

术中经食管超声心动图

Comprehensive Textbook of Intraoperative Transesophageal Echocardiography



原 著 Robert M. Savage
Solomon Aronson

主 译 李立环



人民卫生出版社

术中经食管超声心动图

Comprehensive Textbook of Intraoperative
Transesophageal Echocardiography

原 著 Robert M. Savage
Solomon Aronson

主 译 李立环

副主译 王 浩 赵晓琴

主译助理 姚允泰 雷 迁

译 校 者 (按姓氏笔画排序)

王 浩	王 燕	王宇红	王吴刚	王志民	王建德
史春霞	石 佳	伍丽明	江 勇	纪宏文	吴伟春
张 喆	张家芬	李立环	杨 静	肖文静	肖明虎
陈 芳	林 霖	欧阳铭文	郑 平	金 华	姚允泰
赵 星	赵晓琴	凌 雁	敖虎山	逢坤静	郭晓刚
高一鸣	崔琦琼	梁晓麓	雷 迁		

人 民 卫 生 出 版 社

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国内普遍接受的标准。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的事与损失负责。

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。然而由于著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。

Comprehensive Textbook of Intraoperative Transesophageal Echocardiography

By Robert M. Savage, et al.

Copyright © 2005 by LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS

Published by arrangement with Lippincott Williams & Wilkins, U. S. A.

All rights reserved. This book is protected by copyright. No part of this book may be reproduced in any form or by any means, including photocopying, or utilized by any information storage and retrieval system without written permission from the copyright owner, except for brief quotations embodied in critical articles and reviews. Materials appearing in this book prepared by individuals as part of their official duties as U. S. government employees are not covered by the above-mentioned copyright.

术中经食管超声心动图

李立环等译

中文版权归人民卫生出版社所有。

图书在版编目 (CIP) 数据

术中经食管超声心动图/李立环主译. —北京: 人民卫生出版社, 2011. 2

ISBN 978-7-117-12626-7

I. ①术… II. ①李… III. ①超声心动图
IV. ①R540.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 065610 号

门户网: www.pmph.com 出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com 护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

图字: 01-2006-0738

术中经食管超声心动图

主 译: 李立环

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: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京铭成印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 889×1194 1/16 印张: 33

字 数: 1400 千字

版 次: 2011 年 2 月第 1 版 2011 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-12626-7/R · 12627

定 价: 199.00 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销售中心联系退换)

前 言

经食管超声心动图在手术室的应用是整个心血管外科的一大进步。它不但可以轻松获得生理状态下心脏解剖的相关信息,还能显示心脏病理生理的改变。TEE 为心内科医生、麻醉医生以及心脏外科医生提供了心脏解剖和病理生理上细微改变的信息,由此手术效果得以进一步提高。现在,这种方法已经成为术中评价外科治疗效果的标准,并且是外科手术中很有价值的一项监测。

《术中经食管超声心动图》将许多相关知识融合在一起,通俗易懂,对麻醉医生、心内科及心外科医生都有很好的参考价值。本书图表丰富,非常有助于对文字部分的理解。文字部分构思合理,简洁精炼,注重实用。本书将对这一重要诊断方法的学习和指导起到重要作用。

Delos M. Cosgrove

克利夫兰临床基金会主席兼首席执行官

20 世纪 70 年代末,我在加州大学旧金山分校进行内科培训期间,非常有幸成为见到经食管超声心动图在美国开展的首批医生之一。TEE 对心脏解剖和生理状态能提供非常精准的实时检查,这种具有开创性的影像技术令我感到兴奋,对我的职业生涯产生了深刻的影响。实际上,在 1982 年我到约翰·霍普金斯医院做心脏内科培训最先做的事情之一就是推动经食管超声心动图在手术室的应用。我的首个基金和研究项目就是采用术中 TEE 观察外科冠状动脉再血管化手术后左心室的局部室壁运动。由于心脏麻醉医生,特别是 Tom Blanck 医生给予的鼎力支持,我们在 100 多例患者中首次应用二维超声心动图进行了系统的术中 TEE 检查,确认了冠状动脉搭桥后局部室壁运动明显改善,甚至某些变薄、运动明显减弱的节段,在搭桥后可见到功能快速恢复。1985 年在我们 TEE 的研究中首次报道了“冬眠”心肌一词,非常生动地描述了慢性亚临床缺血性心肌功能。我们也首次提出了术中 TEE 观察微泡的意义,并考虑到其能够用于减少体循环包括脑的栓塞,保证心脏手术安全。

心脏外科医生、心脏麻醉医生和心脏内科医生都为本书图像的收集、注解和编排倾注了很多心血,也许如今在心血管领域没有一个更好的模式来将这三个学科集中在一起讨论某个患者的病情和一种影像技术——这种技术的功能确实非常强大,可以在手术中告诉我们内在的心血管状况。在那个时代,我们几乎不敢想象这个领域会发展到今天如此重要的程度。

在过去的 20 年中,这一领域经历了空前快速发展的关键时期。现在术中 TEE 在多种外科手术中成了常规的影像检查方法。本书对术中 TEE 进行了非常完整的叙述,不但列出了 TEE 的基本原理,还对 TEE 心血管检查各方面的应用进行了总结,实际上 TEE 能为诊疗提供参考的各个方面均有叙述。共同参与编写本书的专家都非常权威,他们不但为这一领域的发展做出过重要贡献,而且代表着心血管领域的许多不同学科。

术中 TEE 有助于提高手术结果,虽然这一影像技术成熟且应用广泛,但是今后仍然有进一步改进的空间。各种挑战依然存在,比如在物质短缺的地方还不能开展此项技术,数据处理技术还有待进一步提高。现在,TEE 在首次经皮二尖瓣修复术中不可或缺,但对某些患者这种手术方式与外科开胸手术相比是否具有优势仍然需

要继续观察。

Savage 和 Aronson 组织了 TEE 相关学科如心血管内科、麻醉和外科的专家编写了本书。我非常高兴地看到这一领域近年来的蓬勃发展,并希望像这样面向基层的专著越来越多。

