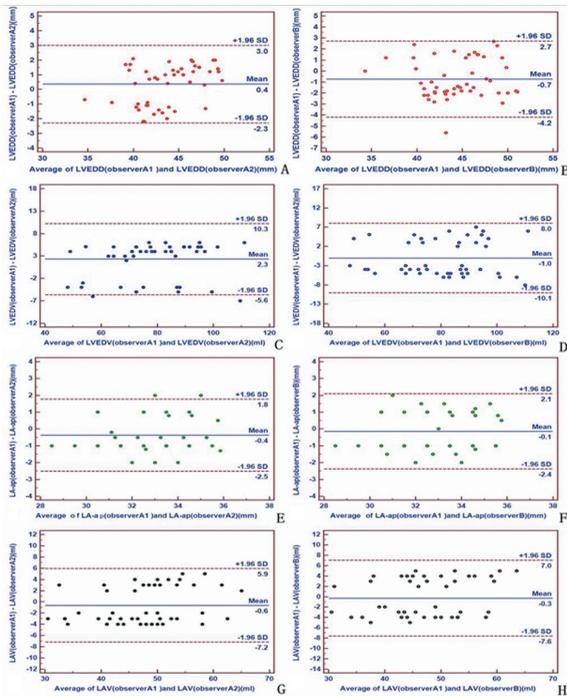


图 26 观察者内及观察者间左心房前后径 (LA-ap) (A, B)、左心房容积 (LAV) (C, D)、舒张末期左室内径 (LVEDD) (E, F) 及舒张末期左室容积 (LVEDV) (G, H) 变异性的 Bland-Altman 曲线图

回声前缘的技术, 比较了从前缘到前缘与从内缘测到内缘两种方法测量主动脉内径的差异, 并在后续的研究中采用前缘到前缘法。在最近的研究中, Son 等<sup>[16]</sup>分别根据 2005 ASE 指南<sup>[1]</sup>及 2010 ASE 儿科指南<sup>[18]</sup>, 采用舒张末期从回声前缘测到回声前缘的技术及收缩末期从内缘测到内缘的技术测量近端升主动脉内径。结果显示根据 2005 ASE 指南测量主动脉瓣环径、Valsalva 窦内径及窦管结合部内径更大, 而升主动脉内径较小, 与 2010 ASE 儿科指南相比有 2~3 mm 的差距。最近另外一项 Muraru 等<sup>[19]</sup>的研究表明采用收缩末期从回声前缘测到回声前缘的方法测量升主动脉内径较内缘测到内缘或舒张末期的方法大 2 mm。在目前的文献或指南中, 心脏测量的方法不一致, 因此, 在将来的指南中需要将所有测量标准化。

随着超声心动图技术的快速进步, 图像处理的优化使得心脏结构的分辨率得以改善, 因此可以采用组织-血液界面 (即内缘到内缘) 的方法直接测量室间隔厚度及其他心腔大小<sup>[4]</sup>。为了避免左心房与主动脉根部空间的变异度, 测量左房前后径时应采用左房内缘而不是主动脉后壁的回声前缘。在 EMINCA 研究中, 采用了与 2005 ASE 指南一致的方法, 采用舒张末期从回声前缘测到回声前缘的方法测量主动脉内径, 然而, 室间隔厚度及其他心腔大小采用真正的组织-血液界面的方法测量。

据报道<sup>[6,20-21]</sup>性别和年龄对心腔大小及大动脉内

径超声心动图测值有影响。EMINCA 研究的主要结果显示除 LVEF 外, 男性所有的心腔大小及大动脉内径明显大于女性。此外, 大多数心房及大动脉内径、室间隔及左心室后壁厚度、LVM 的测量在男女中均随年龄增长而逐渐增加, 这些与先前的结果<sup>[6,20-21]</sup>一致。因此, 在临床实践中根据性别和年龄对超声心动图参考值进行分层是合理的。

众所周知, 心腔大小及大动脉内径在不同种族及性别中的差异主要是体表大小的差异。因此, 有必要通过心脏测值对体表大小的标准化来去除体表大小对心腔内径的生理影响<sup>[22-23]</sup>。国外研究<sup>[24]</sup>提出标准化的两种数学模型, 即: 等距模型及非等距模型, 它们分别基于心腔内径与体表大小的线性及曲线关系。在临床实践中, 通过体表面积标化心腔内径所用的等距模型是最常用的方法<sup>[22,25]</sup>。然而, 最近的研究<sup>[24,26-28]</sup>显示大多数心腔内径与体表大小呈曲线而非线性关系, 不同体表大小可能需要使用非等距模型来标化不同心脏测值。需要基于人群的进一步研究来说明这个复杂的问题。

EMINCA 研究建立了中国汉族正常成年人 34 个心腔大小及大动脉内径的正常参考值。因为大多数的心腔大小及大动脉内径随性别及年龄而变化, 所以在临床实践中推荐根据性别及年龄对这些参考值进行分层。

EMINCA 研究的主要局限性是仅纳入了中国汉族成年人, 结果可能对非汉族或其他种族人群不一定适用。进一步的研究需要比较中国汉族与少数民族或其他种族的超声心动图测值。三维超声心动图研究在中国大多数的超声心动图室尚未广泛应用, 因此三维超声心动图也没有纳入 EMINCA 研究中, 但在未来的进一步研究中是需要的。

#### 九、中国汉族健康成人心脏瓣膜、大血管多普勒血流速度和瓣环组织运动速度测量值

多普勒超声心动图是无创性评价心脏功能和血流动力学状态的主要技术, 是诊断瓣膜性心脏病、先天性心脏病、心室收缩及舒张功能障碍等疾病的不可或缺的可靠方法<sup>[29-32]</sup>。多普勒参数的正常参考值范围的建立是鉴别正常与异常心脏血流动力学状态的前提, 近期的研究<sup>[6,33]</sup>发现, 多普勒参数在健康成年人中存在性别和年龄差异。然而, 目前临床上所采用的多普勒参数参考值主要来自北美和欧洲人群, 并不适用于中国人群。因此, 在 EMINCA 研究中建立的基于大样本、多中心和具有广泛代表性的中国汉族健康成年人多普勒超声心动图参数正常值范围, 对于在日常临床工作中正确判读超声心动图报告、鉴别多普勒参数测值正常与异常等具有十分重要的指导意义和临

