

小儿超声心动图操作指南和标准： 美国超声心动图学会儿科委员会特别工作小组报告

Wyman W. Lai, MD, MPH, FASE, Tal Geva, MD, FASE, Girish S. Shirali, MD,
Peter C. Frommelt, MD, Richard A. Humes, MD, FASE, Michael M. Brook, MD,
Ricardo H. Pignatelli, MD, and Jack Rychik, MD, Writing Committee, *New York, New York;
Boston, Massachusetts; Charleston, South Carolina; Milwaukee, Wisconsin; Detroit, Michigan; San Francisco, California;
Houston, Texas; and Philadelphia, Pennsylvania*

中文版翻译 美国芝加哥儿童纪念医院 阎鹏
美国德雷克塞尔大学/圣克里斯托弗儿童医院 葛舒平
中文版校对 美国内布拉斯加大学 谢峰

超声心动图现已成为对婴幼儿及青少年的先天和后天性心脏病进行诊断和评价的主要影像手段。对于评价心脏状况来说，经胸超声心动图（TTE）是一个理想的诊断工具，因为它对人无创、设备轻便，能够有效地提供关于儿童心脏的解剖、生理以及血流动力学方面的详细信息。

对于常规二维超声心动图^[1]，胎儿超声心动图^[2]，小儿经食道超声心动图^[3]，术中经食道超声心动图^[4]，以及负荷超声心动图^[5]，目前已有推荐的标准操作规范。各个超声心动图专业也已经建立了相应的培训指南^[6-12]。作为超声心动图检查室资格认证过程的一部分，超声心动图室跨学会资格认证委员会已经为儿科 TTE 的应用设立了基本操作标准^[13]。在此之外，尚未有儿科 TTE 的操作标准。

小儿超声心动图是一项独特的医学检查。它有很多特点使之有别于成人超声心动图。先天性心脏病畸形多种多样。某些声窗如剑突下（或称肋下）、胸骨上窝，胸骨右缘等，对小儿心脏检查显得格外重要。如何获取和显示上述声窗的

图像对小儿 TTE 至为关键。除此之外，由于有些婴幼儿合作性较差，还需要采用一些特别的手段，诸如镇静药物和分散注意力的工具等，才能顺利完成整个检查。

本文件目的在于：（1）描述小儿 TTE 的各类适应症；（2）确定小儿超声心动图室的最佳仪器设备和检查室的设置；（3）提供超声技师和医师所必备的知识 and 培训的框架；（4）建立检查操作步骤并确定必要的声窗和切面；（5）建立完整的小儿超声心动图检查所需基本测量项目清单；（6）讨论小儿超声报告的要求和格式。

适应症

要通过超声心动图获得儿科病人的诊治所需的信息，了解适应症十分重要。现将有关适应症的一般性范畴陈述如下，在此重点强调小儿超声心动图的检查适应症，而非标准成人超声心动图。如读者关心与年龄相关的那一类指征，请参阅已经发表的相关指南^[14]。

儿童如被怀疑或已知患有心脏病，则应接受系列性检查，以确定疾病的变化和进展。系列超声心动图检查的指征可以是：定期观察心脏瓣膜的功能、心血管结构的发育、心室功能、以及内科和外科治疗的潜在后遗症^[15-18]。

先天性心脏病：病史、症状和体征

小儿超声心动图的适应症较为广泛，包括紫绀、发育迟缓、运动引发的胸区疼痛或昏厥、呼吸窘迫、心脏杂音、充血性心衰、脉搏异常或心脏增

From the Mount Sinai Medical Center, New York (W.W.L.); Children's Hospital, Boston (T.G.); Medical University of South Carolina, Charleston (G.S.S.); Children's Hospital of Wisconsin, Milwaukee (P.C.F.); Children's Hospital of Michigan, Detroit (R.A.H.); University of San Francisco (M.M.B.); Texas Children's Hospital, Houston (R.H.P.); and Children's Hospital of Philadelphia (J.R.).

Reprint requests: Wyman W. Lai, MD, MPH, FASE, Division of Pediatric Cardiology, Box 1201, Mount Sinai Medical Center, One Gustave L. Levy Place, New York, NY 10029 (E-mail: wyman.lai@mssm.edu).

J Am Soc Echocardiogr 2006;19:1413-1430.

0894-7317/\$32.00

Copyright 2006 by the American Society of Echocardiography.

doi:10.1016/j.echo.2006.09.001

大等。这些指征可能提示不同类型的结构性先心病，诸如心内左向右或右向左分流、梗阻性病变、反流性病变、大血管转位性病变、体静脉或肺静脉连接异常、圆锥动脉干异常、冠状动脉异常、功能性单心室、以及其他复杂畸型，诸如偏侧器官异常（内脏异位/异房同相）（heterotaxy/isomerism）等。如病人具有某些综合症，或有遗传性心脏病家族史，以及已知与先天性心脏病有关的心脏以外的异常现象等临床指征，即使尚无心脏病的特异性症状和体征，也应视为超声心动图的适用对象。病人经其他检查，如胎儿超声心动图，胸部放射线检查，心电图，以及染色体分析等提示有先天性心脏病，亦应被认为属超声心动图检查的适用对象。

后天性心脏病及非心源性疾病

超声心动图适用于评价各种儿童后天性心脏病，诸如川崎病（Kawasaki）、感染性心内膜炎、各类心肌病、风湿热及心脏炎、系统性红斑狼疮心肌炎、心包炎、艾滋病毒感染，以及服用过具有心脏毒性的药物。小儿超声心动图亦适用于心脏及心肺移植的器官捐献者和接收者的心脏状态评价。最近，小儿超声心动图还被推荐于所有新近被诊断为系统性高血压的儿童^[19]。对心脏有影响的非心源性疾病，诸如肺动脉高压，也属于系列性小儿超声心动图检查的重要适应症。超声心动图还适用于有血栓栓塞疾患、导管留置、败血症，以及上腔静脉综合症的儿童。

心律失常

具有心律失常的儿童有可能患有潜在的结构性疾病，诸如先天性矫正型大动脉转位，三尖瓣埃勃斯坦畸形等。这些疾病临床表现不明显，最适于用超声心动图加以诊断。持续性的心律失常或抗心律失常药物引起的心功能紊乱，往往只有超声心动图方可检查出来，从而对治疗起到重要作用。

设备、病人准备及病人安全

设备

用于诊断目的的超声设备至少应该包括可用于M-型，二维显像，彩色血流图，以及频谱多普勒（包括脉冲波和连续波功能）的硬件和软件。

用于小儿超声检查的探头应该能够满足不同患儿所需的深度范围。因此应配备多个不同频率的超声波探头，从低频（2~2.5兆赫）到高频（≥7.5兆赫），也可选用一个含有上述频率范围的多频探头。此外，还应具备一个专门用于连续波多普勒检查的探头，为每个病人必要时备用。

显示器的尺寸及显示质量应适宜检查和阅图的需要。显示内容应含有检查室所属机构，病人代码，以及检查日期和时间等信息。心电图应与超声心动图信号实时显示。测量范围和深度标尺也应显示在所有图象上。仪器必须要有相应的测量功能，用于测量两点间的距离、二维图像的面积、血流速度时间间期、以及频谱多普勒的压力梯度峰值和均值。

数据获取与存储

超声心动图检查的结果必须作为动态影像加以记录和存储。存储的动态超声波图像必须可以作为动态图像进行回放。存储手段可以是录像带或数字化载体。如果存储的手段仅能将动态超声图像转为静止画面回放，譬如照片或纸制打印产品，则此存储手段无法接受。超声心动图检查结果的某些部分，譬如M-型图谱和多普勒频谱的测量结果可以用适当介质作为静态图像保存。

病人的准备及其安全

基于病况所需，检查者应具有充分的时间从事操作。在没有复杂心脏畸形情况下，一个完整的小儿超声心动图检查（影像和多普勒）一般历时45至60分钟（从检查者接触病人至病人离去）。如复杂病例，需要更长时间。在操作开始以前，医务人员应向病人和/或家长或监护人解释检查的全部内容。病人应在舒适环境下行倾斜卧位。灯光暗淡的房间有利于检查的实施。可向病人提供合适的枕头和毯子使之感到舒适和隐私保护。超声耦合剂的温度应等同于体温。对于学龄前儿童，应该在超声检查室内向他们提供一些玩具，游戏，电视/电影等设备，用于在检查过程中分散其注意力。除非有隐私方面的要求，一位家长或监护人应始终陪伴在受检儿童的身边。

每个超声检查室都需要考虑到对儿科病人使用镇静药物的可能性，以确保病人的检查质量。当对儿童使用镇静剂时，检查室的书面材料应包括但

不限于以下内容：镇静的类型、不同年龄/体重的病人所需的剂量，以及在超声检查过程中和检查后如何监护病人等事宜^[20-21]。

每一超声心动图室都应有书面的，关于处理病人紧急状况的条文以供随时查阅。还应备有心脏骤停抢救装置小车以及其他应急设备，以供各种体重的患儿在出现紧急情况时使用。

技术与知识

超声心动图对先天性和后天性心脏病的诊断，取决于操作者采集超声图像的技术。因此，操作者必须具备高水平的操作技巧和辨认图像的知识，方可使诊断达到最准确程度。所以，无论是为了诊断心血管异常，确定其治疗方案，还是评价其日益增加的介入和手术后的效果，有关人员都需要接受专门的训练。

医师

由于 TTE 是诊断儿童心脏病的主要影像工具，儿科心脏病医生必须具备操作和解读经胸超声心动图的基本技能（包括 M-型，二维图像，和各种多普勒方法）。而专门从事小儿超声心动图的医师则须在该领域内接受进一步训练。

本委员会审阅和分析了现有的各种儿科超声心动图培训指南^[18, 22-24]。美国心脏病学会（ACC）的儿科心脏病学/先心病委员会与 ACC 的培训项目主任委员会合作，共同为儿科心脏病专业推荐了一套训练方案。ACC/美国心脏协会/美国儿科学会关于小儿心脏病学临床技能与培训的建议（第二特别工作组：儿科无创心脏显像培训指南）是目前最新的指南，我们对其略加修饰，整合入本文件中^[25]。

专业技能的级别

从事小儿 TTE 的医师可以具有一个或两个的专业级别，即初级和高级。初级水准要求：毕业于美国医学教育研究生院（ACGME）所指定的小儿心脏培训课程，掌握操作和阅图的基本技能。具有这一级别的医师可以检查和阅读正常婴/幼

儿、青少年的 TTE。只在需要时由资深医师协助检查患有儿童心脏病的病人。高级水准要求：掌握所有小儿超声心动图技术，能独立应用超声心动图诊断各种先天性和后天性心脏病，并能对他人提供训练和指导。