Eric J. Topol, MD

克利夫兰临床医学中心学术委员会主任

得知本书即将出版,我非常兴奋。在我们和心内科的同事准备一起建立围术期 TEE 的行业标准时,Bob 和 Sol 已经开始着手做这件事了。但是要将 TEE 融合到提高对患者的医疗水平上去,怎样做才是最好的方法呢?他们在组织 TEE 的许多基础培训课程时发现了这样的问题。但是他们不只是观望,而是在思考,并为之努力。他们参与了心血管各学科的领导并开展了 TEE 的高级培训项目。年复一年,他们不断加以改进,编写的这本书也是如此,他们一直在尽最大努力开展超声心动图的培训,而且越做越好。

经食管超声心动图总是很令我感到兴奋。Bill Hamilton 在 1980 年将一个 Nelson Schiller 的住院医师分配给我和 Mike Cahalan,这位医生带来了一台噪声很大的机器以及一根看起来像黑色的蛇一样的东西。我们第一次将那台 Diasonics 机器推到手术室,心脏的影像以我们从未想象过的形式出现了。之后我和 Mike 这边又分来一个住院医师,John Smith 和 Peter Kremer 就一直是我们的同事,教我们如何去了解患者的容量状态和心肌收缩性。我当时就预测 5 年内那样的机器将会出现在每间手术室,价格在 5000 美元左右或者更少,而且还会和心电图监测整合在一起。我们邀请惠普和通用公司进行合作,但是他们似乎都对这一手术室仪器兴趣不大,但是我们的喜悦并没有因此而减少。

我们热爱这门学问,血管外科的 Wylie、Stoney 和 Ehrenfeld 医生以及心外科的 Paul Ebert 医生开始根据 TEE 改变手术和治疗方法。次年,我们首次在心血管麻醉医生协会的学术会议上演示了二维超声,Fawzy Estafanous 说他一看这个机器就立即开始行动了,他和 Bill Stewart 将它带到克利夫兰临床医学中心(当时我去了芝加哥大学)。Bob 和 Sol 是这些事情之后年轻一代,就像许多孩子一样,他们比长辈做得更出色。

通过最好的老师把关,本书显示出了最高的医疗水平。审查本书的图片也很令人兴奋。Bob 和 Sol 挑选的都是最好的老师,因为他们听过每个老师的演讲,看过他们的幻灯,讨论过他们的表现,并将他们的素材凝聚成每段文字。如果这段话听起来像在朗诵,也未尝不可。本书的照片和图像都非常精美,恰到好处,作者在这上面花费了很大的心血。

虽然这些编辑的工作并不是贯穿整本书的编写,但是,如果你参加了他们的一次课程,你就可以想象得到他们精彩的交流和观察患者 TEE 的兴奋。从这本书中所得到的不仅仅是将 TEE 当作一种艺术来欣赏,更是对患者的帮助看作一种责任和乐趣。若有谁情不自禁地想分享这种乐趣和责任,只需要将这本书放在案头即可。

我对本书没做什么贡献,但是希望本书能够和 Harrison 内科学、Nelson 儿科学、Goodman & Gilman 药理学以及 Sabiston 外科学一样成为经典医学著作。我读了本书第 1 版后的感觉就是它着实达到了这一水平。能为本书撰写前言我感到非常荣幸。本书是对 25 年所积累的知识的一次精心组织和认真总结。我希望读过此书的人都从中受益,最重要的是,我希望您的患者也非常幸运地从这一巨作中受益。

Michael F. Roizen

(雷迁 译,李立环 校)

序

1972年,心表M超声被成功用于指导一例二尖瓣狭窄切开术,这是首次报道超声心动图在术中的应用。自那以后,术中TEE在临床的应用得到了快速的发展(1)。1975年,Frazin和Talano使用一根导丝将超声探头放入食管,通过它能够精确地测量瓣膜尺寸和血流速度(2)。20世纪80年代初,Kremer、Hanrath和Roizen采用TEE指导腹主动脉瘤切除术。Topol等首次看到术中应用TEE可以观察冠状动脉旁路移植术后局部心肌功能的改变(3,4)。

随着实时二维显像和彩色血流图像技术在心血管病患者中应用的不断改进,加之术中检查对患者的影响较小,TEE在20世纪90年代由最初的个案报道和研究迅速发展到了临床广泛应用。毋庸置疑,术中评估心脏解剖结构和功能不但有助于对患者的管理,而且可以改善手术结果。现在,围术期医生中精通TEE的专家被寄予厚望来全力参与高危患者的心血管手术和非心脏手术,这已经是一个非常普遍的现象。随着20世纪90年代TEE在临床的广泛应用,其相关的使用标准也在逐步建立。伴随着培训项目的开展,多学科合作编写的应用指南也在出版或更新(5,6)。美国国家超声心动图委员会(NBE)成立之后,围术期TEE拥有了独立的认证体系和组织机构。为保证对患者的服务质量,各医院开始考虑对有兴趣参加临床TEE这一诊断技术培训的医生进行资格认证。

我们见证了围术期TEE的临床应用范围从心脏手术扩大到非心脏手术,甚至在重症监护室广泛应用。毫无疑问,非心脏手术中TEE的应用价值将会得到进一步体现或提高。而且随着超声技术的进展,如造影、三维、组织多普勒、多巴酚丁胺负荷超声心动图,术中心功能、瓣膜解剖形态以及血流动力学的评估更加深入,也更加容易。不断改进的新仪器也更便宜、小巧、易用,使得超声诊断的应用范围不断扩大到多类患者。超声在术前门诊、术后恢复室以及疼痛门诊的应用也越来越多。事实上,在过去的20年里,TEE在手术室的应用也发生了很大的变化。虽然这些改变曾经起到了重要的作用,但是未来医疗卫生所面临的挑战需要我们做出更令人振奋的改变。