床实用价值。

EMINCA 心脏瓣膜、大血管多普勒血流速度和瓣环组织运动速度测量值研究的观察对象来自与心脏大血管解剖结构研究完全相同的同一组观察人群。

1. EMINCA 的传统脉冲波多普勒参数测值研究结果

如表 6 所示, 男性的舒张期二尖瓣 E 峰速度 [(0.81 ± 0.19) m/s] 与 A 峰速度 [(0.67 ± 0.20) m/s] 低于女性 [E (0.89 ± 0.21) m/s 和 A (0.72 ± 0.23) m/s, P < 0.01], 但是 E/A 比值 (1.32 ± 0.46 比 1.36 ± 0.51, P > 0.05) 和 E 峰减速时间 DT [(171.1 ± 47.2) ms 比 (167.5 ± 43.9) ms, P > 0.05] 在男女间无差异。按照年龄分组的 E 峰速度与 E/A 比值在男性和女性中均随年龄增长而逐渐降低, 而 A 峰速度与 DT 测值在男性和女性中均随年龄增长而逐渐升高 (P < 0.005 ~ 0.001)。尽管 A-d、Ar-d 和 Ar-A 测值未显示明显的性别间差异, 但是 Ar-d 和 Ar-A 测值在女性随年龄增长而升高 (P < 0.05 ~ 0.001), 而在男性则无年龄的差异。

如表 7 所示, 男性的收缩期主动脉瓣 (AV-v) 和肺动脉瓣 (PV-v) 的峰值流速测值显著低于女性 (P < 0.05 ~ 0.01), 而收缩期左心室流出道 (LVOT-v) 和右心室流出道 (RVOT-v) 的峰值流速测值在男女性别间无显著差异。男性与女性 AV-v、LVOT-v、RVOT-v 测值以及男性 PV-v 测值在不同年龄组间存在差异 (P < 0.05 ~ 0.01)。

如表 8 所示, 男性的舒张期三尖瓣 E-tv 峰速度 [(0.56 ± 0.13) m/s] 和 E/A-tv 比值 (1.4 ± 0.4) 显著低于女性测值 [E-tv: (0.59 ± 0.14) m/s 和 E/A-tv: 1.5 ± 0.5, P < 0.01], 而 A-tv 峰速度在男女性别间无明显差异 [(0.42 ± 0.11) m/s 比 (0.43 ± 0.12) m/s, P > 0.05]。与舒张期二尖瓣血流参数类似, 三尖瓣的 E-tv 和 E/A-tv 测值在男性和女性均随年龄的增长而逐渐降低, 而 A-tv 测值随年龄的增长而逐渐升高 (P < 0.001)。

2. EMINCA 的组织多普勒参数测值研究结果

表 9 显示了组织多普勒参数的测量值。二尖瓣间隔瓣环 (s'-s)、侧壁瓣环 (s'-l) 的收缩期峰值速度及其均值 (s'-av) 在男性显著高于女性 (P < 0.01), 其测值在男性和女性中均随年龄增长而逐渐降低 (P < 0.05 ~ 0.001)。二尖瓣间隔瓣环 (e'-s)、侧壁瓣环 (e'-l) 的舒张早期峰值速度及其均值 (e'-av) 在男性和女性中也随年龄增长而逐渐降低 (P < 0.001), 但其测值无明显性别差异 [男性 (9.9 ± 3.0) cm/s, (13.0 ± 3.9) cm/s, (11.5 ± 3.2) cm/s; 女性 (10.1 ± 3.2) cm/s, (13.2 ± 4.1) cm/s, (11.6 ± 3.5) cm/s]。相反, 二尖瓣间隔瓣环 (a'-s)、侧壁瓣环 (a'-l) 的舒张晚期峰值速度及其均值 (a'-av) 在男性和女性中均随年龄增长而逐渐升高 (P < 0.001)。a'-s 与 a'-av 测值男性高于女性 (P < 0.01), 而 a'-l 测值无性别差异。按照年龄分组的 e'/a'-s、e'/a'-l 和 e'/a'-av 测值在男性和女性中

表 6 按照性别和年龄分组的二尖瓣和右上肺静脉多普勒参数测值(95%参考值范围)

参数	男性													
	总数 (n = 678)		18~29 岁 (n = 128)		30~39 岁 (n = 118)		40~49 岁 (n = 138)		50~59 岁 (n = 106)		60~69 岁 (n = 105)		70~79 岁 (n = 83)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
E(m/s)	0.44	1.18	0.52	1.26	0.54	1.20	0.42	1.16	0.41	1.15	0.42	1.12	0.42	1.08
A(m/s)	0.28	1.06	0.28	0.82	0.33	0.83	0.29	0.95	0.32	1.06	0.40	1.18	0.51	1.25
E/A	0.42	2.22	0.81	2.57	0.85	2.23	0.59	2.07	0.48	1.90	0.33	1.75	0.29	1.51
DT(ms)	79	264	71	257	75	261	80	256	86	265	92	256	73	290
A-d(ms)	61	240	66	224	60	239	39	271	73	238	74	230	74	221
Ar-d(ms)	60	163	51	164	- 51	76	60	158	74	154	68	158	66	164
Ar-A(ms)	- 131	52	- 124	46	- 132	56	- 158	65	- 121	40	- 117	43	- 114	50

参数	女性													
	总数 (n = 716)		18~29 岁 (n = 116)		30~39 岁 (n = 139)		40~49 岁 (n = 135)		50~59 岁 (n = 141)		60~69 岁 (n = 97)		70~79 岁 (n = 88)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
E(m/s)	0.48	1.30	0.63	1.33	0.55	1.33	0.56	1.30	0.47	1.25	0.44	1.18	0.34	1.24
A(m/s)	0.27	1.17	0.22	0.92	0.28	0.94	0.37	0.99	0.34	1.16	0.43	1.33	0.43	1.45
E/A	0.36	2.36	0.88	2.76	0.80	2.40	0.61	2.25	0.44	2.00	0.30	1.64	0.24	1.54
DT(ms)	81	254	72	247	82	240	86	241	85	254	90	258	82	286
A-d(ms)	49	262	65	219	27	296	44	285	48	271	73	227	79	226
Ar-d(ms)	64	160	49	159	57	165	67	160	72	155	76	153	68	165
Ar-A(ms)	- 151	63	- 116	43	- 183	80	- 179	73	- 145	53	- 120	48	- 118	48

注: E: 舒张早期二尖瓣 E 峰速度; A: 舒张晚期二尖瓣 A 峰速度; DT: E 峰减速时间; A-d: A 峰持续时间; Ar-d: 右上肺静脉收缩期反向血流 Ar 持续时间; Ar-A: Ar 持续时间与 A 峰持续时间的差值

表 7 按照性别和年龄分组的大动脉收缩期峰值流速测值(95%参考值范围)