表 1 概括了达到初级水准和高级水准所需要的知识。表 2 总结了对这两级水准所需要的技术。表 3 简述了达到上述水准推荐使用的训练方法。

知识和技能的评价

与成人超声心动图术不同，在北美，目前尚未有一种正式考核制度来衡量从事小儿超声心动图人员的专业胜任能力。因此，对一个人的临床能力评价，是由超声心动图检查室的负责人评价受训者的临床技能。直接观察受训者操作超声心动图，从而了解此人采集图像的技术和调节仪器的能力，并要求每个受训者登记其所有操作过的超声心动图资料。每一次病历讨论会都是检验受训者对影像和多普勒资料解读能力的好机会。病历讨论会还可以起到促进和评价科研设计和方法以及教学效果的作用。超声室的负责人应在咨询其他教学人员之后，定期对受训人员进行书面评价。

知识和技术的维持

要保持小儿超声心动图术的临床应用能力，需要不断参与临床实践，应用各类心脏超声技术对各种心脏病儿进行诊断。为了维持初级水准的胜任能力，每年应至少操作或解读 150 例 TTE。要维持高级水准的胜任能力，则需每年至少操作或解读 500 例 TTE。另外，应经常参加院内学术讨论会。更为重要的是，积极参加有关提高超声心动图水平的继续医学教育活动。

超声技师

本委员会审阅并采纳了美国超声心动图学会（ASE）发表的关于超声技术人员操作超声心动图胜任资格的《心脏超声技师最低标准意见书》^[26]。对于每个分支专业领域的超声技师（如小儿 TTE 而非成人 TTE）有不同的资格认证标准。以下是该指南的梗概。

表 1 初级与高级专业水准所需要的基本知识

专业水准	所需基本知识
初级水准:	<ul style="list-style-type: none"> 了解超声波的基本物理原理。 有关小儿经胸超声心动图适应症的知识。 有关常见先天性心脏缺损和外科干预手段的知识。 有关应用多普勒方法评价血流和预测心内压力方面的知识。 有关超声心动图及多普勒技术的局限性方面的知识。 有关替代超声的影像诊断技术的知识。 有关标准声窗和探头位置的知识。 有关小儿超声心动图图像显示与心内定向的知识。 具有应用二维超声心动图认识正常和异常心血管结构的能力及其切面图像与解剖结构的相互关系。 熟悉标准超声心动图评价心室功能的方法。 熟悉无创影像诊断技术领域内的主要进展。
高级水准:	<p>在初级水准所需知识的基础之上还须:</p> <ul style="list-style-type: none"> 深入了解超声物理学。 具有在多种临床状态之下辨认及刻画罕见和复杂型先天/后天性心血管异常的能力。 深入了解多普勒方法及其在心血管生理学方面的应用。 熟悉现有的超声心动图技术评价心室的整体与局部功能的方法, 以及这些技术的优缺点。 拥有有关无创心脏影像技术领域当前进展的最新知识, 以及综述与之有关的, 业已发表的重要科研文献的能力。 熟悉当前小科超声心动图训练指南及规则方面的知识。

表 2 初级与高级专业水准所需要的技术

专业水准	所需技术
初级水准	<ul style="list-style-type: none"> 安全, 和有效地心脏超声设备的能力。 具有操作完整经胸超声心动图技术 (包括适当运用 M-型, 二维图像和多普勒技术) 检查正常儿童心脏的能力, 并在需要时, 在高年医师协助下, 检查心脏病患儿的能力。
高级水准	<p>在初级水准所要求的技术能力之外还须具有:</p> <ul style="list-style-type: none"> 具有独立操作完整经胸超声心动图技术 (包括灵活运用所有超声技术), 检查各类先天性心脏病患者的能力。 应用各种超声技术, 评价心血管生理以及心室的整体和局部功能的能力。 具有对超声技术员, 儿科心血管专科受训医师及其他医师进行监督和教授儿科超声心动图学的能力。

ASE 认为, 由三个基本因素保证一位心脏超声技师的胜任能力:

资格认证与正式教育: 每一个心脏超声技师必须在一定的时间范围内, 通过由 ASE 承认的资格认证机构规定的途径(考试), 获得一份被承认

的资格证书。一位新加入这个行业的心脏超声技师必须通过由 ASE 承认的并符合资格认证机构规定的超声专业正式教育课程。

技术胜任: 每一个心脏超声技师必须具备操作各种超声心动图检查和书写超声心动图报告的能力。

表 3 对训练初级和高级专业水准人员所推荐的训练方法

专业水平	所推荐的训练方法
初级水准	<ul style="list-style-type: none">• 训练应在医院所属的儿科心脏超声检查室进行。该超声检查室所服务的医院应有经专业认证机构承认的儿科心血管专业培训课程，门诊及住院设施，新生儿和儿科重症监护室，儿科心导管室及先天性心脏病外科培训课程。• 受训人员应在高年资专业人员监督之下操作至少 150 例经胸超声心动图（其中至少 50 例为 \leq 一周岁的婴儿）*。• 受训人员应与合格的儿科超声心动图医师一道解读至少 150 例超声心动图*。• 受训人员应参加超声心动图及其临床应用教学讨论会。• 受训人员应阅读有关儿科超声心动图技术的教科书，文献综述及科研报告。• 受训人员应参加有关小儿超声心动图技术的继续医学教育课程。
高级水准	<p>在上述初级水准训练的基础之上，高级水准人员应：</p> <ul style="list-style-type: none">• 操作至少另 200 例经胸超声心动图（其中至少应有 50 例为 \leq 一周岁的婴儿），其结果应由负责训练的小儿心脏超声医师加以审阅和点评*。• 同合格的小儿心脏超声医师一道，解读至少另 200 例经胸超声心动图*。• 受训人员应逐渐实现独立操作，其独立操作的程度和取得独立的进度应由超声室负责人决定。• 为临床讨论会和教学课程准备超声心动图资料并进行宣讲。• 积极参与与儿科心脏病有关的超声心动图研究工作。

CME：持续医学教育；

“*”：所推荐的教学病例数乃是最低标准，并非选项。

继续教育：每一个心脏超声技师必须通过参加适当的继续医学教育课程以维持其技术水平。

检查方案

检查原则

尽管每个超声检查室的探查步骤会有所差异，但其探查标准和内容是基本相似的：都是从多个正交切面上建立二维图像，并附加多普勒和彩色多普勒信息。所有检查方案都是以心脏声窗的顺序按步骤开始。记录信息可以应用完整连续扫查技术或使用多个单一选择切面进行连续切割探查技术，也可采用二者结合的方式进行记录^[27-29]。一套完整的心脏超声检查方案应包含所有规定的声窗并按习惯选择次序进行探查。书写下每个声窗所能显像的心腔结构极为有益。同时，对测量的内容何为必须，何为选项应给出清楚的定义。

很多儿科心脏超声室都选择剑突下或肋下声窗作为检查的起始处，而不是胸骨左缘声窗。以便在检查一开始，就可确定并显示内脏位置。无论检

查从何处开始，都应以节段探查方法按顺序对所有主要心血管结构进行评价^[30, 31]。无论心内结构还是血流动力学，一旦发现异常，必作彻底细究。一般说来，定量评价心室功能常是检查的重要部分。

小儿超声心动图常规探查时，心腔结构的前部和上部应位于荧光屏顶端，而心腔结构的右侧应位于荧光屏的左侧。为确保荧光屏上的心脏图像与实际的正确解剖学方位一致，当选择剑突下和心尖处声窗时，图像的扇尖顶点应向下“倒置”，即顶点位于荧光屏底端。这样做很重要，因为先天性心脏病种类繁多，畸形复杂。而左与右定位准则的唯一例外是胸骨旁心室长轴切面，其心尖部都显示在荧光屏的左侧，无论是左位心还是右位心。

超声诊断的准确性，很大程度上依赖于图像的质量。操作者必须对超声仪器进行技术调节以改善图像的信噪比和分辨率。在整个检查过程中，要根据探查的不同心内结构，随时更换超声探头并调整频率及电子聚焦的深度。将感兴趣的结构置于视野正中，并进行适当的放大。选择合适的声

窗来显示图像及多普勒测量对改善图像质量都是极为重要的。对病人的姿势，舒适状况，紧张程度等因素，操作者应始终予以重视。

在小儿超声检查过程中，无论是超声技师或医师应时刻牢记该项检查的目的，以及你所描述的情况将会影响其治疗方法。为了探查或显示某种异常，一个完整的检查不仅需要使用标准切面，还应采用非标准切面。无论选用何种记录或显像方法作为超声检查室的探查标准都无关紧要。重要的是对整个心脏进行完整扫查，以排除位于心底，心尖或心脏各个面上的异常。此外，作为一个完整的检查，还必须对主要血管结构进行评价。

在进行标准 TTE 检查时，应可观察到心外结构，如纵隔内肺物或囊肿。一旦存在，应当记录下来。仔细注意隔肌运动的幅度和对称性。应用剑突下及其两侧声窗除外胸腔积液，这些对心脏手术后的病例都十分重要。

多个正交切面显像

小儿超声心动图检查声窗包含了 ASE 以前规定的所有二维超声心动图标准声窗^[32]。另外，还附加了一些常规小儿检查声窗：如剑突下（肋下），胸骨上窝，和胸骨右缘等。这为诊断小儿心血管结构异常提供了独特的信息，更是不可缺少的常规检查方法。一个完整的超声心动图检查，需要在多个正交切面上显示同一心血管结构，以减少由于声速与结构平行出现的假回声脱失，或由回声反射与靶点太近出现的阴影等造成的伪像。

图像切面的叫法：可用超声探头所在的声窗位置确定（剑突下，心尖，胸骨旁，胸骨上窝和胸骨右缘）。还可用图像切面与心脏的探查关系确定（四腔心，两腔心，长轴，短轴）。另外，图像切面也可以用解剖平面来确定（矢状面，矢状旁面，横断面，冠状面）。

下面介绍的一些声窗及其显示的所有结构均来自心血管解剖正常或接近正常的病人。表4列举了标准检查声窗应能显像的各种心腔结构。

剑突下（肋下）声窗：剑突下显像^[33, 34]应由横断切面开始，以确定腹腔脏器的位置。另外，还应查看肝脏和胃脏。如果发现腹腔脏器位置异常，应寻找脾脏。然后确定下腔静脉与肝静脉汇合处

表4 从标准检查声窗 所显示的的心脏结构

剑突下声窗	胸骨左缘声窗
下腔静脉/上腔静脉	下腔静脉/上腔静脉
肝静脉	左心房/右心房
腹主动脉	房间隔/室间隔
横膈	冠状窦
左心房 / 右心房	肺静脉
房间隔 / 室间隔	二尖瓣/三尖瓣
冠状窦	左心室/右心室
肺静脉	左室乳头肌
二尖瓣 /三尖瓣	主动脉瓣 /肺动脉瓣
左心室 / 右心室	升主动脉
左心室乳头肌	冠状动脉
主动脉瓣 /肺动脉瓣	主肺动脉及其分支
升主动脉	心包
冠状动脉	
主肺动脉及其分支	胸骨上窝声窗
心包	上腔静脉
	左心房
心尖处声窗	肺静脉
下腔静脉	升主动脉
左心房/右心房	胸主动脉上部
房间隔 /室间隔	主肺动脉及其分支
冠状窦	主动脉弓
选择性肺静脉	头臂动脉近端
二尖瓣/三尖瓣	左无名静脉
左心室/右心室	
左室乳头肌	胸骨右缘声窗
主动脉瓣 /	下腔静脉
肺动脉瓣	上腔静脉
升主动脉	右心房
主肺动脉和肺动脉分支	房间隔
	右肺静脉
	升主动脉
	右肺动脉