我们现在正处于心血管疾病在美国甚至在全世界的发病急剧上升的时期(7)。由于人口老龄化,心血管疾病预计仍将是人们死亡和致残的首要原因。到2030年,世界上年龄大于65岁的人口将从4.2亿增加到9.73亿(8)。仅仅在美国,到2030年这一数字将从3500万增加到7100万(9)。这一年龄段的人群粥样硬化血管病、退化性心脏瓣膜病(主动脉、二尖瓣、三尖瓣)以及充血性心力衰竭,加上并发其他相关慢性疾病的发生率都会增加(10~12)。

这些发展趋势表明,未来的医疗中将会面临逐渐老龄化和更高危的心血管病患者。年龄大于65岁患者的医疗花费比低于65岁的患者多5倍,因此,心血管病的治疗及其相关生物技术的进展仍将在全世界医疗花费中占首要地位。我们所面临的挑战是这部分患者将接受更复杂的手术,但是同样要求降低死亡率和并发症的发生率。如果我们希望在这一新兴患者群体的治疗中获得类似的好结果,就需要有新的围术期管理策略、心血管病治疗中成本-效益的控制并扩大可以提供顶尖医疗服务的队伍。在面对不断增长的挑战时,各种应对措施的实施都需要大量的围术期经食管超声心动图专家参与。

围术期超声在对患者进行围术期处理的过程中已经由一种少见的检查方法转变为一种必须的方法。我们能够认识到围术期医学正在不断地为整个医学的发展做出重要贡献。当然,新技术在临床中的应用需要不断地进行教育和培训以跟上技术创新的步伐。本书的目的就是为围术期医生提供目前经食管超声心动图技术的最新进展及其潜在应用。

本书的结构编排不但适合经验丰富的超声心动图专家,同时也适合入门者学习。对于入门者,本书从基础到复杂应用的安排有一个从易到难的顺序。对于经验丰富者,总论章节会加深对以前知识的理解,其内容包括了超声原理基础和术中检查基本要求。本书的编写是基于探索该技术在心血管手术和非心脏外科手术患者围术期管理的潜在的临床应用。

本书有目的地对结构编排和各章节的编写进行组合,少有冗余部分,每章都列出关键点的概要来突出本章所涵盖的重点内容。常用心血管结构测量的参考值、血流动力学参数计算公式、瓣膜病变严重性的评估标准、主动脉粥样硬化的病理分层以及心室功能不全等都总结成表格收录在附录中。本书可被认为是由顶尖的、见证并促进了 TEE 从技术创新到临床常规应用的外科医生、心内科医生和麻醉医生所组成的团队的知识积累。而且,本书作者对这项技术的临床应用有着丰富的经验,他们对围术期 TEE 以及如何灵活应用有着深入的理解。

我们希望我们的辛苦和汗水能够克服技术上的局限,增强围术期医疗队伍的水平,提高对患者的日常治疗,最终在医护服务受到极大挑战的大环境下,提供廉价的、高质量的医疗服务(13,14)。

Robert M. Savage

Solomon Aronson

参考文献

1. Johnson ML, Holmes JH, Spangler RD, et al. Usefulness of echocardiography in patients undergoing mitral valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1972;64:922-8.
2. Frazin L, Talano JV, Stephanides L. Esophageal echocardiography. *Circulation* 1975;54:102-4.
3. Kremer P, Roizen MT, Gutman J, et al. Cardiac monitoring by transesophageal 2-D echocardiography during abdominal aortic aneurysmectomy. *Circulation* 1982;66:II-17(abst).
4. Topol EJ, Weiss JL, Guzman PA, et al. Immediate improvement of dysfunctional myocardial segments after coronary revascularization: detection by intraoperative transesophageal echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1984;4:1123-34.
5. Thys DA (chair): 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. *Anesth Analg* 1996;84:986.
6. 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 American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice guidelines (ACC/AHA/ASE Committee to Update the 1997 Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography). *J Am Coll Cardiol* 2003;42(5):954-70.
7. Bonow RO, Smaha LA, Smith SC, et al. World Heart Day 2002: the international burden of cardiovascular disease: responding to the emerging global pandemic. *Circulation* 2002;106(13):1602-05.
8. Murray C, Lopez AD. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: global burden of disease study. *Lancet* 1997;394(9064):1498-1504.
9. Center for Disease Control, Public health and aging: trends in aging-United States and worldwide. *JAMA* 2003;289(11):1371-73.
10. Singh JP, Evans JC, Levy D, et al. Prevalence and clinical determinants of mitral, tricuspid, and aortic regurgitation (the Framingham Study). *Am J Cardiol* 1999;83:897-902.
11. Aronow WS, Ahn C, Kronson I. Echocardiographic abnormalities in African-American, Hispanic, and white men and women aged > 60 years. *Am J Cardiol* 2001;87(9):1131-33.
12. Supino PG, Borer JS, Yin A. The epidemiology of valvular heart disease: an emerging public health problem. *Advances in Cardiology* 2002;39:1-6.
13. Poretr ME, Teisberg E, Brown G. Innovation: medicine's best cost cutter. *NY Times* 1994 Feb 27.
14. Bonow R, Smith SC Jr. Cardiovascular manpower: the looming crisis. *Circulation* 2004;109(7):817-20.

