

三维超声在产前诊断中的应用

3D ULTRASOUND IN PRENATAL DIAGNOSIS

A PRACTICAL APPROACH

原著 *Rabih Chaoui*
Kai-Sven Heling

主译 谢红宁



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

三维超声在产前诊断中的应用

3D ULTRASOUND IN PRENATAL DIAGNOSIS

A PRACTICAL APPROACH

原著 *Rabih Chaoui*
Kai-Sven Heling

主译 谢红宁 (中山大学附属第一医院)

译者 谢红宁 周 敏 曹海英

人民卫生出版社

Chaoui, Rabih/Heling, Kai-Sven: 3D Ultrasound in Prenatal Diagnosis

© Walter de Gruyter GmbH Berlin Boston. All rights reserved.

This work may not be translated or copied in whole or part without the written permission of the publisher (Walter De Gruyter GmbH, Genthiner Straße 13, 10785 Berlin, Germany).

敬告

本书的作者、译者及出版者已尽力使书中的知识符合出版当时普遍接受的标准。但医学在不断地发展,随着科学研究的不断探索,各种诊断分析程序和临床治疗方案以及药物使用方法都在不断更新。强烈建议读者在使用本书涉及的诊疗仪器或药物时,认真研读使用说明,尤其对于新的产品更应如此。出版者拒绝对因参照本书任何内容而直接或间接导致事故与损失负责。

需要特别声明的是,本书中提及的一些产品名称(包括注册的专利产品)仅仅是叙述的需要,并不代表作者推荐或倾向于使用这些产品;而对于那些未提及的产品,也仅仅是因为限于篇幅不能一一列举。

本着忠实于原著的精神,译者在翻译时尽量不对原著内容做删节。然而由于作者所在国与我国的国情不同,因此一些问题的处理原则与方法,尤其是涉及宗教信仰、民族政策、伦理道德或法律法规时,仅供读者了解,不能作为法律依据。读者在遇到实际问题时应根据国内相关法律法规和医疗标准进行适当处理。

图书在版编目(CIP)数据

三维超声在产前诊断中的应用/(德)拉比·沙维
(Rabih Chaoui)原著;谢红宁主译. —北京:人民卫生
出版社,2018

ISBN 978-7-117-26362-7

I. ①三… II. ①拉…②谢… III. ①妊娠诊断-
超声波诊断 IV. ①R714.15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 068422 号

人卫智网	www.ipmph.com	医学教育、学术、考试、健康, 购书智慧智能综合服务平台
人卫官网	www.pmph.com	人卫官方资讯发布平台

版权所有,侵权必究!

图字:01-2018-0630

三维超声在产前诊断中的应用

主 译:谢红宁

出版发行:人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址:北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编:100021

E-mail: pmph @ pmph.com

购书热线:010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷:中国农业出版社印刷厂

经 销:新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:16

字 数:399 千字

版 次:2018 年 5 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 版第 2 次印刷

标准书号:ISBN 978-7-117-26362-7/R · 26363

定 价:188.00 元

打击盗版举报电话:010-59787491 E-mail: WQ @ pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

中文版序

当得知 *3D Ultrasound in Prenatal Diagnosis* 一书将被翻译成中文,我们感到非常高兴。我们相信您手中的这本书定不负所望,能够让您获取所需要的信息以帮助您提高三维超声技能。

有趣的是,三维超声被应用到产前超声诊断的初衷并不是作为诊断工具,而是用于婴儿电视节目里展示婴儿脸部的漂亮图像以及加强父母与胎儿的情感纽带。然而,人们很快就认识到它对正常和异常胎儿器官成像具有很大的潜力,这就是现在大多数医院正在使用三维超声作为医学扫查技术的原因所在。这段历史不禁让人想起个人电脑(PC)的发展史,从最初主要为电脑游戏玩家(例如 Atari、Commodore 等)开发的玩具,到现在发展成为为我们个人和职业生活带来革命性改变的最重要工具。

近 15 年来,我们每天都在使用三维超声技术,同时也一直在做三维超声培训工作。本书是多年三维超声教学实践的成果。根据我们的经验,要想用好三维超声,有以下几个步骤需要学习:

- ◆ 第一步,学习胎儿扫查技巧并优化超声预设,以获得良好的图像。
- ◆ 第二步,了解获取容积(3D)或一系列容积(4D)或特殊容积(STIC)的不同方法。
- ◆ 第三步,选择最好的方式把三维信息展示在屏幕上(称为三维显示)。
- ◆ 第四步,通过应用不同的工具,例如魔术剪、高分辨仿真模式、容积对比成像等工具,来处理容积数据以获得最佳的图像。