参数	男性													
	总数 (n = 678)		18~29 岁 (n = 128)		30~39 岁 (n = 118)		40~49 岁 (n = 138)		50~59 岁 (n = 106)		60~69 岁 (n = 105)		70~79 岁 (n = 83)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
LVOT-v(m/s)	0.56	1.42	0.59	1.33	0.59	1.37	0.55	1.37	0.50	1.40	0.58	1.52	0.57	1.55
AV-v(m/s)	0.79	1.65	0.82	1.60	0.80	1.58	0.78	1.60	0.73	1.67	0.81	1.79	0.83	1.73
RVOT-v(m/s)	0.41	1.07	0.46	1.08	0.43	1.09	0.38	1.08	0.43	0.97	0.36	1.18	0.39	1.01
PV-v(m/s)	0.63	1.37	0.67	1.37	0.65	1.35	0.59	1.33	0.57	1.35	0.63	1.45	0.64	1.34

参数	女性													
	总数 (n = 716)		18~29 岁 (n = 116)		30~39 岁 (n = 139)		40~49 岁 (n = 135)		50~59 岁 (n = 141)		60~69 岁 (n = 97)		70~79 岁 (n = 88)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
LVOT-v(m/s)	0.57	1.43	0.55	1.33	0.57	1.39	0.55	1.37	0.59	1.45	0.54	1.52	0.6	1.54
AV-v(m/s)	0.84	1.74	0.86	1.60	0.78	1.76	0.86	1.68	0.84	1.70	0.90	1.84	0.80	1.90
RVOT-v(m/s)	0.43	1.05	0.46	1.08	0.43	1.05	0.46	0.96	0.43	1.05	0.41	1.11	0.40	1.02
PV-v(m/s)	0.62	1.32	0.66	1.28	0.64	1.30	0.64	1.26	0.59	1.33	0.59	1.41	0.64	1.34

注: LVOT-v: 左心室流出道收缩期峰值流速; AV-v: 主动脉瓣收缩期峰值流速; RVOT-v: 右心室流出道收缩期峰值流速; PV-v: 肺动脉瓣收缩期峰值流速

表 8 按照性别和年龄分组的三尖瓣血流与三尖瓣环组织多普勒测值(95%参考值范围)

参数	男性													
	总数 (n = 678)		18~29 岁 (n = 128)		30~39 岁 (n = 118)		40~49 岁 (n = 138)		50~59 岁 (n = 106)		60~69 岁 (n = 105)		70~79 岁 (n = 83)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
E-tv(m/s)	0.31	0.81	0.38	0.88	0.35	0.85	0.33	0.77	0.29	0.79	0.29	0.73	0.28	0.72
A-tv(m/s)	0.20	0.64	0.18	0.58	0.22	0.58	0.19	0.63	0.19	0.67	0.19	0.73	0.22	0.66
E/A-tv	0.6	2.2	0.9	2.5	0.8	2.4	0.8	2.0	0.5	2.1	0.4	2.0	0.4	2.0
s'-tv(cm/s)	8.1	17.9	8.6	18.0	8.7	17.3	8.5	17.1	8.1	17.5	7.9	18.9	8.2	19.6
e'-tv(cm/s)	5.4	18.4	7.9	20.1	7.0	19.2	6.2	17.2	4.4	18.2	5.2	16.2	3.7	16.3
a'-tv (cm/s)	5.3	20.5	5.1	15.7	5.3	17.9	5.8	18.8	5.9	22.3	7.1	22.7	7.2	23.2
e'/a'-tv	0	2.0	0.5	2.5	0.6	1.8	0.4	1.6	0.1	1.7	0.2	1.4	0.1	1.3
E/e'-tv	1.9	8.1	2.0	7.4	1.7	7.9	2.0	7.8	1.5	8.9	2.0	8.2	1.8	9.2

参数	女性													
	总数 (n = 716)		18~29 岁 (n = 116)		30~39 岁 (n = 139)		40~49 岁 (n = 135)		50~59 岁 (n = 141)		60~69 岁 (n = 97)		70~79 岁 (n = 88)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
E-tv(m/s)	0.32	0.86	0.45	0.95	0.37	0.87	0.34	0.84	0.34	0.78	0.33	0.77	0.27	0.75
A-tv(m/s)	0.19	0.67	0.17	0.65	0.16	0.66	0.20	0.60	0.20	0.68	0.19	0.73	0.22	0.72
E/A-tv	0.5	2.5	0.8	2.8	0.8	2.4	0.7	2.3	0.6	2.2	0.7	1.9	0.4	2.0
s'-tv(cm/s)	8.1	17.5	8.7	17.7	8.2	17.6	8.7	16.9	8.0	17.0	7.2	17.4	8.3	17.7
e'-tv(cm/s)	5.4	20.0	8.7	22.1	8.3	20.5	6.3	19.3	5.6	18.6	4.5	15.5	3.8	16.8
a'-tv (cm/s)	5.7	20.3	5.0	15.2	5.8	16.8	6.5	19.1	7.0	21.2	8.4	21.8	8.3	22.9
e'/a'-tv	0.1	2.1	0.6	2.6	0.5	2.1	0.3	1.9	0.3	1.5	0.1	1.3	0.1	1.3
E/e'-tv	1.9	8.1	2.4	7.2	2.0	7.0	2.2	7.6	1.9	8.1	2.2	9.6	1.8	8.8

注: E-tv: 三尖瓣舒张早期峰值流速; A-tv: 三尖瓣舒张晚期峰值流速; E/A-tv: 三尖瓣 E/A 比值; s'-tv: 三尖瓣侧壁瓣环收缩期速度; e'-tv: 三尖瓣侧壁瓣环舒张早期速度; a'-tv: 三尖瓣侧壁瓣环舒张晚期速度; e'/a'-tv: e'-tv 与 a'-tv 比值; E/e'-tv: E-tv 与 e'-tv 比值

均随年龄增长而逐渐降低 ( $P < 0.001$ )。e'/a'-s 与 e'/a'-av 测值在女性高于男性 ( $P < 0.01$ ), 而 e'/a'-l 测值无性别差异。男性的 E/e'-s ( $8.7 \pm 2.8$ )、E/e'-l ( $6.7 \pm 2.3$ ) 和 E/e'-av ( $7.5 \pm 2.3$ ) 测值均显著低于女性测值 ( $9.5 \pm 3.2$ ,  $7.4 \pm 2.6$  和  $8.2 \pm 2.7$ ,  $P < 0.01$ ), 其按年龄分组的测值在男性和女性中均随年龄增长逐渐升高 ( $P < 0.001$ )。左心室等容舒张时间 (IVRT) 与等容收缩时间 (IVCT) 测值无性别间差异, 而女性的左心室射血时间 (LVET) 比男性