(雷迁 译,李立环 校)

致 谢

本书仅仅反映了诸多学者对围术期超声心动图这一学科所作的宝贵贡献的很小一部分。围术期超声心动图的应用有赖于心血管麻醉医师、内科医师和外科医师的精诚合作,共同提供继续教育机会和建立行业标准。这种合作促使我们向终极目标迈进——使我们各自的学科达到最高水平并最终为患者服务。

本书编者衷心地感谢作者和编辑们夜以继日地辛勤工作,也感谢秘书(Jan McCann, Angie Geller 和 Glenada Brooks)给予的巨大帮助,使得本书得以及时出版。我们还要感谢我们的朋友,Lippincott Williams & Wilkins 出版社的 Murphy(执行编辑)、Adam Glazer(高级市场经理)、Craig Percy 和 Brian Brown(组稿编辑)不知疲倦的工作。最后,我们希望对在编写本书期间给予我们鼓励与支持的同事表示真挚的谢意。

(雷迁 译,李立环 校)

作者

Ahmad Adi, MD

Staff Anesthesiologist
Department of Cardiothoracic Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

John Apostalakis, MD

Staff Anesthesiologist
Department of Cardiothoracic Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Maged Argaliou, MD

Staff Anesthesiologist
Department of General Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Solomon Aronson, MD, FACC

Chicago, Illinois

Daryl Atwell, MD

Staff Anesthesiologist
Department of Cardiothoracic Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Erik A. K. Beyer, MD

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Bruce Bollen, MD

Department of Anesthesiology
International Heart Institute of Montana
St. Patrick's Hospital
Missoula, Montana

Michael K. Cahalan, MD

Professor and Chair, Department of Anesthesiology
University of Utah School of Medicine and
University of Utah Hospital and Clinics
Salt Lake City, Utah

Michelle Capdeville, MD

Associate Professor
Chief, Cardiothoracic Anesthesia
Department of Anesthesiology
University Hospitals of Cleveland and
Case Western Reserve University School of Medicine
Cleveland, Ohio

Ivan Casserly, MD, FACC

Advance Interventional Fellow
Department of Cardiovascular Medicine
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Mark A. Chaney, MD

Associate Professor
Director of Cardiac Anesthesia
Department of Anesthesia and Critical Care
University of Chicago
Chicago, Illinois

Alexander N. Chapochnikov, MD, PhD

Rockford Anesthesiologist Association
Swedish-American Hospital
Rockford, Illinois

Jacek Cywinski, MD

Staff Anesthesiologist
Department of General Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Indu Deglurkar, MD

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Ellise Delphin, MD

Chair, Department of Anesthesia
University of Medicine and Dentistry of New Jersey
Newark, New Jersey

Pierre Devilliers, MD

Staff Anesthesiologist
Department of Cardiothoracic Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Andra Duncan, MD

Staff
Department of Cardiothoracic Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Frank W. Dupont, MD

Assistant Professor of Anesthesiology
Department of Anesthesiology
Tufts University School of Medicine
Boston, Massachusetts
Baystate Medical Center
Springfield, MA

Carlos Duran, MD, FACC

President and CEO
Department of Cardiovascular Surgery
International Heart Institute of Montana
Missoula, Montana

Christiano N. Faber, MD

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Elyse Foster, MD, FACC

Professor of Medicine and Anesthesia
Director, Adult Echocardiography Laboratory
University of California, San Francisco
San Francisco, CA 94143-0214

Mario J. Garcia, MD, FACC

Director of Echocardiography
Department of Cardiology
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

A. Marc Gillinov, MD, FACC

Staff Surgeon
Surgical Director
Center for Atrial Fibrillation
Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Gonzalo Gonzalez-Stawinski, MD

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Katherine A. Grichnik, MD

Associate Professor
Department of Anesthesiology
Duke University Medical Center
Durham, North Carolina

Alina Grigore, MD

Assistant Clinical Professor of Anesthesiology
Director of Cardiovascular Anesthesia Echocardiography
Department of Cardiovascular Anesthesia
Texas Heart Institute
Houston, Texas

Lori B. Heller, MD

Clinical Instructor of Cardiac Anesthesia
Department of Anesthesia
University of Washington
Swedish Medical Center
Seattle, Washington

Kathy J. Hoercher, RN

Director of Research
Department of Kaufman Center for Heart Failure
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Steven Insler, DO

Staff Anesthesiologist
Department of Cardiothoracic Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

David Jayakar, MD

Director of Cardiac Surgery
Cardiovascular Surgery Network
801 Mac Arthur Boulevard, Suite 205
Munster, IN 46321

Randall R. Joe, MD

Professional Staff
Department of Cardiovascular Anesthesiology
Texas Heart Institute
Houston, Texas

Brian Johnson, MD

Fellow
Department of Cardiothoracic Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Marc Kanchuger, MD

Associate Professor
Chief of Cardiothoracic and Transplant Anesthesia
Department of Anesthesia
New York University School of Medicine
Tisch Hospital of New York University Medical Center
New York, New York

Colleen Gorman Koch, MD, MS

Staff Anesthesiologist
Department of Cardiothoracic Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Steven Konstadt, MD, MBA, FACC

Professor of Anesthesiology
The Mount Sinai School of Medicine
New York, New York

Eric Kraenzler, MD

Staff Anesthesiologist
Director, Section of Thoracic Anesthesia
Department of Cardiothoracic Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Nhung T. Lam, MD

Staff Physician
Department of Anesthesia
Southwest Washington Medical Center
Vancouver, Washington

Michael G. Licina, MD

Staff Anesthesiologist
Department of Cardiothoracic Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Jia Lin, MD

Staff Anesthesiologist
Department of General Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Bruce W. Lytle, MD, FACC

Chair
Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Jonathan B. Mark, MD

Professor and Vice Chairman
Department of Anesthesiology
Veterans Affairs Medical Center
Duke University Medical Center
Durham, North Carolina

Joseph P. Mathew, MD

Associate Professor of Anesthesiology
Chief, Division of Cardiothoracic Anesthesiology
Department of Anesthesiology
Duke University Medical Center
Durham, North Carolina

Patrick McCarthy, MD, FACC

Chief, Division of Cardiothoracic Surgery
Northwestern Medical Faculty Foundation, Inc.
Co-Director, Northwestern Cardiovascular Institute
Northwestern Memorial Hospital
Professor of Surgery
Northwestern University Feinberg School of Medicine
Chicago, Illinois

Glenn S. Murphy, MD

Assistant Professor, Department of Anesthesiology
Director, Cardiac Anesthesia
Northwestern University Feinberg School of Medicine
Academic Institution
Evanston Northwestern Healthcare
Evanston, Illinois

Kim J. Payne, MD

Assistant Professor
Department of Anesthesiology and Perioperative
Medicine
Medical University of South Carolina
Charleston, South Carolina