第一步扫查技巧无法在书中讲解,但是第二步至第四步,正是我们希望与读者分享的。

本书作为三维超声在产前诊断中应用的最新力作,用 500 多幅图像详尽展示了三维超声在产前诊断中的临床应用。书的前两章解释了容积数据的获取和展示;第 2 章~第 15 章对所有可用的工具都进行了逐一分步解释和展示;第 16 章~第 21 章集中探讨三维超声的临床应用,重点在于中枢神经系统、超声心动图、骨骼系统、胎儿面部和早期妊娠等领域,展示了正常和异常情况下的临床应用。

以下几位为本书中文版的翻译做出了巨大的贡献,在此表示感谢。首先,我们要特别感谢中国产科三维超声的开拓者谢红宁教授,她主译并审校全书,确保了翻译的准确性。其次,我们要感谢来自 GE Healthcare 的周敏和曹海英女士,她们一丝不苟地参与了部分章节的翻译。与此同时,非常感谢本书中文版由人民卫生出版社出版发行,保证了它与英文版具有同等的质量。最后,我们想感谢来自 GE Healthcare 的 Christian Grabner 先生,他帮助联系了人民卫生出版社和 De Gruyter 出版社,促成了本书中文版的翻译。

我们希望您能喜欢阅读本书,并能通过它提高您的三维超声技能,祝您和您的患者好运!

R. Chaoui, K. S. Heling

2018 年 1 月于柏林

原版序

1989年,胎儿面部三维超声图像首获成功,被认为是三维超声问世以来的重大事件。7年多以后,也就是在1997年,Merz教授组织了第一届关于该主题的世界大会,该会议成为三维超声领域第一个重大科学事件。

2000年前后,随着高速发展的计算机技术的引入,三维超声设备得到了广泛使用。事实上,目前超过一半的产科诊所和机构都在使用具有三维功能的超声设备。尽管三维超声设备普及很快,且已有大量关于产科三维超声成像的文献,但几乎未见这一领域的专业教科书。本书撰写的目的是填补该项空白,主要从三维超声的技术层面提供三维超声在产前超声中的应用指导。

过去的10年里,我们在三维超声的日常临床实践中投入了大量精力,组织并参与了许多关于三维超声的教育活动,非常积极地开展了研究和探索,对目前先进的三维超声技术做出了重大贡献。该书将我们在该领域的工作成果推向了一个高峰。

成功的三维超声检查包含两个重要组成部分:三维容积数据的采集和容积数据的后处理。本书将详细介绍三维容积数据采集和操作的实用方法及步骤。

该书分为三个主要部分:第一部分详述获取最佳容积数据的技术细节,第二部分介绍各种容积渲染成像模式,第三部分展示针对不同器官结构的三维超声技术的应用。本书采用500多幅图像辅助说明三维超声在产前诊断中的应用方法。

我们谨向以下几位专家致以诚挚的谢意,他们在探索三维超声之旅中做出了卓越的贡献:首先最需要感谢的是超声成像领域的巨人 Bernard Benoit 医生,他一直是我们的灵感源泉,如果没有他丰富的技术经验和艺术家的品味,许多三维超声工具就不可能发展起来;感谢奥地利 Kretztechnik (GE Healthcare) 工程和管理团队的通力协作,以及他们多年来不懈的支持;我们还要感谢那些为书中所有图像做出贡献的患者,是他们不断激励我们推动这项技术的发展。

如果没有 De Gruyter 的专业出版团队,本书就不可能顺利出版发行。特别感谢 Simone Witzel 女士、Bettina Noto 医生和 Anne Hirschelmann 女士始终不渝的鼎力支持。

本书出版历时良久,今天非常高兴能够将这本最新的产科三维超声的著作奉献给大家。

R. Chaoui, K. S. Heling

2015年12月于柏林

超声技术词汇

本书所有三维检查和经验均基于 General Electric, GE Healthcare 生产的 Voluson 超声设备,所有图像均为使用 Voluson E8 和 Voluson E10 采集的图像完成。术中所介绍的三维成像工具如 VCI[®]、TUI[®]、MagiCut[®]、GlassBody[®]、HDLive[®]、SonoAVC[®]、VOCAL[®] 及其他技术名词都受专利技术保护。为了便于阅读,全书省略了“[®]”标志。