长 ( $P < 0.01$ ), 但在不同年龄组间无差异。

三尖瓣侧壁瓣环组织多普勒测值如表 8 所示。与 18~29 岁年龄组比较, 收缩期峰值速度 s'-tv 测值在 40~49 岁年龄组的男性和 50~59 岁、60~69 岁年龄组的女性中显著降低 ( $P < 0.05$ ), 但在男女性别间无差异。舒张早期峰值速度 e'-tv 及舒张早期 (e'-tv) 与舒张晚期 (a'-tv) 峰值速度之比 (e'/a'-tv) 的测值在男性低于女性 ( $P < 0.01$ ), 且在男性和女性中均随年龄增长而逐渐降低 ( $P < 0.001$ ), 同样,

a'-tv 测值在男性和女性中均随年龄增长而升高 ( $P < 0.001$ )。三尖瓣的 E/e' 比值 ( $E/e'-tv$ ) 在男性和女性中均随年龄增长而升高, 其测值在男性 70~79 岁年龄组和女性 60~69 岁年龄组最高。与二尖瓣的 E/e' 比值不同,  $E/e'-tv$  测值无性别差异 ( $5.0 \pm 1.6$  比  $5.0 \pm 1.6$ ,  $P > 0.05$ )。

3. 心脏大血管血流多普勒超声测量的重复性

如图 27 所示, 多普勒参数在观察者内与观察者间具有较高的测量重复性。观察者内重复性的组间相关系数在 E、A、e'-s 和 a'-s 分别为 0.94、0.97、0.97 和 0.96 (均  $P < 0.001$ )。观察者间重复性的组间相关系数在 E、A、e'-s 和 a'-s 分别为 0.93、0.94、0.94 和 0.91 (均  $P < 0.001$ )。

4. 中国汉族成年人心脏大血管血流多普勒超声测量值的特点及其意义

在 EMINCA 研究中, 我们对 1 394 例中国健康汉族成年人的 37 项多普勒超声心动图参数进行了测量, 建立了其正常参考值范围, 并分析了性别与年龄对测值的影响。这是目前第一个大样本、前瞻性、全国多中心、涵盖多个年龄段的针对汉族健康成年人群的多普勒超声心动图研究, 对于临床鉴别心室功能及血流动力学正常与否将具有十分重要的价值。

(1) 性别与年龄对血流多普勒参数的影响

在 EMINCA 研究中, 发现超过 40% 的传统多普勒参数存在性别差异, 超过 80% 的参数随年龄变化而变化。与以往文献的研究<sup>[33-35]</sup> 结果相一致, 无论男

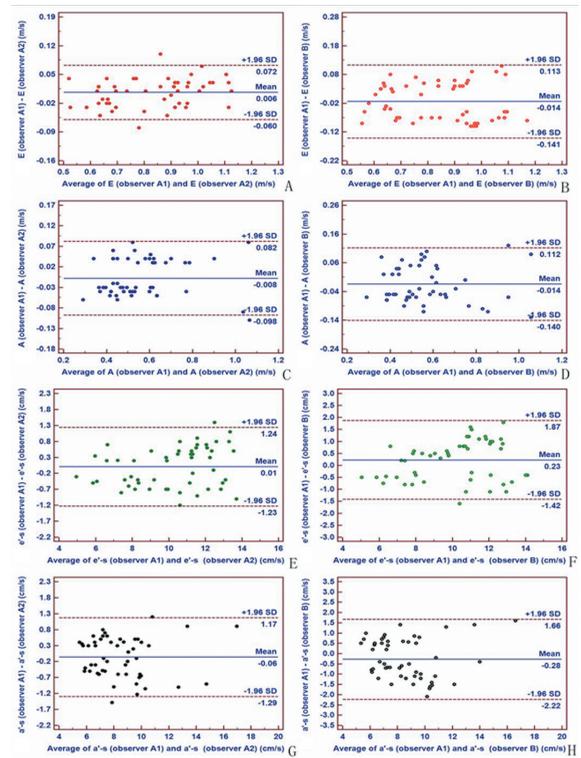


图 27 观察者内与观察者间二尖瓣口舒张早期血流速度峰值 E 峰 (A, B)、舒张晚期血流速度峰值 A 峰 (C, D)、二尖瓣侧壁瓣环舒张早期组织运动速度峰值 e'-s (E, F) 及舒张晚期组织运动速度峰值 a'-s (G, H) 变异性的 Bland-Altman 曲线图

性还是女性, 二尖瓣的 E 峰速度与 E/A 比值均随年龄增长而逐渐降低, 而 A 峰速度与 DT 测值均随年龄增长而逐渐升高。这些舒张功能参数随年龄的变化

表 9 按照性别和年龄分组的二尖瓣环组织多普勒测值 (95% 参考值范围)

参数	男性													
	总数 (n = 678)		18~29 岁 (n = 128)		30~39 岁 (n = 118)		40~49 岁 (n = 138)		50~59 岁 (n = 106)		60~69 岁 (n = 105)		70~79 岁 (n = 83)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
s'-s(cm/s)	5.5	12.1	6.4	11.8	5.6	12.6	5.1	12.5	5.3	11.9	5.2	12.2	5.0	11.6
e'-s(cm/s)	4.0	15.8	8.3	16.9	6.5	15.9	4.4	15.4	3.5	14.9	4.0	11.8	2.2	12.8
a'-s(cm/s)	5.3	13.5	4.9	11.5	5.1	12.5	5.8	12.8	5.8	14.0	6.2	14.0	6.2	14.4
e'/a'-s	0.1	2.1	0.8	2.4	0.5	2.1	0.5	1.7	0.4	1.6	0.2	1.4	0	1.6
E/e'-s	3.2	14.2	3.9	10.5	4.1	11.9	3.5	13.3	3.3	14.7	4.3	16.1	4.5	17.1
s'-l(cm/s)	5.7	15.9	6.7	16.9	6.4	16.6	6.0	15.4	5.9	14.9	4.7	15.7	4.9	14.7
e'-l(cm/s)	5.4	20.6	10.3	22.9	7.4	21.6	6.9	18.7	5.8	18.4	5.4	16.0	3.2	16.2

参数	女性													
	总数 (n = 716)		18~29 岁 (n = 116)		30~39 岁 (n = 139)		40~49 岁 (n = 135)		50~59 岁 (n = 141)		60~69 岁 (n = 97)		70~79 岁 (n = 88)	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
s'-s(cm/s)	5.1	11.7	5.4	12.0	5.4	12.0	5.6	11.8	5.2	11.4	4.9	11.1	4.3	11.3
e'-s(cm/s)	3.8	16.4	7.9	18.1	6.6	16.8	5.3	15.9	4.3	14.5	2.4	12.6	2.7	11.7
a'-s(cm/s)	4.8	13.0	4.3	10.5	4.2	12.0	5.0	13.2	5.3	13.5	6.6	13.2	5.7	13.9
e'/a'-s	0.2	2.2	0.8	2.8	0.7	2.3	0.4	2.0	0.4	1.6	0.2	1.4	0.2	1.4
E/e'-s	3.2	15.8	3.8	12.0	3.7	13.1	3.7	14.7	4.1	15.5	4.5	18.3	4.3	19.1
s'-l(cm/s)	5.5	15.3	5.7	17.5	6.5	15.9	5.9	14.5	5.9	14.5	4.9	13.9	5.1	12.9
e'-l(cm/s)	5.2	21.2	9.4	25.0	9.2	21.4	7.5	19.7	6.4	17.4	4.4	15.8	3.8	14.4