和降主动脉与中轴线上的关系，以及其各自的位置。随着图像平面由腹部逐渐向胸部倾斜，肝静脉与下腔静脉的连接，随后是下腔静脉与右心房的连接，均会逐一得到显像。对下腔静脉的通畅与否应予记录。如果发现位于降主动脉之后的奇静脉扩张，应怀疑下腔静脉中断。应用多普勒方法探查位于横膈水平的降主动脉。此外，还应对跨越横膈肌的其他血管予以充分检查。

剑突下长轴扫查（图一）由横切面起始，经过心脏的下/后面其中包括冠状窦。当显示升主动

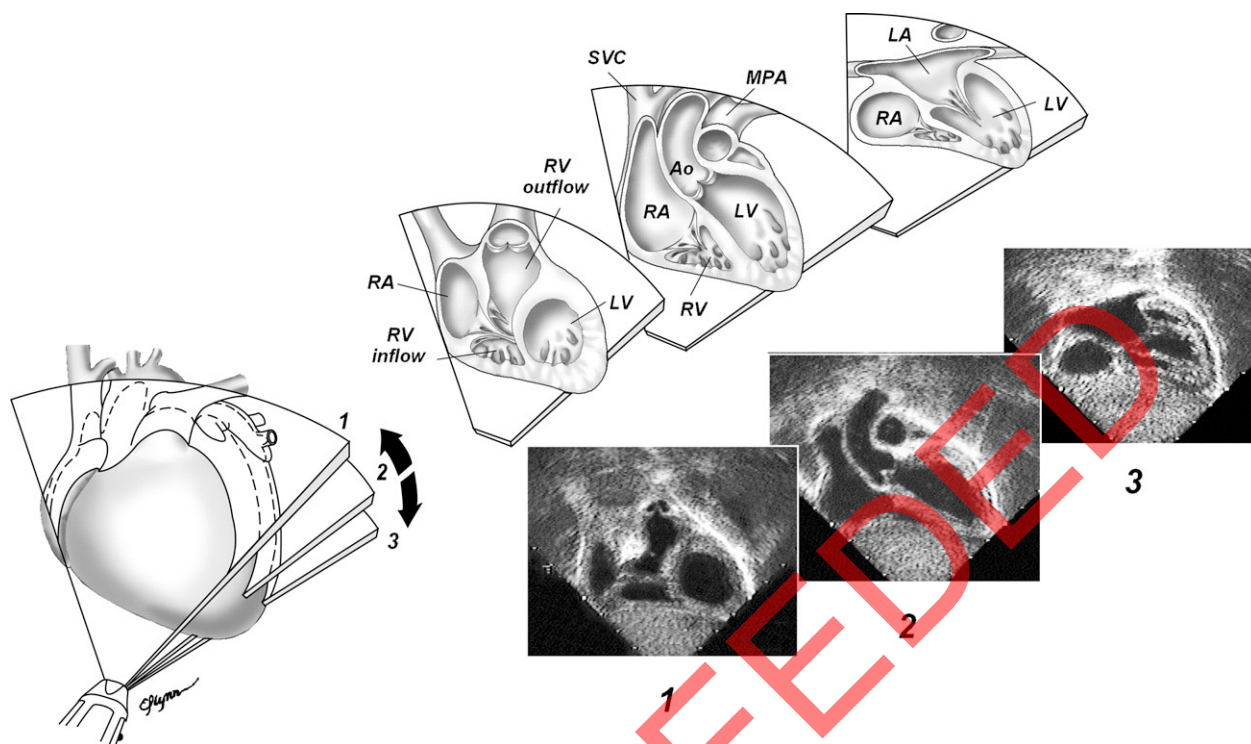


图 1 从近似冠状切面向后朝向横切面扫查得到的剑下长轴切面。1, 可见右心室 (RV) 流入道和流出道与肺动脉瓣。2, 探头角度向下可见左心室 (LV) 长轴、主动脉瓣和升主动脉 (Ao)。上腔静脉 (SVC) 位于主动脉和主肺动脉 (MPA) 的右侧。3, 探头进一步向后, 朝向腹部方向, 可见房间隔以及肺静脉与左心房的连接。(自 Geva T. Echocardiography and Doppler ultrasound. In: Garson A, Bricker JT, Fisher DJ, Neish SR, editors. The science and practice of pediatric cardiology. Baltimore: Williams and Wilkins; 1997, p. 789-843, 经许可引用)。

脉的过程中, 左冠状动脉开口处会清楚地看到。而位于后室间沟内的冠状动脉后降支亦可显示。长轴切面可很好地显示心房间隔, 同时也是彩色多普勒评价前室间隔肌部的好位置。

剑突下短轴扫查 (图二) 始于矢状旁切面其中包含下腔静脉和上腔静脉。扫查显像时正常自右向左开始, 在上腔静脉的侧, 后面可显示右上肺静脉。然后再从心脏的基底部向心尖部扫查。在扫查过程中, 为了保持心尖部始终在短轴切面上, 可能需要调整探头的位置 (一般是向右移动)。

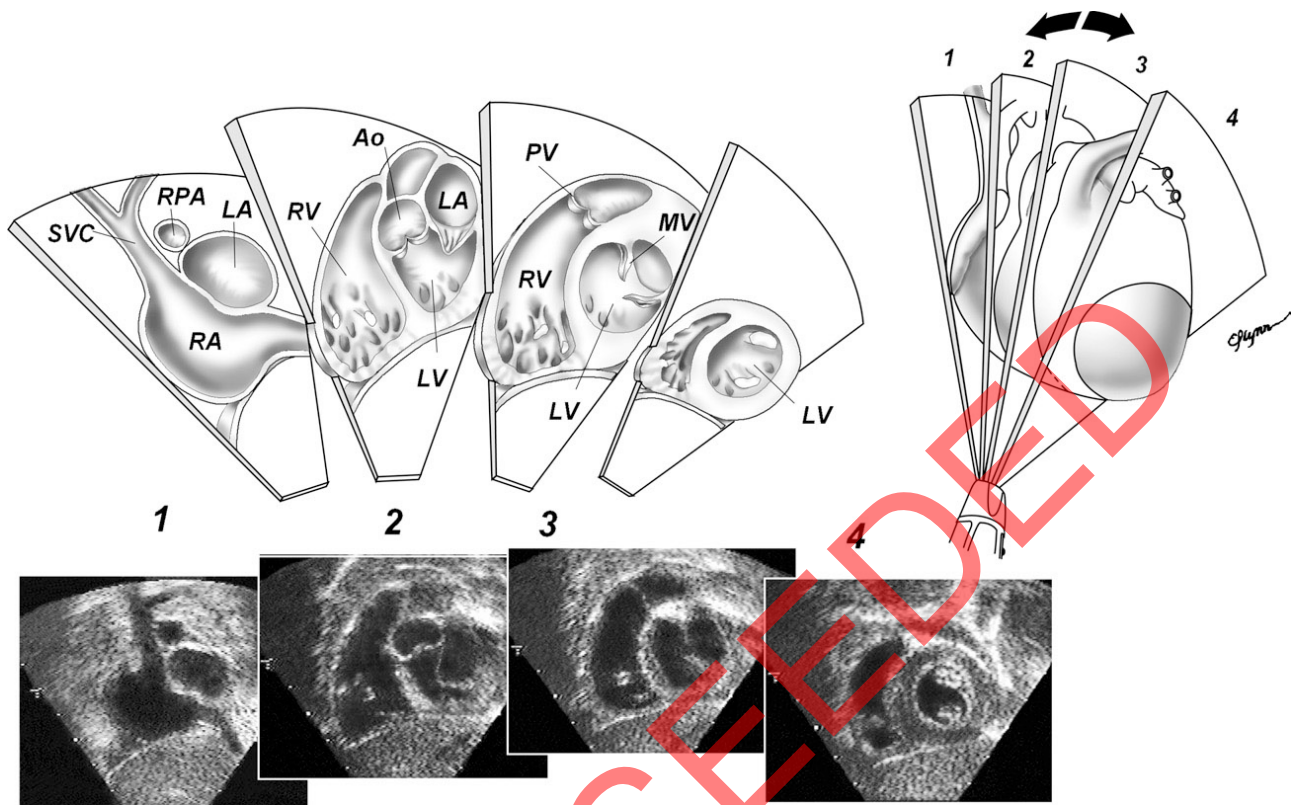
心尖处声窗: 包括标准的心尖^[35]四腔心和长轴 (三腔心), 以及某些检查室采用的心尖两腔心切面。心尖四腔心显像 (图三) 应包括一个从后向前的完整扫查: 以显示冠状窦和下腔静脉入口右心房为起始, 然后通过五腔心并显示左室 (LV) 流出道 (OT) 和升主动脉为终点。

在四腔心切面显示心尖处肌部室间隔时, 应将放大此处并用彩色多普勒进行评价。

评价右心时, 将探头向中线方移动到胸骨左下缘, 使探查声束与右室 (RV) 流入道和右室游离壁更加平行。当评价右室流出道时, 将探头由原位置向前/上方倾斜使右室流出道与多普勒取样声束更加平行。

由心尖处显像左室流出道 (LVOT) 可观察主动脉瓣下结构。因为此处与超声平面构成垂直。心尖长轴 (三腔心) 切面 (图四) 是多普勒对 LVOT 和升主动脉进行探查的适宜处。适当调整探头的部位和角度, 可使 LVOT 的图像更加清晰。心尖两腔切面主要用来评价心室的整体功能, 或是室壁的局部节段运动。

胸骨旁 (胸骨左缘) 声窗: 在显像胸骨旁^[36, 37]长轴切面 (图五) 时, 应将探头置于 LVOT 上方,



2 剑下短轴切面 1. 心脏右侧，上腔静脉(SVC)和下腔静脉入右房(RA)。可以观察在 SVC 后方及左房(LAA)上方的右肺动脉(RPA)横切面。2. 随着探头向左侧倾斜，可以观察左室(LV)的基底部，右室(RV)和房室瓣。在这一水平，可以看到主动脉(Ao)瓣。3. 进一步向左侧倾斜可以显示 LV 的横切面和二尖瓣(MV)，及 RV 流出道和肺动脉瓣(PV)。4. 通过中部肌部室间隔和 LV 乳头肌向二个心室的心尖部继续扫查。(Reproduced with permission from: Geva T. Echocardiography and Doppler ultrasound. In: Garson A, Bricker JT, Fisher DJ, Neish SR, editors. The science and practice of pediatric cardiology. Baltimore: Williams and Wilkins; 1997, p. 789-843