Albert C. Perrino, Jr., MD

Associate Professor
Department of Anesthesiology
Yale University School of Medicine
New Haven, Connecticut

Greg Pitas, MD

Assistant Staff
Department of Cardiothoracic Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Mihai V. Podgoreanu, MD

Assistance Professor
Department of Anesthesiology
Duke University Medical Center
Durham, North Carolina

Dominique Prud'homme, MD

Staff Anesthesiologist
Department of Cardiothoracic Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

James Ramsay, MD

Professor of Anesthesiology
Emory University School of Medicine
Atlanta, Georgia

Scott T. Reeves, MD, MBA, FACC

Professor, Vice Chair Research
Department of Anesthesia and Perioperative Medicine
Medical University of South Carolina
Charleston, South Carolina

Alexander Rovner, MD, FACC

Advanced Imaging Fellow
Cardiovascular Imaging
Department of Cardiovascular Medicine
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Isobel A. Russell, MD, PHD, FACC

Professor, Department of Anesthesia and Perioperative
Care
Chief, Cardiac Anesthesia
Moffitt-Long Hospitals
University of California
San Francisco, California

Robert M. Savage, MD, FACC

Co-Director Intraoperative Echocardiography Service
Departments of Cardiothoracic Anesthesia and
Cardiovascular Medicine
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Rebecca A. Schroeder, MD

Associate Professor and Anesthesiologist
Department of Anesthesiology
Duke University School of Medicine
Durham, North Carolina

Jack S. Shanewise, MD, FACC

Director of Cardiothoracic Anesthesiology
Columbia University College of Physicians and Surgeons
New York, New York

Stanton K. Shernan, MD, FACC
Director of Cardiac Anesthesia
Assistant Professor of Anesthesia
Department of Anesthesiology, Perioperative and Pain
Medicine
Brigham & Women's Hospital
Boston, Massachusetts

Takahiro Shiota, MD, FACC
Associate Professor of Medicine
Department of Cardiovascular Medicine
Lerner College of Medicine of Case Western Reserve
University
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Gardar Sigurdsson, MD, FACC
Advanced Imaging Fellow
Cardiovascular Imaging
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland Ohio

Nicholas G. Smedira, MD, FACC, FACS
Surgical Director, Cardiac Transplantation and
Mechanical Assist Devices
Surgical Director, Kaufman Center for Heart Failure
Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Kirk T. Spencer, MD, FACC
Associate Professor
Department of Medicine Section of Cardiology
University of Chicago
Chicago, Illinois

Gautam M. Sreeram, MD
Assistant Professor
Department of Anesthesiology
Duke University School of Medicine
Durham, North Carolina

William J. Stewart, MD, FACC
Associate Professor of Medicine
Co-Director Intraoperative Echocardiography Service
Department of Cardiovascular Medicine
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

James D. Thomas, MD, FACC
Charles and Loraine Moore Chair of Cardiovascular
Imaging
Professor of Medicine and Biomedical Engineering
Department of Cardiovascular Medicine
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Daniel M. Thys, MD, FACC, FAHA
Chairman and Professor
Department of Anesthesiology
St. Luke's - Roosevelt Hospital Center
College of Physicians and Surgeons of Columbia
University
New York, New York

Christopher A. Troianos, MD
Chair and Program Director
Department of Anesthesiology
Mercy Hospital of Pittsburgh
Pittsburgh, Pennsylvania

Murat Tuzcu, MD, FACC
Director, Intravascular Ultrasound Lab
Department of Cardiovascular Medicine
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Daniel P. Vezina MD, MSC, FRCPC
Assistant Professor
Department of Anesthesiology
Department of Internal Medicine, Division of Cardiology
Director of Perioperative Echocardiography
University of Utah
Salt Lake City, Utah

David F. Vener, MD
Staff Anesthesiologist
Department of Congenital and Cardiothoracic Anesthes
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Lee K. Wallace, MD
Associate Staff Anesthesiologist
Director of Intraoperative Echocardiography Education
Department of Cardiothoracic Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Jay Weller, MD
Staff Anesthesiologist
Department of Cardiothoracic Anesthesia
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

Patrick L. Whitlow, MD, FACC
Director, Interventional Cardiology
Department of Cardiovascular Medicine
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

James B. Young, MD, FACC
Chair and Professor
Department of Medicine
The Cleveland Clinic Lerner College of Medicine
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio

目 录

第一篇 超声心动图的基本原理

第 1 章 超声心动图的物理性质	2
第 2 章 数字超声心动图	17
第 3 章 伪影和假象	27
第 4 章 优化二维超声心动图图像	35

第二篇 术中检查

第 5 章 心脏外科解剖与超声心动图成像平面间的相互关系	46
第 6 章 全面的和简略的超声心动图成像程序	57
第 7 章 术中 TEE 最新指南	66
第 8 章 术中 TEE 组织的服务:个人、仪器、维修、安全、感染以及质量不断提高	73
第 9 章 超声心动图结果的统计分析	81
第 10 章 整体心室功能的评估	89
第 11 章 右心室功能评价	102
第 12 章 局部心室功能评估	109
第 13 章 围术期心脏舒张功能不全	118
第 14 章 二尖瓣的评价	129
第 15 章 主动脉瓣的评估	142
第 16 章 三尖瓣及肺动脉瓣评价	153
第 17 章 胸主动脉的评估	165
第 18 章 人工瓣膜的评价	173
第 19 章 心脏肿物	189
第 20 章 成人先天性心脏病的评估	201

第三篇 重症监护决策

第 21 章 重症监护中心 TEE 的应用	214
第 22 章 围术期血流动力学评估	231

第四篇 冠状动脉疾病手术方案决策

第 23 章 心肌存活评估	250
第 24 章 高风险心肌血管重建的评估和缺血性心脏病的并发症	260
第 25 章 对缺血性心脏病的二尖瓣评估	285
第 26 章 非体外循环下心肌血运重建的评估	301