缩略语

3D:three-dimensional ultrasound,三维(超声)

4D:four dimensional ultrasound,四维(超声)

Sono-AVC:sono automatic volume calculation,超声自动体积计算

VCI:volume contrast imaging,容积对比成像

VOCAL:Virtual Organ Computer-aided AnaLysis,虚拟器官计算机辅助分析

目录

第一部分:三维超声基础

1 三维和四维容积数据采集基础	3
1.1 简介	3
1.2 容积数据采集准备	3
1.3 容积数据采集的类型	9
1.4 结论	11
2 容积数据的定位和导航	13
2.1 简介	13
2.2 容积数据的存储和导出	13
2.3 三个正交平面的定位	13
2.4 正交三平面模式的导航	14
2.5 多平面模式的伪像	20
2.6 结论	21

第二部分:三维容积渲染成像方法

3 容积数据的三维重建	25
3.1 简介	25
3.2 三维容积数据的渲染框和方向定位	25
3.3 三维超声容积伪像	29
3.4 不同的渲染模式及其混合模式	30
3.5 三维图像特效:动态深度渲染和光源	33
3.6 阈值、透明度、亮度和色阶	35
3.7 魔术剪和电子刀	36
3.8 多光源和“高分辨仿真工作室(HD-live studio)”	39
3.9 结论	40
4 容积对比成像	42
4.1 简介	42
4.2 VCI 的原理	42
4.3 静态容积对比成像	45
4.4 四维与容积对比自由解剖成像	49

8 — 目录

4.5 四维与 A 平面容积对比成像	50
4.6 结论	52
5 多平面成像 I :正交三平面模式和自由解剖切面模式	53
5.1 简介	53
5.2 多平面重建和显示横切面图像的方式	53
5.3 正交三平面模式操作方法	54
5.4 应用自由解剖成像模式获取“任意切面”操作方法	57
5.5 自由解剖成像典型应用示例	58
5.6 结论	64
6 多平面成像 II :断层模式	65
6.1 简介	65
6.2 操作方法	65
6.3 断层模式的典型应用示例	70
6.4 结论	80
7 表面模式和高分辨仿真模式	81
7.1 简介	81
7.2 操作方法	81
7.3 表面模式的典型应用示例	86
7.4 结论	91
8 最大模式	92
8.1 简介	92
8.2 操作方法	93
8.3 最大模式的典型应用示例	97
8.4 结论	101
9 最小模式	102
9.1 简介	102
9.2 操作方法	102
9.3 最小模式的典型应用示例	104
9.4 结论	107
10 反转模式	108
10.1 简介	108
10.2 操作方法	108
10.3 反转模式的典型应用示例	110
10.4 结论	114

11 轮廓剪影工具	115
11.1 简介	115
11.2 操作方法	115
11.3 轮廓剪影的典型应用示例	118
11.4 结论	122
12 玻璃体模式和高分辨仿真血流成像	123
12.1 简介	123
12.2 操作方法	124
12.3 玻璃体模式结合高分辨仿真血流功能	127
12.4 玻璃体模式的典型应用示例	128
12.5 高分辨仿真血流模式下的彩色轮廓剪影	131
12.6 结论	133
13 二维灰阶血流模式	134
13.1 简介	134
13.2 操作方法	135
13.3 二维灰阶血流模式的典型应用示例	136
13.4 结论	138
14 电子矩阵探头的双平面模式	139
14.1 简介	139
14.2 操作方法	139
14.3 双平面模式的典型应用示例	141
14.4 结论	152
15 三维体积计算	153
15.1 简介	153
15.2 操作方法	153
15.3 体积计算的临床应用	158
15.4 结论	158

第三部分:三维超声在产前诊断中的临床应用

16 胎儿神经系统三维超声成像	161
16.1 简介	161
16.2 胎儿神经系统三维超声成像	161
16.3 三维超声观察特殊的脑结构	167
16.4 胎儿脑结构的三维重建图像	169
16.5 颅内血管彩色多普勒成像	171