以便观察主动脉瓣和二尖瓣。长轴扫查应包括右室流入道和流出道。主动脉的胸骨旁长轴切面及其调整后的矢状旁切面可以最好地显示右冠状动脉开口处与主动脉窦管交界处的相对位置。位于心脏基底部的胸骨旁短轴切面(图六)可以提供详细的主动脉瓣的形态，以及右室漏斗部，肺动脉瓣，主肺动脉和/肺动脉近端分支等图像。主动脉短轴切面还可以观察冠状动脉开口，并可显像及评价冠状动脉近端的血流。将探头顺时针旋转可进入横切面便可看到左冠状动脉延伸的远端和分叉。左室短轴切面最适于观察二尖瓣叶和二尖瓣器的形态。如心脏较大，在对心室间隔进行彩色血流评价时，可能需要对室间隔的前，后部分进行多个短轴扫查。在检查心尖处肌部室间隔时，也许需要将探头向心尖处调整。

从高位胸骨左缘声窗矢状平行切面，可获得动脉导管切面。此声窗由于超声声束走行方向与主肺动脉-导管连接处一致，可排除位置正常的小的动脉导管未闭。在此部位，透过心脏和主肺动脉可显示主动脉弓远段和胸主动脉上段。对于身体较大的儿童，有时此部位是观察主动脉峡部最佳位置。对于某些较大的儿童，顺时针旋转探头至高位胸骨左缘横切面，可以更好的显示左肺静脉。

胸骨上窝切面

胸骨上窝显像^[38-40]包括将探头置于右侧锁骨上区域及偶尔于左侧锁骨上区域。从冠状或称短轴切面(图 7)，可观察到左无名静脉和上腔静脉的连接处。应当采用彩色血流成像检

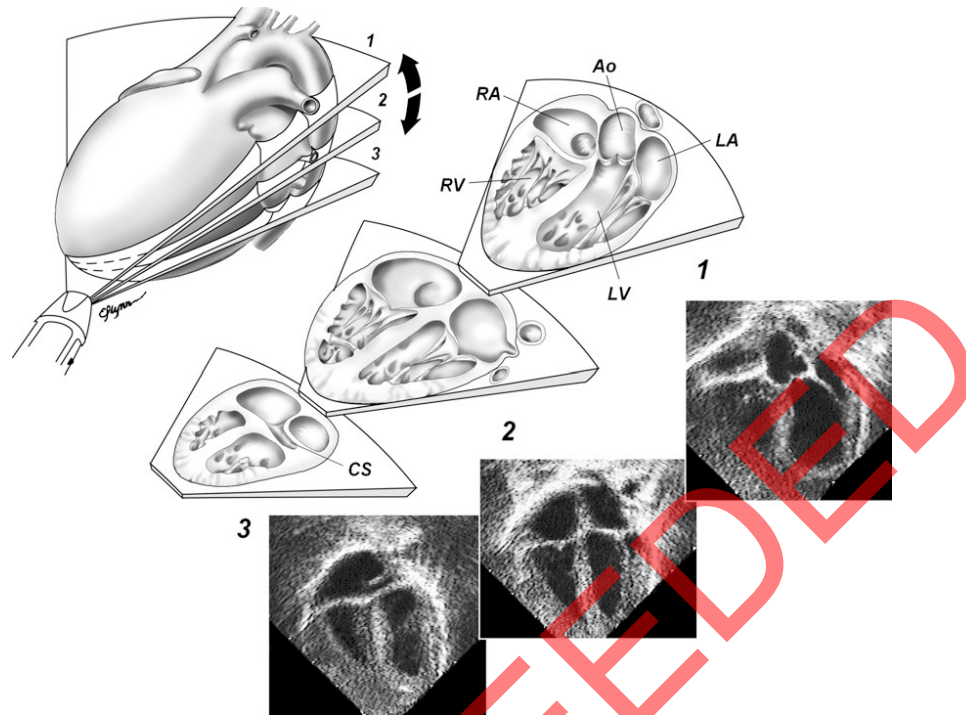


图3 心尖四腔切面系列显示心脏前上方至后下方扫查 1. 探头向前上方倾斜，可以显示左室(LV)流出道及升主动脉(Ao)近端 2. 心尖四腔切面显示二个心房，房室瓣和心室切面。3. 探头向后方倾斜，可以显示沿着后左房室沟的冠状窦(CS) (Reproduced with permission from: Geva T. Echocardiography and Doppler ultrasound. In: Garson A, Bricker JT, Fisher DJ, Neish SR, editors. The science and practice of pediatric cardiology. Baltimore: Williams and Wilkins; 1997, p. 789-843).

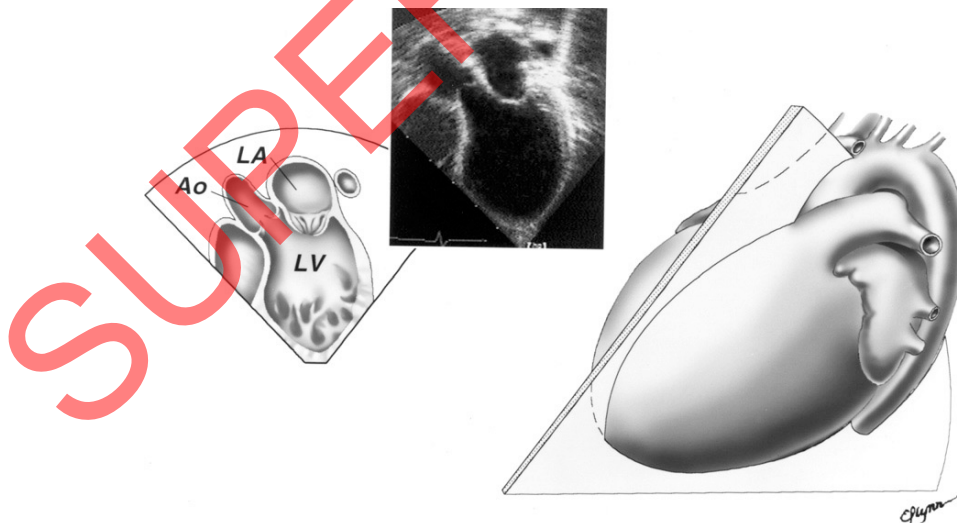


图4 由心尖四腔切面，将探头顺时针旋转至心尖长轴切面可以显示左房(LA)，左室(LV)流出道和升主动脉(Ao)近端 (Reproduced with permission from: Geva T. Echocardiography and Doppler ultrasound. In: Garson A, Bricker JT, Fisher DJ, Neish SR, editors. The science and practice of pediatric cardiology. Baltimore: Williams and Wilkins; 1997, p. 789-843).

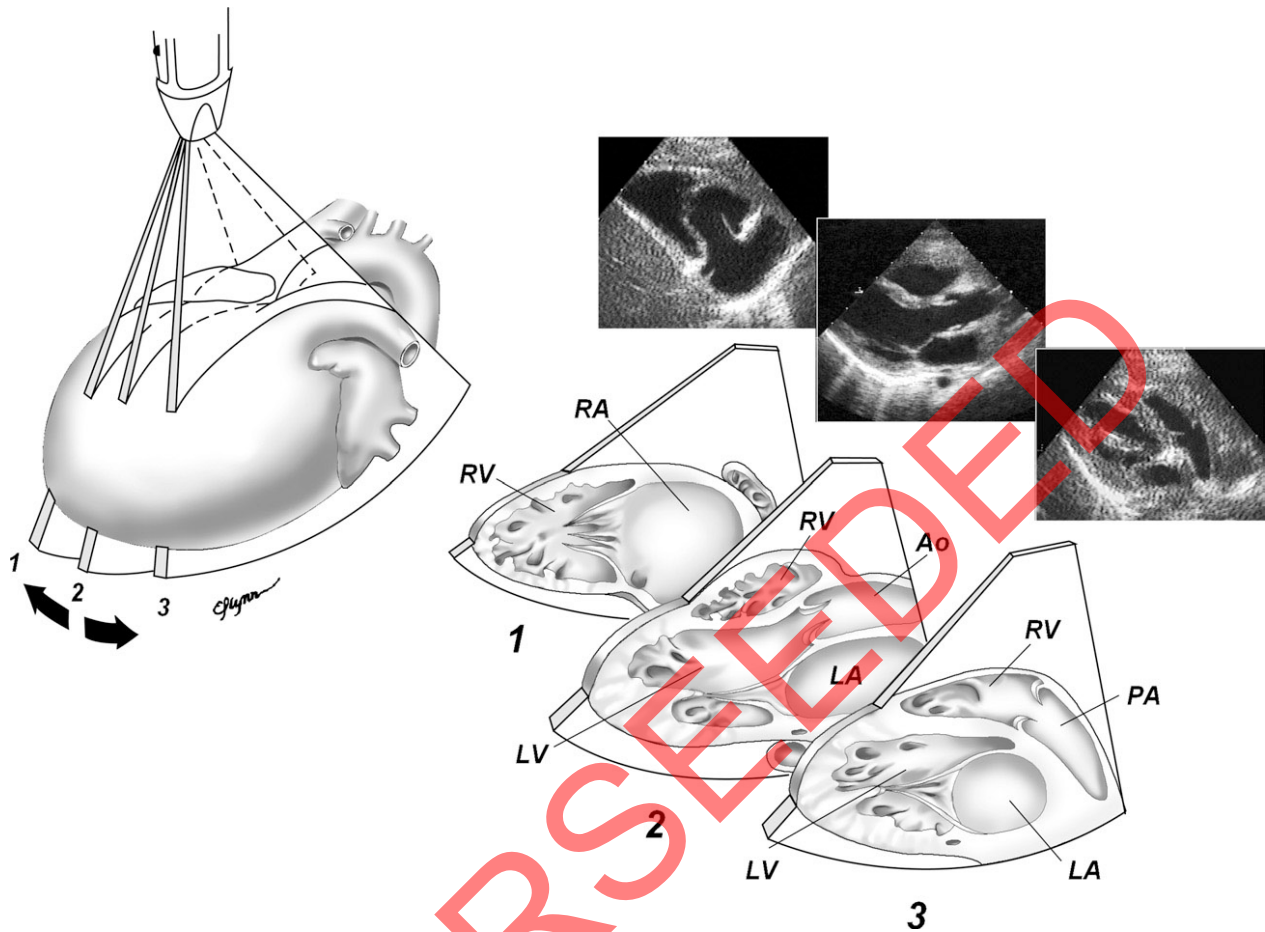


图5 胸骨左缘长轴切面系列显示右下方至左上方扫查 1. 探头向右侧和下方倾斜, 朝向右髂部可以显示右房(RV), 三尖瓣和右室(RV)流出道。由这一切面可以由冠状窦追踪至RA。2. 胸骨旁长轴显示左房(LA), 左室(LV), 二尖瓣和主动脉瓣, RV和升Ao。3. 探头向左侧及上方倾斜朝向左肩可以显示RV流出道, 肺动脉瓣, 和主肺动脉(PA) (Reproduced with permission from: Geva T. Echocardiography and Doppler ultrasound. In: Garson A, Bricker JT, Fisher DJ, Neish SR, editors. The science and practice of pediatric cardiology. Baltimore: Williams and Wilkins; 1997, p. 789-843).