第五篇 瓣膜性心脏病手术方案决策

第 27 章 二尖瓣和三尖瓣疾病的外科治疗	306
第 28 章 二尖瓣手术中的评价	318
第 29 章 主动脉瓣手术的外科选择	389
第 30 章 主动脉瓣外科手术的评价	396

第六篇 大血管疾病手术方案决策

第 31 章 主动脉手术评价	412
----------------	-----

第七篇 充血性心力衰竭手术方案决策

第 32 章 充血性心力衰竭的病理生理	426
第 33 章 心肌病的评估	432
第 34 章 充血性心衰非心脏移植手术的外科治疗	440
第 35 章 充血性心力衰竭外科手术操作的评价	447
第 36 章 心脏移植的评价	469

第八篇 心脏介入治疗与非心脏手术决策

第 37 章 心脏介入治疗评估	480
第 38 章 TEE 在非心脏手术中的应用	493
索引	504

第一篇

超声心动图的基本原理

超声心动图的物理性质

超声心动图成像是依靠超声波在心血管内组织的反射来成像的。本章将概述声波仪器、超声产生、传输、反射和重构的物理原理及相应的多普勒超声心动图的应用。并将强调重要概念,从基本概念到临床超声实际应用来进行讲解。希望通过图像获得相应的背景知识,使术中超声心动图操作者可以更好地理解各种设备的应用。

重要概念

超声心动图是使用声波产生心脏和(或)周边组织的图像。声音在物理媒介中的机械振动,例如空气、水或组织,模拟听觉器官产生听觉。声音通过媒介以扩散形式传播。在该波中,微粒在媒介中被压缩或变宽(稀松区域)。声音在图像上可以用正弦波表示(图 1-1)。

基线上或下的高度代表微粒相对被压缩或变宽的幅度。振幅(A)是基线上方微粒的最大压缩,以 dB 表示。振幅等于声波的响度。产生灰度、二维超声心动图时,振幅会改变。

分贝是以真实值(MV)和相对值(RV)比率为基础的对数单位,因此 $\text{dB}=20\log(\text{MV}/\text{RV})$ 。因此,10 000 对 1 的比率是 80dB。使用分贝作为标尺的优点是,很大范围可以被压缩为一个很小数值,低振幅(弱)信号能显示在高振幅(强)信号的附近。使用 dB 标尺,在超声心动图信号处理中非常重要,因为振幅测量是二维超声心动图视图的基础。

强度指组织区域内的声能水平。该概念表示为:

$$\text{强度}(I) (\text{watts}/\text{cm}^2) = \text{能量} (\text{watts}) / \text{声束面积} (\text{cm}^2)$$

强度与矩形超声波的波幅成正比:

$$I \sim A^2$$

较大的超声波波幅将导致更大的强度,因而导致组织损伤

的机会也较大。碎石术使用高强度的超声波打碎肾结石,而超声心动图采用低强度的超声波。波长(λ)是指最大压缩点的两个相邻区之间的距离。每单位时间波长的数目是波的频率(f)。频率可表示为周期/秒,也被称作赫兹(Hz)。波长(λ)乘以频率(f)等于波的传播速度(c),采用下列公式表示:

$$c=f \times \lambda$$

其中 c= 传播速度

λ = 波长

f= 频率

由于声波在人类心脏组织中的传播速度相对恒定——1540m/s 或者 $1.5 \times 10^3 \text{m/s}$ ——波长与声波的频率成反比,可计算为:

$$\lambda = c/f = (1.54 \times 10^3 \text{米/秒}) / f(\text{MHz})$$

分辨率是指区分空间中两点的能力,采用波长确定。波长在超声心动图中很重要,因为图像分辨率不大于 1 个或 2 个波长,并且超声波穿透的深度与其波长成正比。波长越长,分辨率越低,组织穿透性越强。频率的变化构成多普勒超声心动图的基础。

声阻抗是声穿透介质的过程,它定义为介质密度乘以声穿过该介质的速度。在声穿过一种均质物质时,是以直线通过的。然而,当声波到达具有不同密度(声阻抗)的两种组织的界面时,部分声束被反射回其声源。反射的量取决于两种组织声阻抗的差异。声阻抗表示为:

$$z = \rho \times v$$

其中 ρ 是密度

v 是速度

当超声波到达两个不同声阻抗表面之间的界面时,发生反射,一部分声波沿着超声束的路径被反射回换能器。较大的声

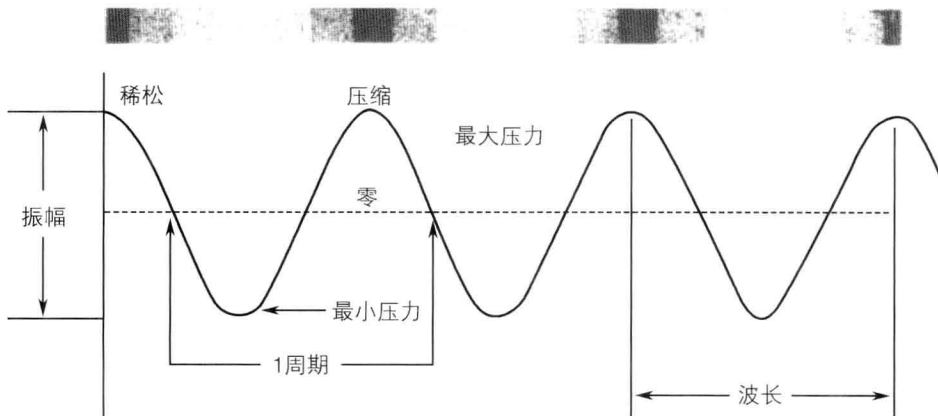


图 1-1 声波的概略图

阻抗导致较大的超声束反射。在光滑表面比如镜面上的反射,被称作**镜面反射**。在镜面反射时,大部分的超声波被反射,仅很少的声波继续穿过这一界面。

折射是超声波通过不同声阻抗的介质时所发生的方向变化或转折。当超声束在两种介质中有不同传播速度且超声速和界面之间具有倾斜角时,发生折射。衍射所致的超声束方向的变化可致使形成图像伪像。改变超声换能器的角度,使超声束和表面界面之间角度为 90° ,可将伪像形成的可能性最小化;这样也减少了折射。