注: s'-s: 二尖瓣间隔瓣环收缩期速度; e'-s: 二尖瓣间隔瓣环舒张早期速度; a'-s: 二尖瓣间隔瓣环舒张晚期速度; e'/a'-s: e'-s 与 a'-s 比值; E/e'-s: E 与 e'-s 比值; s'-l: 二尖瓣侧壁瓣环收缩期速度; e'-l: 二尖瓣侧壁瓣环舒张早期速度

可能反映了左心室心肌松弛时间的延长,这可以部分解释为什么老年人更容易发生 EF 值保留的心力衰竭。另一方面,男性人群的二尖瓣 E 与 A 测值显著低于女性,这提示在日常的临床工作中应该采用性别特异性的正常参考值。

最近,Shojaeifard 等<sup>[36]</sup>一项健康青年成人中的研究显示,三尖瓣的 E 峰速度、A 峰速度及 E/A 比值无明显性别差异。而我们 EMINCA 研究的结果表明,女性人群的 E-tv 与 E/A-tv 显著高于男性,而且 E-tv 与 E/A-tv 测值在男女性别中均随年龄增长而升高。这可能与 EMINCA 研究入选的健康人群年龄跨度和平均年龄更大有关。

## (2) 性别与年龄对组织多普勒参数的影响

二尖瓣环舒张早期组织运动速度  $e'$  测值由于相对不受心脏前负荷的影响,是临床评价心肌舒张功能的可靠指标<sup>[37-38]</sup>。 $e'$  测值可采用二尖瓣环间隔处的  $e'-s$ ,亦可采用二尖瓣环侧壁处  $e'-l$  来评价左心室舒张功能,而采用间隔处的  $e'-s$  测值可能会高估左心室舒张功能异常的严重程度<sup>[39]</sup>。因此,有作者<sup>[28]</sup>建议临床上采用间隔处与侧壁处的平均值 ( $e'-av$ ) 来评价左心室舒张功能。新近,Dalen 等<sup>[33]</sup>分别测量了二尖瓣环间隔处、侧壁处、下壁处和前壁处 4 个位置组织运动速度,发现这 4 个位置测值的均值与间隔和侧壁 2 个位置测值的均值间无明显差异。在 EMINCA 研究中,我们分别在二尖瓣环间隔处和侧壁处两个位置测量了组织多普勒参数并计算其平均值,发现在男性与女性中, $s'-s$ 、 $s'-l$ 、 $s'-av$ 、 $e'-s$ 、 $e'-l$  及  $e'-av$  测值均随年龄增长而逐渐降低,而  $a'-s$ 、 $a'-l$  与  $a'-av$  测值均随年龄增长而逐渐升高,这不仅与以往的研究<sup>[33,40]</sup>结果一致,而且,也更进一步阐明了  $s'-s$ 、 $a'-s$ 、 $s'-l$ 、 $s'-av$  与  $a'-av$  测值存在明显的性别差异。

作为评价左心室松弛功能的指标, $e'-s$ 、 $e'-l$  与  $e'-av$  在男性人群与女性人群间无明显差异,但是,这三项参数随年龄增长而降低的速度在女性人群中比在男性人群更快。具体地,在 18~29 岁至 40~49 岁年龄组,这三项参数的女性测值高于男性,在 50~59 岁年龄组,女性与男性间测值无差异,而在 60~69 岁至 70~79 岁年龄组,女性测值显著低于男性。这些参数随年龄的变化提示,左心室舒张期松弛不仅与年龄和性别有关,而且与女性绝经状态有关,这也进一步解释了为什么射血分数值保留的心力衰竭更常见于绝经之后的老年女性<sup>[41-44]</sup>。

$E/e'$  比值是预测左心室充盈压的重要参数<sup>[30,45]</sup>。EMINCA 研究结果显示, $E/e'-s$ 、 $E/e'-l$  与  $E/e'-av$  测值在男性与女性中均随年龄增长而逐渐升高,而且女性人群的测值显著高于男性人群。根据 2009 年版

ASE 指南<sup>[46]</sup>, $E/e'-av$  比值  $\leq 8$  提示左心室充盈压正常, $E/e'-av$  比值  $\geq 13$  提示左心室充盈压升高。而当  $E/e'-av$  比值介于 9-13 时,需要结合其他超声心动图参数进行判断<sup>[47]</sup>。我们在 EMINCA 中研究发现,在 18~29 岁至 50~59 岁的男性人群以及 8~29 岁至 40~49 岁的女性人群, $E/e'-av$  比值  $\leq 8$ ,无  $E/e'-av \geq 13$  的年龄组。在  $E/e'-av$  比值介于 9~13 的 60~69 岁至 70~79 岁年龄组男性人群与 50~59 岁至 70~79 岁年龄组的女性人群中,其 Ar-A, Ar 持续时间与 A 峰持续时间的差值 Ar-A, Ar 持续时间与 A 峰持续时间的差值  $Ar-A < 0$  ms 以及体表面积校正的左心房容积  $< 34$  ml/m<sup>2</sup>,提示这些人群的左心室充盈压是正常的。另外,指南<sup>[46]</sup>中采用  $e'-s = 8$  cm/s 和  $e'-l = 10$  cm/s 作为鉴别左心室舒张功能正常与否的截断值,我们发现,60~69 岁至 70~79 岁年龄组的男性与女性的  $e'-s < 8$  cm/s,70~79 岁年龄组的男性与女性的  $e'-l < 10$  cm/s。该结果表明,在评价左心室舒张功能参数时应该充分考虑到性别与年龄差别所产生的影响。由于多数参数存在性别和年龄组间的显著差异,在日常的临床工作中,应该采用按不同性别和年龄分别建立的参考值范围进行正常与否的判断。

EMINCA 研究的主要局限性在于该研究只纳入了汉族人群,因而其结果结论可能不适应于我国非汉族人群或其他种族人群。需要进一步对我国汉族人群与其他少数民族或其他种族人群的多普勒超声心动图参数进行对比研究。另外一个局限性在于,尽管在 EMINCA 研究中排除了已知心脏病、高血压病、糖尿病以及心电图或超声心动图明显异常的人群,但是未能完全排除糖耐量异常或隐匿性高血压等可能影响左心室舒张功能的情况。