查左侧无名静脉左侧部分以排除左上腔静脉和肺静脉畸形引流。对于较小的患儿, 从胸骨上窝切面(“螃蟹”切面)的远场可以很好地显示右侧及左侧肺静脉连接于左房。探头向上方(头侧)倾斜, 显示主动脉弓分支方式。可以用头臂动脉第一分枝的相反方向或方位(sidedness)来确定主动脉弓的方位(sidedness)。正常主动脉弓的分支方式应当通过显示第一支头臂动脉正常分支记录下来。

从胸骨上窝声窗的冠状切面逆时针旋转探头可以获得左位主动脉弓的长轴(图 8)。进一

步逆时针旋转并向左侧倾斜常会显示左肺动脉的最佳切面。

胸骨右缘切面

胸骨右缘的矢状平行切面可以很好的显示房间隔的右侧部分^[41]。可以在胸骨右缘声窗的上方(图 9)或下方进行探查, 病人取右侧卧位常会有所帮助。从这一声窗, 房间隔走行与声束平面垂直, 所以较少出现回声失落的假象。由右侧上方胸骨旁声窗旋转探头至短轴(横)切面, 可以显示及应用彩色血流显像观察右上肺静脉、并且垂直地检查右肺动脉及其上叶分枝。

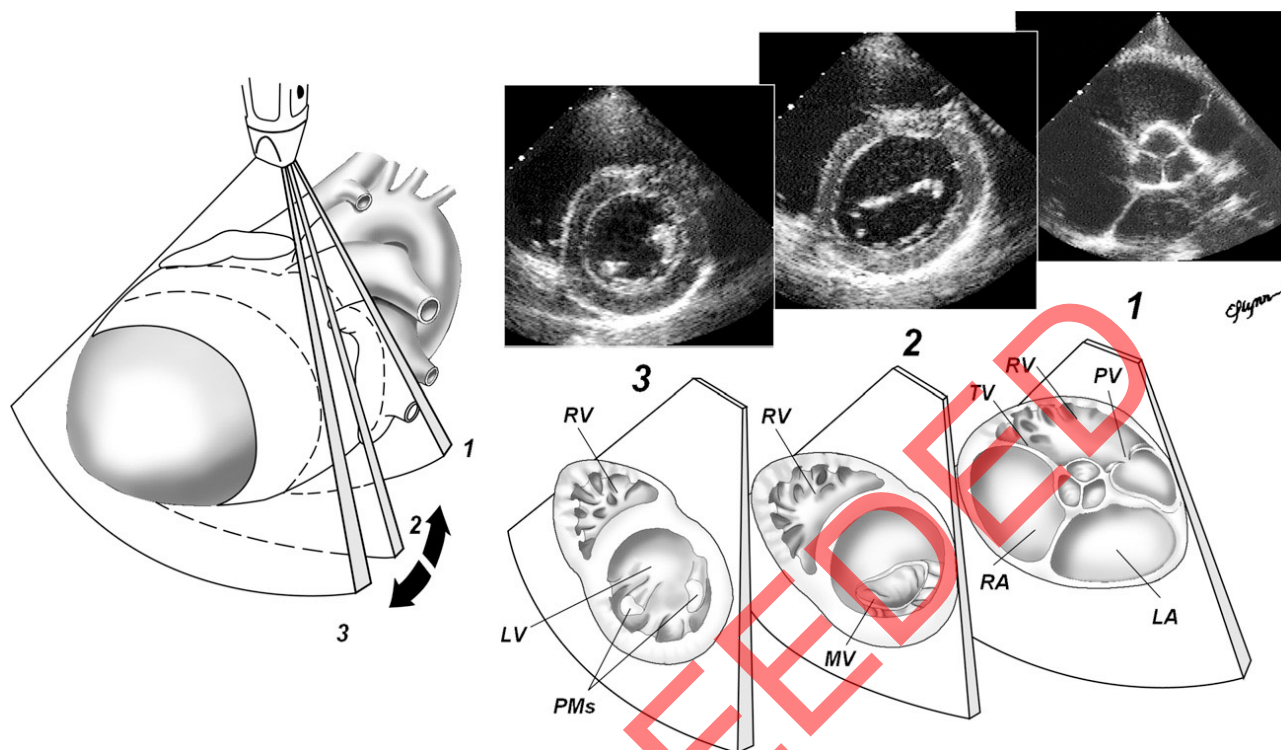


图6 胸骨旁短轴切面 1.由心底部开始扫查,可以显示左房(LA)和右房(RA)、房间隔、主动脉瓣、三尖瓣(TV),右室(RV)流出道,和肺动脉瓣。2.然后可以显示二尖瓣(MV)和RV的横切面。3.进一步向心尖倾斜可以显示LV乳头肌(PMs)和RV心尖 (Reproduced with permission from: Geva T. Echocardiography and Doppler ultrasound. In: Garson A, Bricker JT, Fisher DJ, Neish SR, editors. The science and practice of pediatric cardiology. Baltimore: Williams and Wilkins; 1997, p. 789-843).

如有指征,也可在胸骨右缘声窗用多普勒检查左心室流出道。

测量

测量心脏的结构和血流对小儿超声心动图的诠释至关重要。一个异常变小或增大的心脏结构可以对不引人注意的病变提供线索,并且还会对计划外科手术有重要的意义。轻度的梗阻只能由准确地测量血流速度做出诊断。一般来讲,建议把有关测量作为完整的小儿超声心动图的一部分。最近已经出版了超声心动图评价成人的瓣膜反流^[42]和定量测定心腔大小、心室质量和功能^[43]的指南。但是,儿科病人有关的测量依赖于他们心血管结构特异性而有变异。一个实验室的检查方案应该针对测量哪些指标和获得每个指标的实验室步骤作特别规定。下

面一节简要讨论小儿超声心动图建议的测量指标。有关这些测量指标的理论原则和操作技术方面的更详细的讨论,建议读者参阅其他资料^[43-50]。推荐的测量指标分为心血管结构、心室大小和功能,血流动力学和其他测量值。

心血管结构测量

如果要对心血管结构的测量标准化,就有必要评价身体的大小。许多心血管结构的正常数据已经存在^[44-50]。而且一般都用病人的身高和体重计算体表面积加以调整。瓣膜和血管的直径与体表面积的平方根有线性关系,然而瓣膜和血管的面积与体表面积相关^[18]。左心室容积与身体大小的关系适于一个的复杂的模型,可以随着生长与心率非线性递减来预测^[18]。二维超声测量已经取代M型成为大多数心脏结构测量的标准。至少应该充分获取所有结构的显

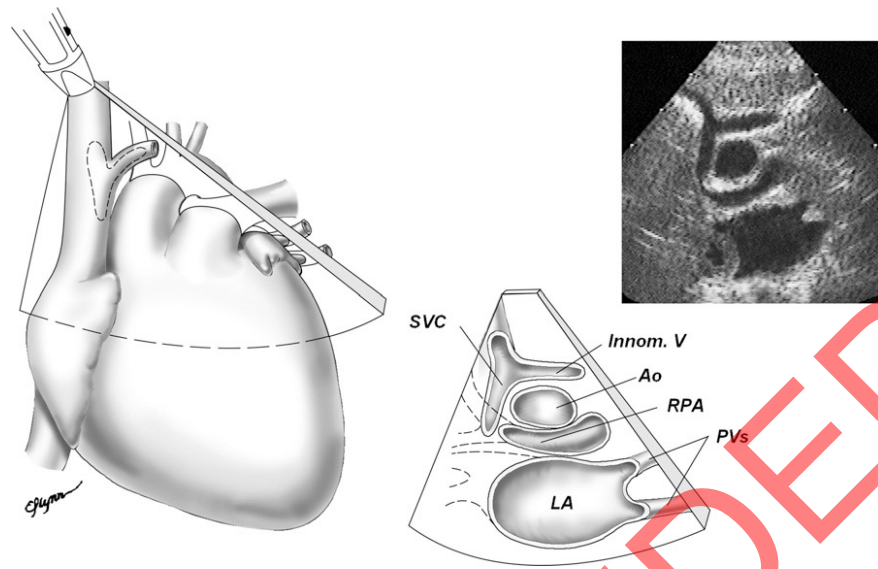


图7 胸骨上窝短轴切面 横切面显示左无名静脉(Innom V) 连接上腔静脉(SVC)。可以显示位于右肺动脉(RPA)之上的主动脉(Ao)远端的横切面。而整个右肺动脉走行于左房(LA)之上。请注意肺静脉(PVs)汇入左房(LA)。(Reproduced with permission from: Geva T. Echocardiography and Doppler ultrasound. In: Garson A, Bricker JT, Fisher DJ, Neish SR, editors. The science and practice of pediatric cardiology. Baltimore: Williams and Wilkins; 1997, p. 789-843).

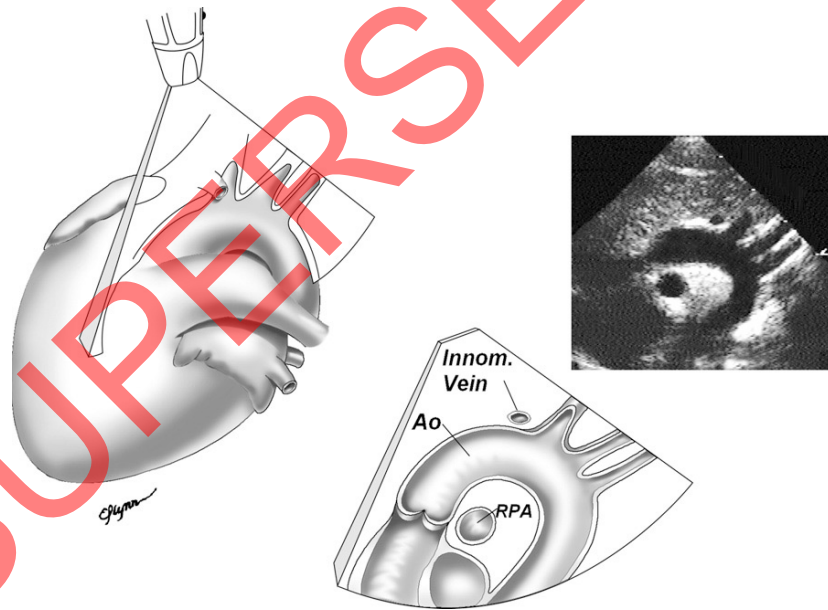


图8 胸骨上窝主动脉(Ao)弓(长轴)切面 左无名(Innom) 静脉位于无名动脉前方。同时可以显示右肺动脉(RPA)的横切面，位于升动脉后方。(Reproduced with permission from: Geva T. Echocardiography and Doppler ultrasound. In: Garson A, Bricker JT, Fisher DJ, Neish SR, editors. The science and practice of pediatric cardiology. Baltimore: Williams and Wilkins; 1997, p. 789-843).