散射是当超声波遇到小的或不规则形状的物体比如红细胞时所发生的一种反射。反射波被分散向多个不同的方向,比镜面反射时的波弱很多。

衰减是超声波穿过组织时声波的减弱。声波的强度减弱,波幅减小。衰减与波前沿移动的距离直接相关。

吸收,当超声波的能量被转化为另一种能量形式,比如热或者机械振荡时,即发生了**吸收**。吸收与超声波的频率直接相关——频率越大,吸收越多。在软组织中,吸收是衰减的主要原因。

声可被分类为亚声或者次声、可听到的声音以及超声。

超声是频率大于20 000周期/秒的声波。将超声用于诊断影像学的主要优势是超声可被导向一束,它遵循反射和折射规则,并且可被小体积的物体反射。超声的主要劣势是在气体介质中传播能力较差。

超声诊断一般使用频率100万~2000万Hz或1~20MHz之间的换能器。

超声束的产生

压电效应

超声心动图的根源可追溯到1880年,当时Curie兄弟发现一块切割的石英板在经受机械应力时,可在其表面上出现电荷(图1-2)。在晶体上使用机械应力产生电能被称作**压力电效应**或**压电效应**(图1-3)。第2年,兄弟俩发现这一原理反过来亦适用,即如果该晶体被放置在交流电电场中,晶体将改变形状或以特征性的式样振荡(1~5)。这构成了超声波检查法的基础。

基础。

通过压电效应产生超声波。对于某些类型的晶体和陶瓷,材料内的分子高度极化,在图中用标示了“+”和“-”的椭圆形表示。当晶体中有电荷时,在电场中这些偶极试图沿电场方向排成一列,它们的活动会使晶体稍变形,导致晶体振荡。这一振荡以超声波的形式被传送到体内。由于换能器中反射的超声波作用晶体表面导致这些个体偶极的微小活动,诱导可被电极检测到的电场,然后被放大在超声机中进行放大处理和显示。

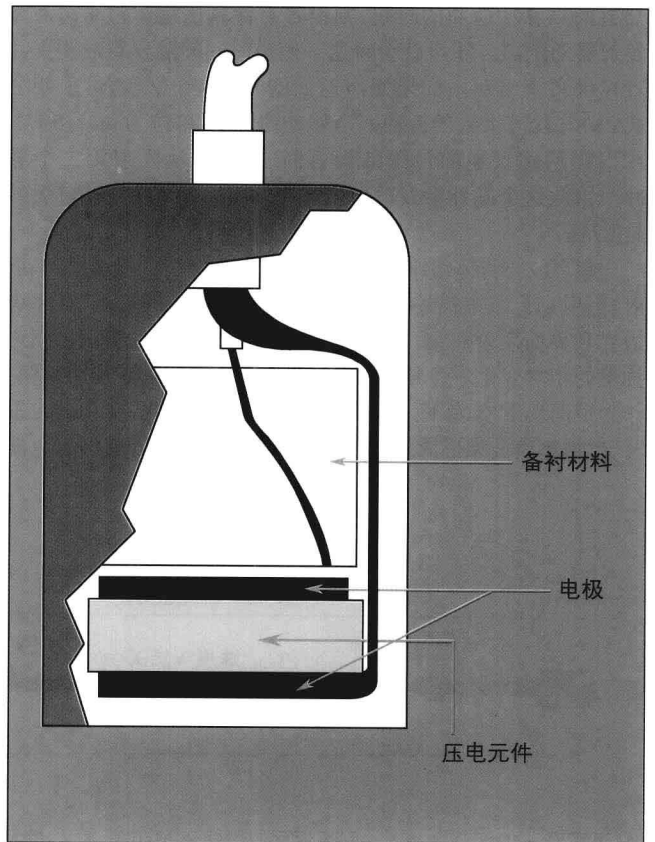


图1-2 压电板结构。当切割的石英晶体板经受超声机械应力时,形成电荷。反之,当交流电流通过压电板时,压电板发生振荡,产生超声波

压电效应

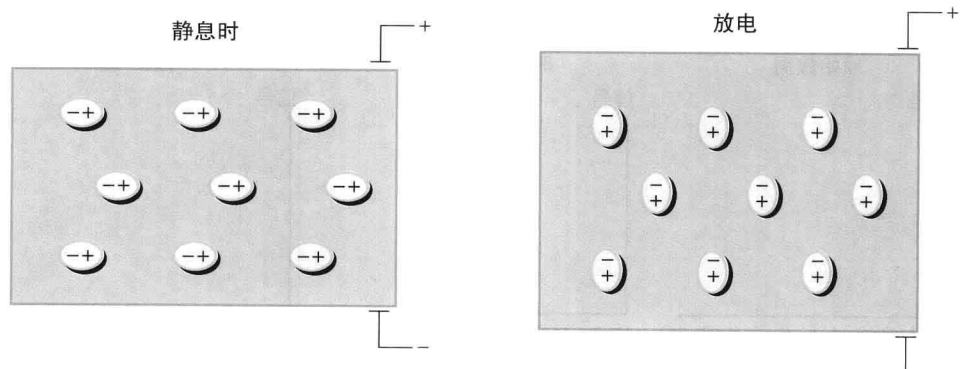


图1-3 压电效应。对于某些晶体和陶瓷,在电信号存在时高度极化的分子发生振荡,产生超声波。类似的,当超声波作用于这样的晶体时,振荡的分子会以相同的频率产生电信号

- 发射时,电使晶体振荡,发射超声
- 接收时,超声振荡生成电信号

示,因此超声换能器还可作为接收器。

超声成像

所有超声成像都以超声在体内传播的时间和距离之间可预测的关系为基础(图 1-4)。当产生超声脉冲时,超声以大约 1540m/s 的速度移动。该脉冲可向物体移动 20cm,然后其回声再移动 20cm 返回到超声换能器。总距离为 40cm。所需的时间大约为 267 μ s。如果发射出一个超声脉冲并且知道回声脉冲返回的时间,则很容易计算该物体距离超声波发射器的距离。超声就会将这一回声时间间隔换算成距离并且在屏幕上显示。如果回声返回的时间是 t 毫秒,可采用公式 $d=77t$ 计算大致的返回回声移动的深度(单位为 cm)(5~7)。在回声从感兴趣的最深结构返回之前,无法发射第二个脉冲。因此这个脉冲触发的重复频率(PRF,用 kHz 表示)大约是 $77/d$ 。