## 中华医学会超声医学分会超声心动图学组:

名誉组长:张运

组长:尹立雪

副组长:邓又斌 任卫东 穆玉明 张梅 许迪

学术秘书:李爽 姚桂华

参加单位和研究者(排名不分先后):方理钢(北京协和医院);李治安、杨娅(北京首都医科大学安贞医院);王浩(北京阜外心血管病医院);王建华(北京军区总医院);舒先红(上海复旦大学中山医院);孙锟(上海交通大学新华医院);陈明(上海同济大学东方医院);姚民强(天津市南开医院);尹洪宁(河北医科大学第二医院);韩若凌(河北医科大学第四医院);刘慧玲(承德医学院附属医院);红华(内蒙古自治区医院);史百放(呼和浩特市第一医院);田家玮(哈尔滨医科大学第二附属医院);张春梅(哈尔滨医科大学第一附属医院);任卫东(中国医科大学盛京医院);杨军(中国医科大学第一医院);周阳(大连医科大学第一附属医院);高东海(吉林大学中日联谊医院);张运、张梅、姚桂华(山东大学齐鲁医院);康为强(青岛市市立医院);王健(山西医科大学第一附属医院);康春松(山西省大医院);段云友(第四军医大学唐都医院);张军(第四军医大学

西京医院);周琦(西安交通大学第二附属医院);许迪(南京医科大学第一附属医院);赵博文(浙江大学邵逸夫医院);刘学明(浙江大学第二医院);郑哲岚(浙江大学第一医院);冉海涛(重庆医科大学第二附属医院);李锐(第三军医大学西南医院);刘艳娜(南昌大学第二医院);张新书(安徽医科大学第二附属医院);李进国(福建医科大学协和医院);袁建军(河南省人民医院);秦石成(郑州大学第一附属医院);邓又斌(华中科技大学同济医院);谢明星(华中科技大学协和医院);周青(武汉大学人民医院);刘燕娜(南昌大学第二附属医院);费洪文(广东省人民医院);魏玉林(中山大学第二附属医院);吴瑛(深圳市人民医院);吴棘(广西医科大学第一附属医院);施百芳(内蒙古医学院附属医院);巴图(内蒙古中蒙医院);穆玉明(新疆医科大学第一附属医院);郭坤霞(石河子大学医学院第一附属医院);童明辉(兰州大学第二医院);闫瑞玲(兰州军区兰州总医院);纳丽莎(宁夏医科大学附属医院);张赛丹(中南大学湘雅医院);周启昌(中南大学湘雅第二附属医院);朱才义(海口市人民医院);尹立雪、邓燕、李爽(四川省医学科学院·四川省人民医院);唐红(四川大学华西医院);车正兰(贵阳医学院附属医院);丁云川(昆明市延安医院);郑云慧(青海大学附属医院);徐书真(西藏武警总队医院);马晓静(武汉亚洲心血管病医院);杨军(中国医科大学第一附属医院);张全斌(山西医科大学附属太钢总医院);高东梅(吉林大学中日联谊医院)

### 参 考 文 献

- [1] Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28(1):1-39. DOI:10.1016/j.echo.2014.10.003.
- [2] Kou S, Caballero L, Dulgheru R, et al. Echocardiographic reference ranges for normal cardiac chamber size: results from the NORRE study [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2014, 15(6):680-690. DOI:10.1093/ehjci/jet284.
- [3] Yao GH, Deng Y, Liu Y, et al. Echocardiographic measurements in normal chinese adults focusing on cardiac chambers and great arteries: a prospective, nationwide, and multicenter study [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28(5):570-579. DOI:10.1016/j.echo.2015.01.022.
- [4] Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2005, 18(12):1440-1463. DOI:10.1016/j.echo.2005.10.005.
- [5] Chahal NS, Lim TK, Jain P, et al. Ethnicity-related differences in left ventricular function, structure and geometry: a population study of UK indian asian and european white subjects [J]. *Heart*, 2010, 96(6):466-471. DOI:10.1136/hrt.2009.173153.
- [6] Daimon M, Watanabe H, Abe Y, et al. Normal values of echocardiographic parameters in relation to age in a healthy Japanese population: the JAMP study [J]. *Circ J*, 2008, 72(11):1859-1866.
- [7] Triulzi MO, Gillam LD, Gentile F, et al. Normal adult cross-sectional echocardiographic values: linear dimensions and chamber areas [J]. *Echocardiography*, 1984, 1:403-246.
- [8] Wahr DW, Wang YS, Schiller NB. Left ventricular volumes determined by two-dimensional echocardiography in a normal adult population [J]. *J Am Coll Cardiol*, 1983, 1(3):863-868.
- [9] Vasan RS, Larson MG, Levy D, et al. Distribution and categorization of echocardiographic measurements in relation to reference limits: the Framingham Heart Study: formulation of a height- and sex-specific classification and its prospective validation [J]. *Circulation*, 1997, 96(6):1863-1873.
- [10] Picard MH, Adams D, Bierig SM, et al. American society of echocardiography recommendations for quality echocardiography laboratory operations [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2011, 24(1):1-10. DOI:10.1016/j.echo.2010.11.006.
- [11] DuBois D, DuBois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known [J]. *Nutrition*, 1989, 5(5):301-311.
- [12] Klabunde R. *Cardiovascular physiology concepts* [M]. Philadelphia: Lippincott: Williams and Wilkins; 2011.
- [13] Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, et al. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings [J]. *Am J Cardiol*, 1986, 57(6):450-458.
- [14] Franke A, Muhler EG, Klues HG, et al. Detection of abnormal aortic elastic properties in asymptomatic patients with Marfan syndrome by combined transoesophageal echocardiography and acoustic quantification [J]. *Heart*, 1996, 75(3):307-311.
- [15] Albano AJ, Mitchell E, Pape LA. Standardizing the method of measuring by echocardiogram the diameter of the ascending aorta in patients with a bicuspid aortic valve [J]. *Am J Cardiol*, 2010, 105(7):1000-1004. DOI:10.1016/j.amjcard.2009.11.020.
- [16] Son MK, Chang SA, Kwak JH, et al. Comparative measurement of proximal ascending aorta by transthoracic echocardiography in normal Korean population based on two different guidelines [J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2013, 11:28-35. DOI:10.1186/1476-7120-11-28.
- [17] Roman MJ, Rosen SE, Kramer-Fox R, et al. Prognostic significance of the pattern of aorta root dilation in the Marfan syndrome [J]. *J Am Coll Cardiol*, 1993, 22(5):1470-1476.
- [18] Lopez L, Colan SD, Frommelt PC, et al. Recommendations for quantification methods during the performance of a pediatric echocardiogram: a report from the pediatric measurements writing group of the American society of echocardiography pediatric and congenital heart disease council [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010, 23(5):465-495. DOI:10.1016/j.echo.2010.03.019.
- [19] Muraru D, Maffessanti F, Kocabay G, et al. Ascending aorta diameters measured by echocardiography using both leading edge-to-leading edge and inner edge-to-inner edge conventions in healthy volunteers [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2014, 15(4):415-422. DOI:10.1093/ehjci/jet173.
- [20] Salton CJ, Chuang ML, O'Donnell CJ, et al. Gender differences and normal left ventricular anatomy in an adult population free of hypertension. A cardiovascular magnetic resonance study of the Framingham Heart Study Offspring cohort [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2002, 39(6):1055-1060.