像,以便在需要时可以从记录下来的图像进行测量。通常,流出道测量值应该由心室收缩期获得,而流入道测量值由心室舒张期获得。表 5 提

供了心血管结构的标准测量以及适宜的测量时相和推荐使用的切面。

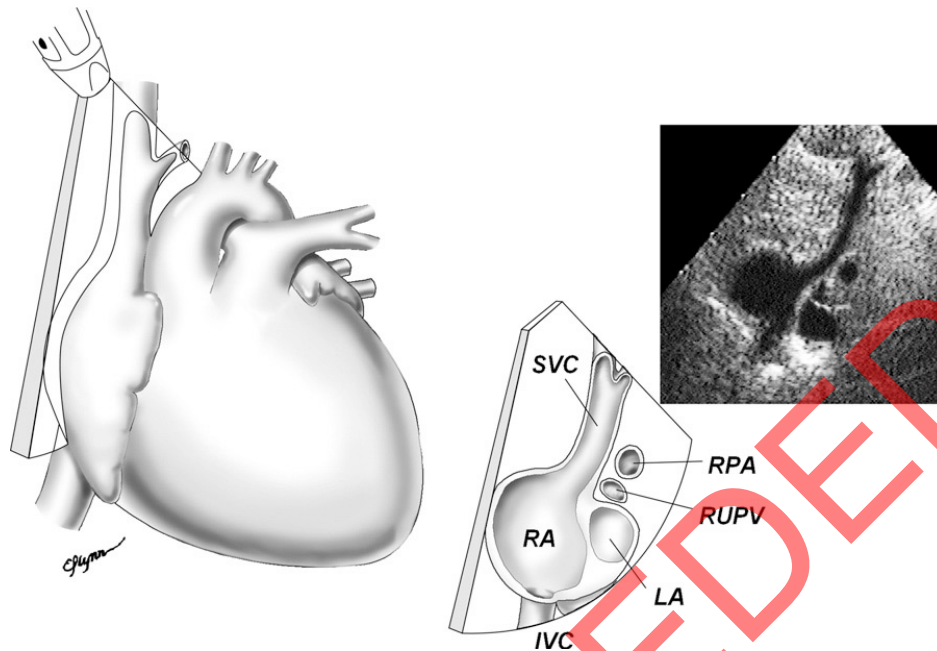


图 9 高位胸骨右缘切面 可以显示上腔静脉(SVC), 右房(RA)和左房(LA), 以及房间隔。右肺动脉(RPA)和右上肺静脉(RUPV)切面位于 SVC 后方。(Reproduced with permission from: Geva T. Echocardiography and Doppler ultrasound. In: Garson A, Bricker JT, Fisher DJ, Neish SR, editors. The science and practice of pediatric cardiology. Baltimore: Williams and Wilkins; 1997, p. 789-843).

个评价心室功能的技术都有其优缺点, 必须考虑和权衡以适用于每个病人的个体需要。

表 5 建议心血管结构测量值

测量值	时相	切面
三尖瓣环	舒张期	心尖四腔
肺动脉瓣环	收缩期	胸骨旁短轴/长轴切面
主肺动脉	收缩期	胸骨旁短轴/长轴切面
左/右肺动脉	收缩期	胸骨旁短轴/长轴切面
左房直径	舒张期	胸骨旁长轴
二尖瓣直径	舒张期	胸骨旁长轴/心尖四腔
主动脉瓣环	收缩期	胸骨旁长轴
主动脉根部	收缩期	胸骨旁长轴
升主动脉	收缩期	胸骨旁长轴
主动脉弓横部	收缩期	胸骨上窝
主动脉峡部	收缩期	胸骨上窝

心室大小和功能测量

评价心脏大小和功能是评估心脏状况的必不可少的部分。因此, 建议对心功能做客观的评价。M 型, 二维和多普勒方法可以用于评价心室功能。更新的技术设备, 如三维超声心动图, 组织多普勒显像, 应变和应变率的计算是目前正在研究之中、很有希望的新方法。每一

左室的大小和收缩功能 建议完整的超声检查应采用 M-型和/或二维显像测量左心室舒张期和收缩期的大小。胸骨旁短轴中部乳头肌水平是测量左心室腔大小和室壁厚度的优选部位。但是也可以利用剑下短轴切面。室间隔、左心室腔径和左心室后壁用于确定左心室大小和排除心室肥厚。左心室质量, 即可用若干方法来评估测的心室肌重量^[43], 可能有助于评价长期患有高血压和其它形式的左心室肥厚的病人。标准左心室收缩功能的 M-型评价方法是缩短分数, 它受负荷状况、左心室几何形状的改变, 及局部室壁运动异常的影响。然而, 基于 M-型的、相对非依赖于负荷的心肌性能的指标, 适用于系列评价有心功能减低的高危病人, 比如正在接受化疗的病人。通过心率矫正后的圆周纤维缩短速度是一项不依赖于前负荷并且与后负荷呈线性负相关的心肌收缩力的指标^[51]。二个较常用的评价左心室收缩功能二维的方法是双平面辛普森 (Simpson) 和面积-长度方法测量射血分数。双平面 Simpson 方法或称圆片叠加方法是基于从心尖四腔和二腔切面测量左

心室的舒张期和收缩期面积计算出体积。心尖长轴(三腔)切面可以替代二腔切面^[52,53]。面积-长度法是基于一个假设的几何形状从心尖四腔切面得来的心室长度和胸骨旁短轴乳头肌中部水平的面积得到心室的体积来计算的。两种方法均在各年龄段的儿童中得以验证^[54]。计算左心室室壁应力-速度指数已证实为比射血分数更准确的评价心肌功能和储备的方法。因为它在评估过程中结合并且说明了心室后负荷。它可能适用于有显著的收缩功能不全或其他复杂的临床情况的某些病人^[55-57]。

右心室大小和收缩功能 由于其复杂的几何形状，右心室很难应用短轴进行准确评价，并且评估病人经常是无益的。虽然已经提出了右心室和右心室流出道定量评价的建议^[43]，但是还没有在儿童中完全验证。因为右心室的不规则的几何形状，还没有通用的缩短或射血分数的二维方法。以上提到的新方法(三维超声心动图、组织多普勒显像、应变与应变率的计算)不需做几何形状的假设，作为评价右心室的方法值得进一步研究。

舒张功能 随着我们对舒张期力学及其对整个心脏状态的影响有了更多的认识，心室舒张功能的测量在评估心脏动力学中起到越来越重要的作用。在疾病情况下，心室舒张功能不全经常早于收缩功能不全。传统的测量值包括多普勒左心室充盈和肺静脉血流指数(表 6)^[58]。其他评价舒张功能的测量指标的价值，包括室间隔和心室侧壁的多普勒组织显像，流入血流传播，等容舒张时间，Tei 指数正在研究中^[59,60]。

血流动力学测量

测量流经所有心脏瓣膜的血流应该是完整的小儿超声心动图检查的组成部分。至少，应该记录多普勒血流频谱的图像，以便能够测量所有通过心脏瓣膜和大血管的压力梯度。表 6 列举了一个完整的检查方案应该考虑包括的多普勒测量值。如果有血流梗阻的证据存在，应该更全面地测量心脏血管的径线(瓣膜下、瓣膜、瓣膜上、血管或这些水平的组合)和血流梯度。要正确地评估心内和血管内的压力，必须测量有代表性的血压。对有些病人，如果有生理变化或者做某个特殊测量的时候需要准确的比较

表 6 多普勒测量值*

结构	测量值
三尖瓣	E 峰速度、A 峰速度，减速时间，等容舒张时间，平均梯度，反流束速度
右室流出道	峰值梯度，平均梯度，速度时间积分
肺动脉瓣	峰值梯度，平均梯度，反流束速度，速度时间积分
肺动脉分支	峰值梯度，平均梯度，速度时间积分
二尖瓣	E 峰速度、A 峰速度，减速时间，等容舒张时间，平均梯度
左室流出道	峰值梯度，平均梯度，速度时间积分
主动脉瓣	峰值梯度，平均梯度，速度时间积分，压力减半时间
主动脉弓	峰值梯度，平均梯度，速度时间积分

*一个完整的检查方案应该考虑包括记录足以测量以上测量值的图像。本表并未试图作为一个建议多普勒测量值的综合表

时，也许需要进行适当的重复测量。对先天性心脏病病人，估测右心室和肺动脉压力，并且记录这些估测值与体循环血压的关系尤其重要。

其他及与病理有关的测量

有些测量值适用于某些患有特殊疾病的病人。比如，马凡氏 (Marfan) 综合症的病人，应该在多个水平测量主动脉。患有室间隔缺损的病人，需要评价缺损的大小和血流速度作为评估这些病人的一部分。同样，对于主动脉瓣关闭不全和主肺动脉交通的病人，评价降主动脉的血流是重要的。然而，这些测量的范围和变异超出了本指南的范围。

报告

非超声心动图人员包括外科医生，儿科医生，麻醉科医生和其他医疗工作人员常常应用小儿超声心动图得来的信息。清楚和有说服力地传递超声心动图的发现是重要的。应该避免缩写。但如果应用时，不应该造成误解。表 7 列举了小儿超声心动图报告至少应该包括的成份。应该列举基本的识别资料。需要有一个有关检查指征的说明。报告的观察部分可以有各种不同的格式，但应该包括以下信息：

- 1) 结构的观察，
- 2) 心血管结构的测量，和
- 3) 多普勒超声心动图资料。应该列举阳性

表 7 小儿超声心动图报告基本成份

病人识别资料
姓名
出生日期
病例识别号
检查日期
检查地点
转诊医生
镇静
小儿超声心动图检查指证
超声技师/医生
观察发现部分
结构/解剖特征
定量资料
多普勒(血流动力学) 观察发现
结论部分

发现和有关的阴性发现。

心血管解剖和结构的有关信息可以用节段方法(segmental approach)来表达。除了报告绝对值以外,报告与年龄和大小相关的定量测量值的正常范围(例如 Z-评分值(Z-Score))是有益的^[61-62]。应该提供与房室瓣,半月瓣,和任何分流部位的多普勒信息。应当将定量的多普勒信息,比如速度资料,血流频谱的形态,彩色射流的大小,以及合适的情况下,关闭不全和狭窄的半定量估测,包括在报告中。应该在报告中特别指明任何可能影响到超声心动图检查的诊断准确性的技术或其它局限。举例包括声窗不满意,心率的限制,和检查时病人的过度活动。