超声波与身体组织和器官之间的相互作用可以用反射、散射、折射和衰减来描述。**反射**是所有超声成像的基础,在组织边界和界面反射声束。反射的声束量取决于两种组织之间声阻抗的相对变化。边界横向尺寸大于声束波长的平滑肌组织,作为镜面反射体(镜面)。在超声波束与换能器成 90°角的位置时,反射超声波束形成最大程度返回。小于或大于 90°角,可能

会有回声失落(表现为回声成像较差)。当超声束遇到小的结构(小于 1 个波长)时发生**散射**,超声能量散射到各个方向。折射是当超声波束穿过不同声阻抗的媒介时,从直路径发生偏斜。折射通过声学“镜片”聚集声束从而提高图像质量,但是可能会引发一些问题例如“重像”伪像。**衰减**是指超声束穿过身体时,由于超声能量转化成热量,且发生反射和散射吸收,使信号强度降低或减弱。整体衰减取决于频率,如果增加频率,会增加衰减并降低足够的成像深度。气体具有高声阻抗性,并且能够使超声信号显著衰减。

意识到超声在穿过身体血液和组织,特别是肺组织时发生持续衰减和分散是非常重要的。信号返回到换能器时,强度的变化可能是百万倍,变化可能超出机器的显示能力和观察者的解释能力。因此,原始数据要经过对数压缩,从而把信号强度中的指数衰减转换成图 1-5 所示的信号强度的线性下降。

这个调整称为压缩并且通过标有压缩或动态范围的超声机的调节器进行改变。还需要不同程度地放大压缩过的信号,从而使深层的信号达到与较浅回声相同的水平。时间增益补偿一般通过机器上一系列的滑动控制键来调整,从而不同程度地放大图像的不同深度。通过这种方式拉平背景信号,可以看到真实返回回声及其实际的超声心动图反射。

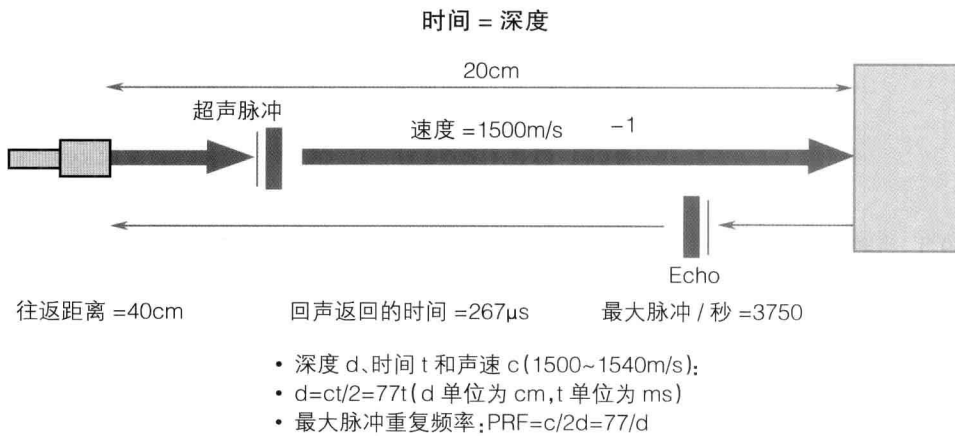


图 1-4 超声成像。因为在组织中超声相对恒速(1500~1540m/s),所以超声发射和回声接收之间的延迟可以说明引起回声的结构深度。回声延迟为 t 毫秒,以厘米为单位的深度为 77t;同样的,在深度 d 可得的最大脉冲重复频率(用 kHz 表示)为 77/d

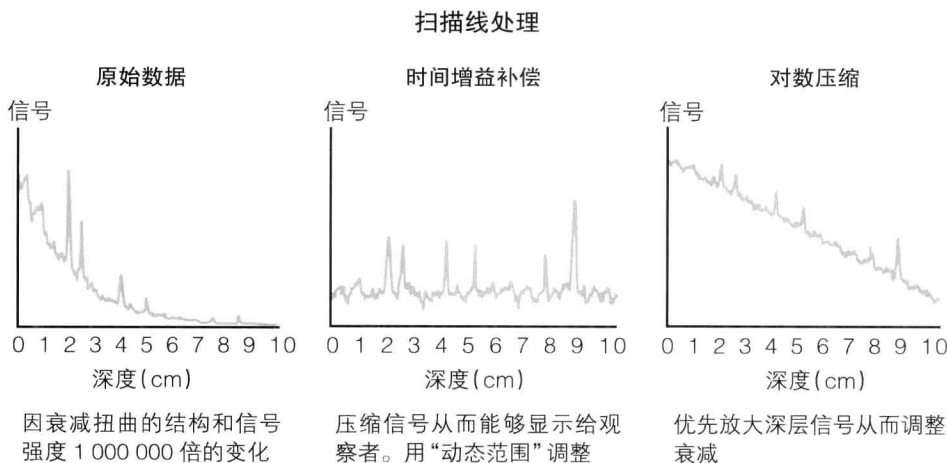


图 1-5 扫描线处理。由于随着成像深度不同,信号强度中的指数衰减变化可能达到百万倍,因而有必要把信号经过对数压缩使其线性延迟。然后根据深度(时间增益补偿)使用不同的放大,从而拉平背景信号并使真实的超声反射显现出来