- [21] Mirea O, Maffessanti F, Gripari P, et al. Effects of aging and body size on proximal and ascending aorta and aortic arch: inner edge-to-inner edge reference values in a large adult population by two-dimensional transthoracic echocardiography [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2013, 26(4):419-427. DOI:10.1016/j.echo.2012.12.013.
- [22] Dewey FE, Rosenthal D, Murphy DJ Jr, et al. Does size matter Clinical applications of scaling cardiac size and function for body size [J]. *Circulation*, 2008, 117(17):2279-2287. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.107.736785.
- [23] Pelliccia A, Culasso F, Di Paolo FM, et al. Physiologic left ventricular cavity dilatation in elite athletes [J]. *Ann Intern Med*, 1999, 130(1):23-31.
- [24] Neilan TG, Pradhan AD, Weyman AE. Derivation of a size-independent variable for scaling of cardiac dimensions in a normal adult population [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2008, 21(7):779-785. DOI:10.1016/j.echo.2007.12.003.
- [25] Lauer MS, Anderson KM, Larson MG, et al. A new method for indexing left ventricular mass for differences in body size [J]. *Am J Cardiol*, 1994, 74(5):487-491.
- [26] Sluysmans T, Colan SD. Theoretical and empirical derivation of cardiovascular allometric relationships in children (1985) [J]. *J Appl Physiol*, 2005, 99(2):445-457. DOI:10.1152/jappphysiol.01144.2004.
- [27] Yao GH, Vallurupalli N, Cui J, et al. Allometric model improves scaling of left atrial size in obese population: the use of body weight containing variables is challenged [J]. *Echocardiography*, 2011, 28(3):253-260. DOI:10.1111/j.1540-8175.2010.01337.x.
- [28] Jander N, Gohlke-Barwolf C, Bahlmann E, et al. Indexing aortic valve area by body surface area increases the prevalence of severe aortic stenosis [J]. *Heart*, 2014, 100(1):28-33. DOI:10.1136/heartjnl-2013-304443.
- [29] Yao GH, Zhang M, Yin LX, et al. Doppler Echocardiographic Measurements in Normal Chinese Adults (EMINCA): a prospective, nationwide, and multicentre study [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2016, 17(5):512-522. DOI:10.1093/ehjci/jev330.
- [30] Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP, et al. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures: a comparative simultaneous Doppler-catheterization study [J]. *Circulation*, 2000, 102(15):1788-1794.
- [31] Okura H, Takada Y, Kubo T, et al. Tissue Doppler-derived index of left ventricular filling pressure, E/E', predicts survival of patients with non-valvular atrial fibrillation [J]. *Heart*, 2006, 92(9):1248-1252. DOI:10.1136/hrt.2005.082594.
- [32] Okura H, Takada Y, Kubo T, et al. Functional mitral regurgitation predicts prognosis independent of left ventricular systolic and diastolic indices in patients with ischemic heart disease [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2008, 21(4):355-360. DOI:10.1016/j.echo.2007.06.002.
- [33] Dalen H, Thorstensen A, Vatten LJ, et al. Reference values and distribution of conventional echocardiographic Doppler measures and longitudinal tissue Doppler velocities in a population free from cardiovascular disease [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2010, 3(5):614-622. DOI:10.1161/CIRCIMAGING.109.926022.
- [34] Klein AL, Burstow DJ, Tajik AJ, et al. Effects of age on left ventricular dimensions and filling dynamics in 117 normal persons [J]. *Mayo Clin Proc*, 1994, 69(3):212-224.
- [35] Okura H, Takada Y, Yamabe A, et al. Age- and gender-specific changes in the left ventricular relaxation: a Doppler echocardiographic study in healthy individuals [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2009, 2(1):41-46. DOI:10.1161/CIRCIMAGING.108.809087.
- [36] Shojaeifard M, Esmaeilzadeh M, Maleki M, et al. Normal reference values of tissue Doppler imaging parameters for right ventricular function in young adults: a population based study [J]. *Res Cardiovasc Med*, 2013, 2(4):160-166. DOI:10.5812/cardiavasmed.9843.
- [37] Sohn DW, Chai IH, Lee DJ, et al. Assessment of mitral annulus velocity by Doppler tissue imaging in the evaluation of left ventricular diastolic function [J]. *J Am Coll Cardiol*, 1997, 30(2):474-480.
- [38] Nagueh SF, Sun H, Kopelen HA, et al. Hemodynamic determinants of the mitral annulus diastolic velocities by tissue Doppler [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2001, 37(1):278-285.
- [39] Park HS, Naik SD, Aronow WS, et al. Differences of lateral and septal mitral annulus velocity by tissue Doppler imaging in the evaluation of left ventricular diastolic function [J]. *Am J Cardiol*, 2006, 98(7):970-972. DOI:10.1016/j.amjcard.2006.04.044.
- [40] De Sutter J, De Backer J, Van de Veire N, et al. Effects of age, gender, and left ventricular mass on septal mitral annulus velocity (E') and the ratio of transmitral early peak velocity to E' (E/E') [J]. *Am J Cardiol*, 2005, 95(8):1020-1023. DOI:10.1016/j.amjcard.2005.01.021.
- [41] Bhatia RS, Tu JV, Lee DS, et al. Outcome of heart failure with preserved ejection fraction in a population-based study [J]. *N Engl J Med*, 2006, 355(3):260-269. DOI:10.1056/NEJMoa051530.
- [42] Alagiakrishnan K, Banach M, Jones LG, et al. Update on diastolic heart failure or heart failure with preserved ejection fraction in the older adults [J]. *Ann Med*, 2013, 45(1):37-50. DOI:10.3109/07853890.2012.660493.
- [43] Taylor AL. Heart failure in women [J]. *Curr Heart Fail Rep*, 2015, 12(2):187-195. DOI:10.1007/s11897-015-0252-x.
- [44] Meyer S, Brouwers FP, Voors AA, et al. Sex differences in new-onset heart failure [J]. *Clin Res Cardiol*, 2015, 104(4):342-350. DOI:10.1007/s00392-014-0788-x.
- [45] Kasner M, Westermann D, Steendijk P, et al. Utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of diastolic function in heart failure with normal ejection fraction: a comparative Doppler-conductance catheterization study [J]. *Circulation*, 2007, 116(6):637-647. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.661983.
- [46] Nagueh SF, Appleton CP, Gillebert TC, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2009, 22(2):107-133. DOI:10.1016/j.echo.2008.11.023.
- [47] Rivas-Gotz C, Manolios M, Thohan V, et al. Impact of left ventricular ejection fraction on estimation of left ventricular filling pressures using tissue Doppler and flow propagation velocity [J]. *Am J Cardiol*, 2003, 91(6):780-784.