每一个超声心动图检查应该出一份标准化的小儿超声心动图报告。最后的报告可以是电子报告,可以选择纸张打印版本。适宜的工作人员应该很容易取得报告,并且任何时间都便于查阅。应该可以检索所有报告,并可以用于前后比较。

新方法

最近出现的超声心动图方法,比如多普勒组织速度显像,包括应变和应变率,彩色 M-型评价房室瓣流入血流和实时三维超声心动图预示着不远的未来将大有希望^[63-90]。从应用这些技术获得的定量方法会提供一个应用超声心动图

评估心肌和瓣膜功能的新范例。其它技术创新,例如手持式超声心动图机,会扩大小儿超声心动图的适用性^[91-93]。这个文件没有寻求建立这些新方法的标准。

结论

小儿超声心动图是一种独特的超声检查,它与成人的常规超声心动图有重要区别。需要标准化的方法,特殊的技能和知识来做适当的检查和诠释。这个文件概述了小儿超声心动图的指征,详述了它独特之处和必需成分,并且制定了操作,诠释和报告这项重要检查的标准。

参考文献

1. Henry WL, DeMaria A, Gramiak R, et al. Report of the American Society of Echocardiography committee on nomenclature and standards in two-dimensional echocardiography. *Circulation* 1980;62:212-5.
2. Rychik J, Ayres N, Cunico B, et al. American Society of Echocardiography guidelines and standards for performance of the fetal echocardiogram. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17: 803-10.
3. Ayres N, Miller-Hance W, Fyfe DA, et al. Indications and guidelines for performance of transesophageal echocardiography in the patient with acquired or congenital heart disease. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:91-8.
4. Shanewise J, Cheung A, Aronson S, et al. ASE/SCA guidelines for performing a comprehensive intraoperative multiplane transesophageal echocardiography examination: recommendations of the American Society of Echocardiography council for intraoperative echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists task force for certification in perioperative transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:884-900.
5. Armstrong W, Pellikka P, Ryan T, Crouse L, Zoghbi WA. Stress echocardiography: recommendations for performance and interpretation of stress echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1998;11:97-104.
6. Douglas P, Foster E, Gorcsan J III, et al. ACC/AHA clinical competence statement on echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:687-708.
7. Meyer R, Hagler D, Huhta J, et al. Guidelines for physician training in fetal echocardiography: recommendations of the Society of Pediatric Echocardiography committee on physician training. *J Am Soc Echocardiogr* 1990;3:1-3.
8. Meyer R, Hagler D, Huhta J, Smallhorn J, Snider R, Williams R. Guidelines for physician training in pediatric echocardiography: recommendations of the Society of Pediatric Echocardiography committee

- On physician training. *Am J Cardiol* 1987;60:164-5.
9. Fourn J, Robertson M, Sandor G. Standards for training in pediatric echocardiography: Canadian Cardiovascular Society. *Can J Cardiol* 1998;14:899-901.
 10. Waggoner A, Ehler D, Adams D, et al. Guidelines for the cardiac sonographer in the performance of contrast echocardiography: recommendations of the American Society of Echocardiography council on cardiac sonography. *J Am Soc Echocardiogr* 2001;14:417-20.
 11. Thys DM, Abel M, Bollen BA, et al. Practice guidelines for perioperative transesophageal echocardiography: a report by the American Society of Anesthesiologists and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists task force on transesophageal echocardiography. *Anesthesiology* 1996;84:986-1006.
 12. Stewart W, Douglas P, Sagar K, et al. Echocardiography in emergency medicine: a policy statement by the American Society of Echocardiography and the American College of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:82-4.
 13. ICAEL online: how to apply the standards for echocardiography laboratories. From the intersocietal commission for the accreditation of echocardiography laboratories. Columbia, MD: 2002. Available from: [URL:http://www.intersocietal.org/icael/apply/standards.htm](http://www.intersocietal.org/icael/apply/standards.htm). Accessed April 2002.
 14. Cheitlin MD, Alpert JS, Armstrong WF, et al. ACC/AHA guidelines for the clinical application of echocardiography: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines (committee on clinical application of echocardiography). *Circulation* 1997;95:1687-744.
 15. Gutgesell HP, Rembold CM. Growth of the human heart relative to body surface area. *Am J Cardiol* 1990;65:662-8.
 16. Geva T, Ayres NA, Pac FA, Pignatelli R. Quantitative morphometric analysis of progressive infundibular obstruction in tetralogy of Fallot: a prospective longitudinal echocardiographic study. *Circulation* 1995;92:886-92.
 17. McElhinney DB, Yang SG, Hogarty AN, et al. Recurrent arch obstruction after repair of isolated coarctation of the aorta in neonates and young infants: is low weight a risk factor? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;122:883-90.
 18. Shluysmans T, Colan SD. Theoretical and empirical derivation of cardiovascular allometric relationships in children. *J Appl Physiol* 2005;99:445-57.
 19. Falkner B, Daniels SR. Summary of the fourth report on the diagnosis, evaluation and treatment of high blood pressure in children and adolescent. *Hypertension* 2004;44:387-8.
 20. American Academy of Pediatrics: Committee on Drugs Guidelines for monitoring and management of pediatric patients during and after sedation for diagnosis and therapeutic procedures. *Pediatrics* 1992;89:1110-5.
 21. American Academy of Pediatrics: Committee on Drugs. Guidelines for monitoring and management of pediatric patients during and after sedation for diagnosis and therapeutic procedures: addendum. *Pediatrics* 2002;110:836-8.
 22. Mertens L, Helbing W, Sieverding L, Daniela O, on behalf of the Working Group on Cardiac Imaging of the Association for European Paediatric Cardiology. Standards for training in paediatric echocardiography. *Cardiol Young* 2005;15:441-2.
 23. Cheitlin MD, Armstrong WF, Aurigemma GP, et al. ACC/AHA/ASE 2003 guideline update for the clinical application of echocardiography: summary article; a report of the ACC/AHA task force on practice guidelines (ACC/AHA/ASE committee to update the 1997 guidelines for the clinical application of echocardiography). *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:1091-110.
 24. Quinones MA, Douglas PS, Foster E, et al. ACC/AHA clinical competence statement on echocardiography: a report of the ACC/AHA/ACP-ASIM task force on clinical competence. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:379-402.
 25. Sanders SP, Colan SD, Cordes TM, et al. ACC/AHA/AAP recommendations for training in pediatric cardiology Task force 2: pediatric training guidelines for noninvasive cardiac imaging endorsed by the American Society of Echocardiology and the Society of Pediatric Echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:1384-8.
 26. Bierig SM, Ehler D, Knoll ML, Waggoner AD. ASE minimum standards for the cardiac sonographer: a position paper. *J Am Soc Echocardiogr* 2006;19:471-4.
 27. Thomas JD, Adams DB, DeVries S, et al. Guidelines and recommendations for digital echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:287-97.
 28. Frommelt PC, Whitstone EN, Frommelt MA. Experience with a DICOM-compatible digital pediatric echocardiography laboratory. *Pediatr Cardiol* 2002;23:53-7.
 29. Mathewson JW, Dyar D, Jones FD, Sklansky MS, Perry JC, Michelfelder EC, et al. Conversion to digital technology improves efficiency in the pediatric echocardiography laboratory. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:1515-22.
 30. Van Praagh R. Diagnosis of complex congenital heart disease: morphologic-anatomic method and terminology. *Cardiovas Intervent Radiol* 1984;7:115-20.
 31. Anderson RH, Becker AE, Freedom RM, et al. Sequential segmental analysis of congenital heart disease. *Pediatr Cardiol* 1984;5:281-7.
 32. Henry WL, DeMaria A, Gramiak R, et al. Report of the American Society of Echocardiography committee on nomenclature and standards in two-dimensional echocardiography. *Circulation* 1980;62:212-7.
 33. Bierman FZ, Williams RG. Subxiphoid two-dimensional imaging of the interatrial septum in

- infants and neonates with congenital heart disease. *Circulation* 1979;60:80-90.
34. Lange LW, Sahn DJ, Allen HD, Goldberg SJ. Subxiphoid cross-sectional echocardiography in infants and children with congenital heart disease. *Circulation* 1979;59:513-24.
 35. Silverman NH, Schiller NB. Apex echocardiography: a twodimensional technique for evaluation of congenital heart disease. *Circulation* 1978;57:502-11.
 36. Tanaka M, Neyazaki T, Kosaka S, et al. Ultrasonic evaluation of anatomical abnormalities of heart in congenital and acquired heart diseases. *Br Heart J* 1971;33:686-98.
 37. Tajik AJ, Seward JB, Hagler DJ, Mair DD, Lie JT. Twodimensional real-time ultrasonic imaging of the heart and great vessels: technique, image orientation, structure identification and validation. *Mayo Clin Proc* 1978;53:271-303.
 38. Allen HD, Goldberg SJ, Sahn DJ, Ovitt TW, Goldberg BB. Suprasternal notch echocardiography: assessment of its clinical utility in pediatric cardiology. *Circulation* 1977;55:605-12.
 39. Sahn DJ, Allen HD, McDonald G, Goldberg SJ. Real-time cross-sectional echocardiographic diagnosis of coarctation of the aorta: a prospective study of echocardiographic-angiographic correlations. *Circulation* 1977;56:762-9.
 40. Snider AR, Silverman NH. Suprasternal notch echocardiography: a two-dimensional technique for evaluating congenital heart disease. *Circulation* 1981;63:165-73.
 41. McDonald RW, Rice MJ, Reller MD, Marcella CP, Sahn DJ. Echocardiographic imaging techniques with subcostal and right parasternal longitudinal views in detecting sinus venosus atrial septal defects. *J Am Soc Echocardiogr* 1996;9:195-8.
 42. Zoghbi WA, Enriquez-Sarano M, Foster E, Grayburn PA, Kraft CD, Levine RA, et al; American Society of Echocardiography. Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:777-802.
 43. 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. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:1440-63.
 44. Akiba T, Yoshikawa M, Otaki S, et al. Echocardiographic measurements of left ventricle in normal infants and children. *Tohoku J Exp Med* 1986;149:31-7.
 45. Daubeney PEF, Blackstone EH, Weintraub RG, et al. Relationship of the dimension of cardiac structures to body size: an echocardiographic study in normal infants and children. *Cardiol Young* 1999;9:402-10.
 46. King DH, Smith EO, Huhta JC, Gutgesell HP. Mitral and tricuspid valve annular diameter in normal children determined by two-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* 1985;55:787-9.
 47. Nidorf SM, Picard MH, Triulzi MO, et al. New perspectives in the assessment of cardiac chamber dimensions during development and adulthood. *J Am Coll Cardiol* 1992;19:983-8.
 48. Snider AR, Enderlein MA, Teitel DF, Juster RP. Two-dimensional echocardiographic determination of aortic and pulmonary artery sizes from infancy to adulthood in normal subjects. *Am J Cardiol* 1984;53:218-24.
 49. Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A. Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 1978;58:1072-83.
 50. Methods for obtaining quantitative information from the echocardiographic examination. In: Snider AR, Serwer GA, Ritter SB, editors. *Echocardiography in pediatric heart disease*. 2nd ed. St Louis: Mosby; 1997. p. 133-234.
 51. Colan SD, Borow KM, Neumann A. Left ventricular endsystolic wall stress-velocity of fiber shortening relation: a loadindependent index of myocardial contractility. *J Am Coll Cardiol* 1984;4:715-24.
 52. Nosir YF, Vletter WB, Boersma E, et al. The apical long-axis rather than the two-chamber view should be used in combination with the four-chamber view for accurate assessment of left ventricular volumes and function. *Eur Heart J* 1997;18:1175-85.
 53. Malm S, Sagberg E, Larsson H, Skjaerpe T. Choosing apical long-axis instead of two-chamber view gives more accurate biplane echocardiographic measurements of left ventricular ejection fraction: a comparison with magnetic resonance imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:1044-50.
 54. Silverman NH, Schiller NB. Cross sectional echocardiographic assessment of cardiac chamber size and ejection fraction in children. *Ultrasound Med Biol* 1984;10:757-69.
 55. Colan SD, Sanders SP, Ingelfinger JR, Harmon W. Left ventricular mechanics and contractile state in children and young adults with end-stage renal disease: effect of dialysis and renal transplantation. *J Am Coll Cardiol* 1987;10:1085-94.
 56. Borow KM, Colan SD, Neumann A. Altered left ventricular mechanics in patients with valvular aortic stenosis and coarctation of the aorta: effects on systolic performance and late outcome. *Circulation* 1985;72:515-22.
 57. Lipshultz SE, Colan SD, Gelber RD, Perez-Atayde AR, Sallan SE, Sanders SP. Late cardiac effects of doxorubicin therapy for acute lymphoblastic leukemia in childhood. *N Engl J Med* 1991;324:808-15.
 58. Appleton CP, Jensen JL, Hatle LK, Oh JK. Doppler evaluation of left and right ventricular diastolic function: a technical guide for obtaining optimal flow velocity recordings. *J Am Soc Echocardiogr* 1997;10:271-92.
 59. Khouri SJ, Maly GT, Suh DD, Walsh TE. A practical approach to the echocardiographic evaluation of diastolic function. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:290-7.