16.6	14 孕周前的胎儿神经超声学	172
16.7	结论	176
17	胎儿骨骼系统三维超声成像	177
17.1	二维超声检查胎儿骨骼的局限性	177
17.2	胎儿脊柱和肋骨三维成像	177
17.3	胎儿肢体三维成像	182
17.4	胎儿面部骨骼和颅骨三维成像	185
17.5	结论	186
18	胎儿面部三维成像	187
18.1	胎儿面部二维和三维超声检查	187
18.2	胎儿面部多平面成像模式	187
18.3	正常胎儿面部 3D/4D 表面模式成像	190
18.4	胎儿面部异常的 3D/4D 成像	196
18.5	胎儿面骨三维成像	200
18.6	结论	201
19	胎儿胸腔和腹腔脏器的三维超声成像	202
19.1	简介	202
19.2	胎儿胸腔脏器	202
19.3	胎儿腹腔脏器	207
19.4	结论	218
20	胎儿心脏超声心动图的 STIC 和三维/四维成像	219
20.1	胎儿心脏的二维超声检查	219
20.2	胎儿心脏超声容积数据的采集	219
20.3	胎儿超声心动图的三维/四维多平面重建	220
20.4	胎儿心脏三维/四维容积成像	224
20.5	结论	229
21	早期妊娠中三维超声的应用	230
21.1	简介	230
21.2	早孕期三维容积成像模式	231
21.3	早孕期多平面成像	237
21.4	结论	241
	参考数据与文献来源	242

第一部分：三维超声基础

1 三维和四维容积数据采集基础

1.1 简介

目前的三维超声技术是基于先进的、可获取一个容积或一个容积序列的机械或电子探头技术。采集到的三维容积数据以不同的形式显示在屏幕上:无论是显示为单幅、多幅的二维(2D)图像(参见第4、5和6章)或者显示为立体容积图像,都是为了展现容积数据(参见第3章)的表面或内部的解剖结构。一般认为,三维容积数据的采集、显示和分析是一种需要通过不断学习才能掌握的技能。要获取一个能提供有用信息或“漂亮”的高质量容积数据,不仅需要有良好的后处理技巧,而且还需要在采集容积数据之前对二维图像进行调节。

1.2 容积数据采集准备

在采集三维容积数据的时候,有五点重要注意事项,分别是:

1. 在采集容积数据之前优化二维图像。
2. 根据不同的预期成像结果,选择一个最好的采集初始切面。
3. 采集框或容积数据框的调整。
4. 采集的容积角度的调整。
5. 容积数据质量和分辨力的调整。

1.2.1 采集容积数据之前优化二维图像

在采集三维(3D)、四维(4D)或空间时间相关成像(spatial and temporal image correlation, STIC)容积数据之前,想获得最佳的结果,必须先优化二维图像,然后使用“参考切面”或“采集切面”作为三维容积采集的二维起始平面。一个三维容积数据是基于一系列相邻的二维图像重建而成的,每幅二维图像的分辨力都决定了容积数据的分辨力。除了提高线密度和图像帧频外,优化三维图像的方法还包括正确地把“感兴趣区域”放在采集框内,以及调整合适的焦点位置。在这里,容积采集框的角度大小和深度(采集角度)很重要。如果需要采集彩色多普勒容积数据,还需优化彩色分辨力、彩色优先和帧频。图1.1~图1.3展示了采集容积数据前正确的优化图像方法。