(收稿日期:2016-02-21)

公告和免责声明

本指南仅仅包括基于专家临床经验和多中心研究结果的观测建议，不是制定医疗实践决定的唯一准则，本指南不应被用作惩戒医师的法规依据。本指南的全部陈述和建议主要基于部分专家的意见，并非全部为科学证实的资料。本指南不包含未表达或隐含的内容，也不能用作超声心动图报告信息的完整性和精确性评判依据，同时本指南也不保证适用于各种特殊目的。本指南所涉及内容不承担医患双方及任何第三方依据本指南制定及履行过程中的任何决定所产生的任何损失的赔偿责任。本指南也不赋予医患双方依据本指南提供的医疗建议所引发的使用者与患者或使用者与任何其他人构成医患法律纠纷处理的法律地位。

· 病例报告 ·

流产后子宫内翻超声表现 1 例

刘丽霞 刘斌 张彤迪 栗建辉

患者女，23 岁，已婚，孕 3 产 2。因宫内孕 5 个月流产后阴道出血 2 h 急诊入院。超声检查：盆腔内未测及正常子宫及宫颈回声，宫颈位置可见一大约 15.5 cm×15.6 cm×10.0 cm 的不均质包块，其内可见一大约 12.2 cm×11.7 cm×8.3 cm 不均质偏强回声，似为宫体回声（图 1），横切面呈同心圆征，中心部可见宽约 1.0 cm 带状无回声区，肌层回声欠均匀，其上端可见开口（宫颈内口可能）与无回声区相延续（图 2），彩色多普勒示肌层内可见少量血流信号。包块外上方可见大小约 2.5 cm×2.2 cm 的不均质低回声区，边界欠清，形态欠规整，彩色多普勒示其内未见明显血流信号。超声提示：盆腔内异常回声，考虑子宫内翻；包块外上方不均质低回声，积血可能。临床考虑子宫内翻可能性大，患者流产后大出血处于失血性休克状态，合并弥漫性血管内凝血（DIC），病情危重，在麻醉下行子宫复位术。手术所见：子宫体内陷到阴道内，双卵巢部分进入凹陷内，打开膀胱腹膜反折，下推膀胱，纵行切开子宫下段前壁，边切开边将子宫复位，可见胎盘剥离面处子宫黏膜呈紫黑色，遂行子宫次全切除术。术后诊断：子宫内翻、嵌顿。术后病理：产后子宫伴灶性出血。

讨论 子宫内翻是指子宫底部向宫腔内陷入，甚至自宫颈翻出，是一种罕见而又严重威胁产妇生命的分娩期并发症，多发生于产后 24 h 内，如不及时处理，往往因休克、出血导致产妇在 3~4 h 内死亡，故早期诊断和处理尤为重要<sup>[1]</sup>。引起子宫内翻的先决条件为产后子宫肌壁软弱无力，宫颈松弛扩张，而第三产程处理不当，如过度用力按压宫底、胎盘粘连时过度牵拉脐带或打喷嚏、剧烈咳嗽使腹压增加等为发病的外因<sup>[2-3]</sup>。超声检查因其实时、方便、快捷的优点，能及早对该病作出诊断，为临床治疗提供重要依据。声像图纵切面显示子宫底与子宫颈位置反位，横切面呈同心圆征，同时结合临床病史，一般可以作出正确诊断，而且能进一步明确本病与子宫黏膜下肌瘤、子宫脱垂等的鉴别诊断。国内外文献报道的子宫内翻病例大多为足月产后发生<sup>[4-7]</sup>，本例患者为孕 5 个月流产后发生，但结合病史及典型超声图像可以明确诊断，为临床及时救治提供了重要依据。

参 考 文 献

[1] Leal RF, Luz RM, de Almeida JP, et al. Total and acute uterine inversion after delivery: a case report [J]. J Med Case Rep, 2014, 8:347. DOI:10.1186/1752-1947-8-347.  
[2] 曹泽毅. 中华妇产科学 [M]. 第 3 版. 北京: 人民卫生出版社, 2014:422.  
[3] 张冰松, 张晶, 杜领娣, 等. 超声诊断产后完全子宫内翻 1 例 [J]. 中华超声影像学杂志, 2008, 17(10):846.  
[4] 田雨, 杨太珠, 叶璐. 超声诊断产后子宫内翻 1 例 [J]. 中国医学影像技术, 2010, 26(9):1802.  
[5] 官晓斐, 徐建敏. 产后子宫内翻 5 例分析 [J]. 医学理论与实践, 2012, 25(5):565-566.  
[6] 朱天波, 周昌仙, 侯丽勤. 急性子宫内翻 6 例临床分析 [J]. 吉林医学, 2012, 33(11):2360-2361.  
[7] Birge O, Tekin B, Merdin A, et al. Chronic total uterine inversion in a young adult patient [J]. Am J Case Rep, 2015, 16: 756-759. DOI:10.12659/AJCR.894264.

(收稿日期:2016-01-13)

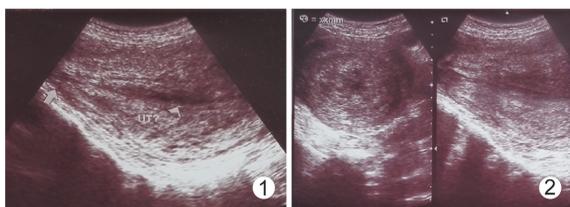


图 1 子宫内翻纵切面显示宫底及宫体位于阴道内，宫底与宫颈位置反位 图 2 子宫内翻横切面呈同心圆征，纵切面显示宫底与宫颈位置反位

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4477.2016.08.002

作者单位: 071000 保定, 河北大学附属医院功能科 (刘丽霞、栗建辉), 肿瘤内科 (刘斌); 河北医科大学第二医院超声科 (张彤迪)

通信作者: 刘斌, Email: liu15175292891@163.com