60. Zhang H, Otsuji Y, Matsukida K, et al. Noninvasive differentiation of normal from pseudonormal/restrictive mitral flow using Tei index combining systolic and diastolic function. *Circ J* 2002;66:831-6.
61. Fisher SD, Easley KA, Orav EJ, Colan SD, Kaplan S, Starc TJ, et al. Mild dilated cardiomyopathy and increased left ventricular mass predict mortality: the prospective P2C2 HIV multicenter study. *Am Heart J* 2005;150:439-47.
62. Daubeney PE, Blackstone EH, Weintraub RG, Slavik Z, Scanlon J, Webber SA. Relationship of the dimension of cardiac structures to body size: an echocardiographic study in normal infants and children. *Cardiol Young* 1999;9:402-10.
63. Koliass TJ, Aaronson KD, Armstrong WF. Doppler-derived dP/dt and \dot{V} predict survival in congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:1594-9.
64. Michelfelder EC, Vermilion RP, Ludomirsky A, Beekman RH, Lloyd TR. Comparison of simultaneous Doppler- and catheter-derived right ventricular dP/dt in hypoplastic left heart syndrome. *Am J Cardiol* 1996;77:212-4.
65. Bruch C, Gotzmann M, Stypmann J, et al. Electrocardiography and Doppler echocardiography for risk stratification in patients with chronic heart failure: incremental prognostic value of QRS duration and a restrictive mitral filling pattern. *J Am Coll Cardiol* 2005;45:1072-5.
66. Schwammenthal E, Popescu BA, Popescu AC, et al. Association of left ventricular filling parameters assessed by pulsed wave Doppler and color M-mode Doppler echocardiography with left ventricular pathology, pulmonary congestion, and left ventricular end-diastolic pressure. *Am J Cardiol* 2004;94:488-91.
67. Dokainish H, Zoghbi WA, Lakkis NM, et al. Incremental predictive power of B-type natriuretic peptide and tissue Doppler echocardiography in the prognosis of patients with congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2005;45:1223-6.
68. Gomez CA, Ludomirsky A, Ensing GJ, Rocchini AP. Effect of acute changes in load on left ventricular diastolic function. *Journal of the American Society of Echocardiography* Volume 19, Number 12, December 2004, pp 1429-1434. doi:10.1016/j.echo.2004.10.011.
69. McMahon CJ, Nagueh SF, Eapen RS, et al. Echocardiographic predictors of adverse clinical events in children with dilated cardiomyopathy: a prospective clinical study. *Heart* 2004;90:908-15.
70. McMahon CJ, Nagueh SF, Pignatelli RH, et al. Characterization of left ventricular diastolic function by tissue Doppler imaging and clinical status in children with hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation* 2004;109:1756-62.
71. Dini FL, Michelassi C, Micheli G, Rovai D. Prognostic value of pulmonary venous flow Doppler signal in left ventricular dysfunction: contribution of the difference in duration of pulmonary venous and mitral flow at atrial contraction. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:1295-302.
72. Troughton RW, Prior DL, Pereira JJ, et al. Plasma B-type natriuretic peptide levels in systolic heart failure: importance of left ventricular diastolic function and right ventricular systolic function. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:416-22.
73. Wang M, Yip GW, Wang AY, et al. Peak early diastolic mitral annulus velocity by tissue Doppler imaging adds independent and incremental prognostic value. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:820-6.
74. Harada K, Tamura M, Toyono M, Yasuoka K. Comparison of the right ventricular Tei index by tissue Doppler imaging to that obtained by pulsed Doppler in children without heart disease. *Am J Cardiol* 2002;90:566-9.
75. Nishimura R, Tajik A. Evaluation of diastolic filling of left ventricle in health and disease: Doppler echocardiography is the clinician's Rosetta stone. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:8-18.
76. Larrazet F, Bouabdallah K, Le Bret E, Vouhe P, Veyrat C, Laborde F. Tissue Doppler echocardiographic and color M-mode estimation of left atrial pressure in infants. *Pediatr Crit Care Med* 2005;6:448-53.
77. Mertens L. Noninvasive assessment of filling pressures in the pediatric intensive care unit: is it possible? *Pediatr Crit Care Med* 2005;6:496-7.
78. Gutierrez-Chico JL, Zamorano JL, Perez de Isla L, et al. Comparison of left ventricular volumes and ejection fractions measured by three-dimensional echocardiography versus by two-dimensional echocardiography and cardiac magnetic resonance in patients with various cardiomyopathies. *Am J Cardiol* 2005;95:809-13.
79. Bu L, Munns S, Zhang H, et al. Rapid full volume data acquisition by real-time 3-dimensional echocardiography for assessment of left ventricular indexes in children: a validation study compared with magnetic resonance imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:299-305.
80. Jenkins C, Bricknell K, Hanekom L, Marwick TH. Reproducibility and accuracy of echocardiographic measurements of left ventricular parameters using real-time three-dimensional echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:878-86.
81. Zeidan Z, Erbel R, Barkhausen J, Hunold P, Bartel T, Buck T. Analysis of global systolic and diastolic left ventricular performance using volume-time curves by real-time three-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:29-37.
82. Kuhl HP, Schreckenber M, Rulands D, et al. High-resolution transthoracic real-time three-dimensional echocardiography: quantitation of cardiac volumes and function using semiautomatic border detection and comparison with cardiac magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol* 2004;43: 2083-90.
83. Fei HW, Wang XF, Xie MX, et al. Validation of real-time three-dimensional echocardiography for quantifying left and right ventricular volumes: an experimental study. *Chin Med J (Engl)* 2004;117:695-9.

84. Sheehan FH, Bolson JA, McDonald JA. Applications of threedimensional echocardiography beyond the left ventricle: other chambers and structural detail. *Comput Cardiol* 2000;27:119-222.
85. Lange A, Palka P, Donnelly J, Burstow D. Quantification of mitral regurgitation orifice area by 3-dimensional echocardiography: comparison with effective regurgitant orifice area by PISA method and proximal regurgitant jet diameter. *Int J Cardiol* 2002;86:87-98.
86. Heusch A, Rubo J, Krogmann ON, Bourgeois M. Volumetric analysis of the right ventricle in children with congenital heart defects: comparison of biplane angiography and transthoracic 3-dimensional echocardiography. *Cardiol Young* 1999;9:577-84.
87. Hubka M, Mantei K, Bolson E, Coady K, Sheehan F. Measurement of right ventricular mass and volume by threedimensional echocardiography by freehand scanning. *Comput Cardiol* 2000;27:703-6.
88. Sitges M, Jones M, Shiota T, et al. Real-time three-dimensional color Doppler evaluation of the flow convergence zone for quantification of mitral regurgitation: validation experimental animal study and initial clinical experience. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:38-45.
89. Pemberton J, Li X, Karamlou T, et al. The use of live threedimensional Doppler echocardiography in the measurement of cardiac output: an in vivo animal study. *J Am Coll Cardiol* 2005;45:433-8.
90. Li X, Ashraf M, Thiele K, et al. A novel method for the assessment of the accuracy of computing laminar flow stroke volumes using a real-time 3D ultrasound system: in vitro studies. *Eur J Echocardiogr* 2005;6:396-404.
91. Scholten C, Rosenhek R, Binder T, Zehetgruber M, Maurer G, Baumgartner H. Hand-held miniaturized cardiac ultrasound instruments for rapid and effective bedside diagnosis and patient screening. *J Eval Clin Pract* 2005;11:67-72.
92. Gorcsan J. Utility of hand-carried ultrasound for consultative cardiology. *Echocardiography* 2003;20:463-9.
93. Xie T, Chamoun AJ, McCulloch M, Tsiouris N, Birnbaum Y, Ahmad M. Rapid screening of cardiac patients with a miniaturized hand-held ultrasound imager-comparisons with physical examination and conventional two-dimensional echocardiography. *Clin Cardiol* 2004;27:241-5.

承担任何责任。你所使用本报告中的信息，既不是 ASE 为你提供的医疗建议，也不是 ASE 与你或其他人之间建立的医生-病人的关系。

通告和免责声明

本报告为 ASE 惠赠的参考文献。本报告仅含推荐内容，不可作为医学实践的唯一基准，也不可作为处分员工的依据。本报告所涉及陈述和建议主要根据专家的观点，而不是根据科学验证的数据。ASE 并未表达或暗示保证本文件内容的完整性和准确性，包括对可适售性，或对任何特殊用途之适合性的保证。对你或其他方根据本报告作出的决定或采取的行动，ASE 对你，你的病人或任何第三方，无论何种原因，概不