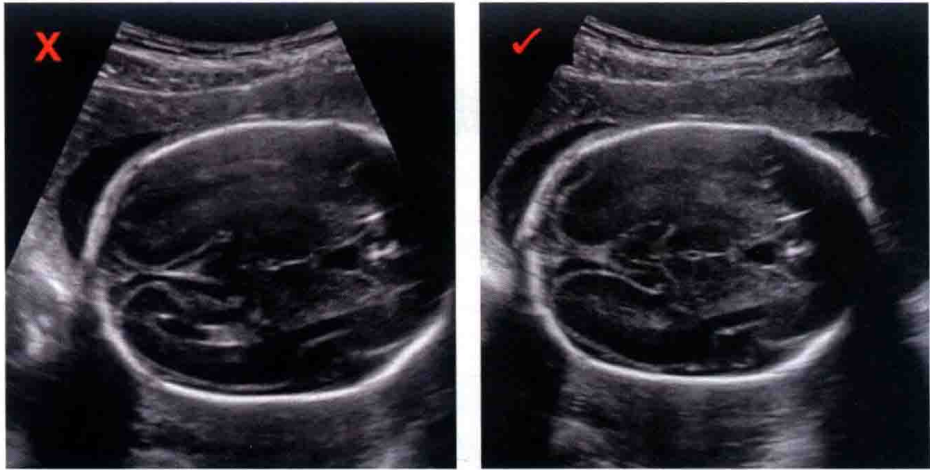


图 1.1 左图:由于头部和颅脑显示不完整,采集三维后将会丢失部分结构信息。右图:头部位于图像的中央,显示完整,这个时候采集三维数据会更加理想



图 1.2 左图:对于表面模式进行三维成像来说,图像太“亮”,对比度太低。右图:优化图像后,羊水回声降低,很好地衬托了胎儿表面的轮廓

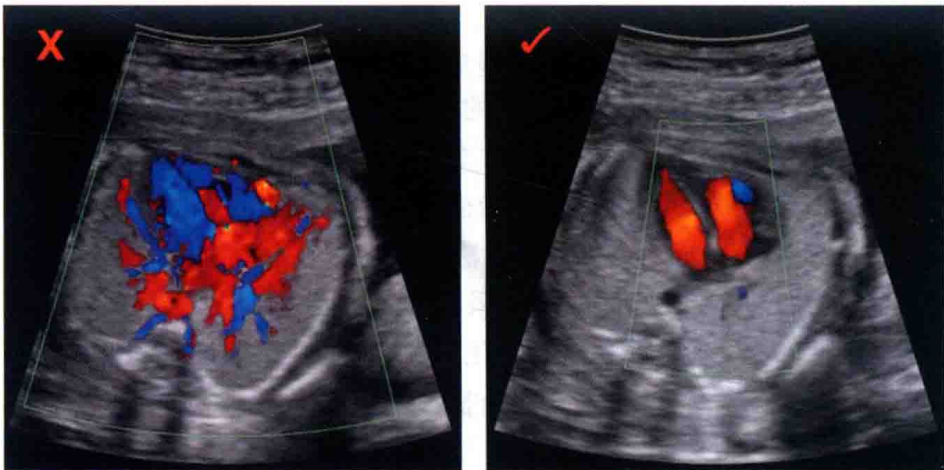


图 1.3 左图:无论是采集静态 3D 还是采集 STIC 数据,图像的设置都没有调好,彩色多普勒速度标尺设置太低,导致溢彩。右图:优化后的效果

1.2.2 采集容积数据前选择最佳初始切面

在三维超声中,参考切面和与之相平行的切面的图像质量是最佳的,而重建的正交平面或其他倾斜切面图像质量会有所下降。虽然情况并非总是如此,但操作者在采集容积数据之前最好能够知晓容积数据的使用目的。

1.2.3 采集框或容积数据框

容积采集框决定了3D容积数据的两个参数,高度和宽度(图1.4),分别对应 x 和 y 轴(图1.5)。建议操作者调整采集框的大小,范围应涵盖目标容积的所有解剖结构。在采集4D容积数据的时候,可以把采集框的边界尽量靠近感兴趣的解剖结构,在显示4D图像时可以进行实时调整,但是对于采集静态3D图像,还是建议把采集框调大一些,从而避免把解剖结构邻近的一些其他结构遗漏。



图1.4 容积数据包括三个方向。图像的高度和宽度在2D模式下调整,深度通过调节采集角度调整,如 50° 、 70° 等(与下一幅图比较)

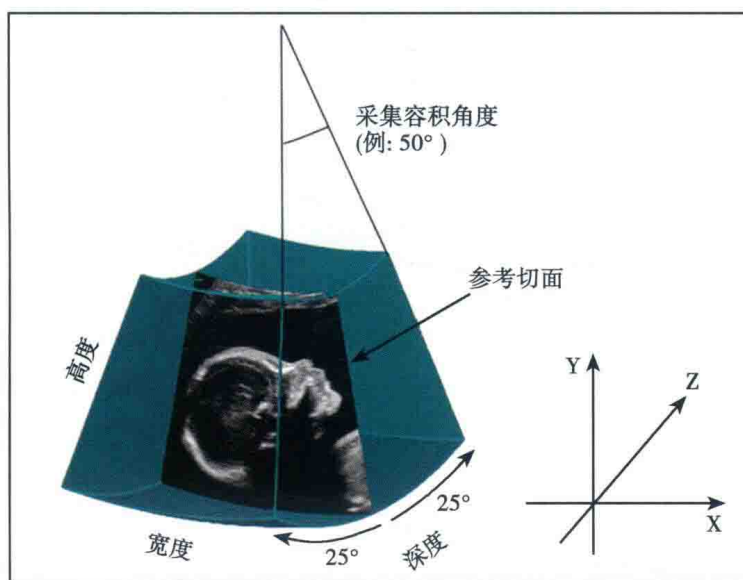


图1.5 一个容积数据的大小包括了高度、宽度和深度。采集角度就是整个容积角度,参考切面把容积角度从正中间分开,前后各一半。参考切面几乎就是3D图像开始采集前,操作者在屏幕上看到的初始切面

1.2.4 容积数据采集角度

采集角度是指与 z 轴相对应的容积数据的前后深度,即采集过程中探头内部晶片的摆动角度(图 1.5)。在启动三维容积采集之前,操作者可通过调整容积角度这个参数来调整采集角度的大小。最佳的采集角度并没有“金标准”,主要取决于目标器官的解剖结构和采集的类型。采集角度是容积数据的总角度,但在采集的过程中,一半的角度会出现在参考切面的后面,另一半在参考切面的前面(图 1.5)。根据检查的部位不同,容积数据框的大小和形状有所不同。图 1.6 和图 1.7 显示了不同类型的容积数据。例如,胎儿脊柱的采集框比较宽,但容积采集角度窄(图 1.6),而心脏的宽度和角度几乎相等(图 1.7)。

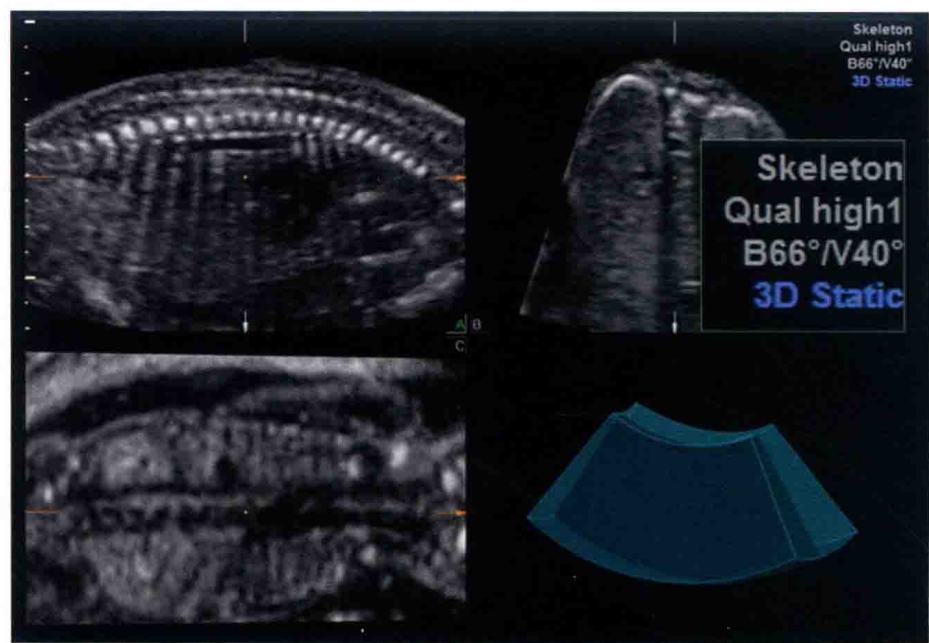


图 1.6 容积数据的形状通常由被检查的部位决定。就脊椎和肋骨而言,采集框很大,容积角度较窄。容积数据的大小显示在屏幕上,宽度为 66°,深度为 40°

1.2.5 容积数据采集质量

三维容积数据的质量取决于所选择的容积采集的时间。操作者应注意,在相同的容积框角度下,采集速度减慢可以采集更多的图像和获得更好的分辨力,而快速采集则获得较少的图像,使图像的分辨力降低(图 1.8)。此外,如果一个容积数据里有更多的切面图像信息用于三维计算,那么多平面模式下重建的 B 和 C 平面图像质量较高,见图 1.9、图 1.10,比较上下两组图像。同时还应该知道,选择最大挡采集质量的设置不一定总能获得最佳的图像质量,操作者必须找到最适合的最佳预设。图 1.11 显示同一个胎儿,在使用低分辨力(左图)、中等分辨力(中间图)和高分辨力(右图)采集后的 3D 图像。笔者认为,中间的图像质量最好,面部光滑,而右边的图像类似伪像的细节太多。静态 3D 和 4D 采集时,容积采集的质量有低、中、高、最大等几个可调挡次,但是在进行 STIC 采集时,采集质量由采集时间控制,有 7.5 秒、10 秒、12.5 秒或 15 秒等挡次可选择。图 1.12 显示了同一胎儿静态 3D(左图)和 4D 采集(右图)的三维图像,都具有较高的分辨力。