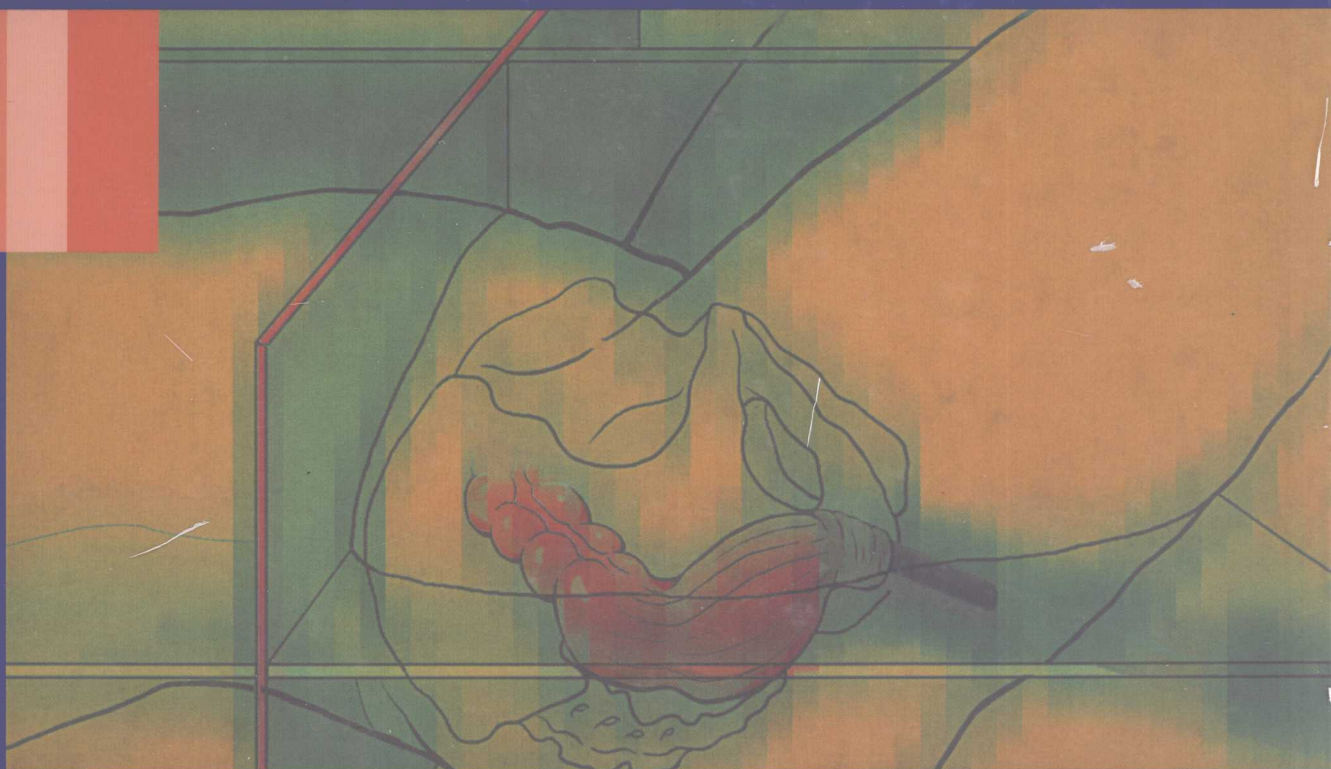


肛管直肠良性疾病诊断与 治疗新选择

肛管直肠内超声图谱



原一著 G. A. Santoro G. Di Falco
主译 夏立建 刘爱武 于振海



人民卫生出版社

肛管直肠良性疾病诊断与治疗新选择

肛管直肠内超声图谱

Benign Anorectal Diseases

*Diagnosis with Endoanal and Endorectal Ultrasound
and New Treatment Options*

原 著 G. A. Santoro

G. Di Falco

主 译 夏立建 刘爱武 于振海

副主译 李 荔 孙仕林

译 者 (按姓氏笔画排序)

于 剑	付荣湛	田 虎	刘 波
刘竞芳	孙京杰	张丽丽	李 凯
李光新	杨明宇	邵万金	陈守华
徐小琳	袁 凯	顾 禾	曹莉莉
梁永娟	黄玉芳	滕木俭	

审 校 李兆亭

人 民 卫 生 出 版 社

Translation from the English language edition:

Benign Anorectal Diseases; Diagnosis with Endoanal and Endorectal Ultrasound and New Treatment Options

edited by G. A. Santoro, and G. Di Falco,

Copyright © 2006 Springer-Verlag Italia

Springer-Verlag is a part of Springer Science + Business Media

All Rights Reserved.

图书在版编目 (CIP) 数据

肛管直肠良性疾病诊断与治疗新选择 肛管直肠内超声图谱/夏立建等主译. —北京:人民卫生出版社, 2009. 2
ISBN 978 - 7 - 117 - 10705 - 1

I. 肛… II. 夏… III. ①肛门疾病 - 超声波诊断 - 图谱②直肠疾病 - 超声波诊断 - 图谱 IV. R574.04 - 64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 157586 号

图字:01-2008-5088

肛管直肠良性疾病诊断与治疗新选择

肛管直肠内超声图谱

主 译: 夏立建 等

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010 - 67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010 - 67605754 010 - 65264830

印 刷: 中国农业出版社印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 889 × 1194 1/16 印张: 24

字 数: 633 千字

版 次: 2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978 - 7 - 117 - 10705 - 1/R · 10706

定 价: 168.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010 - 87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

参编人员

PIER FRANCESCO ALMERIGI, M.D.
Department of Surgery
and Anaesthesiology
University of Bologna
S. Orsola-Malpighi Hospital
Bologna, Italy

DONATO F. ALTOMARE, M.D.
Associate Professor of Surgery
Head of Coloproctological Unit
Department of Emergency and Organ
Transplantation, General Surgery and
Liver Transplantation Unit
University of Bari
Bari, Italy

DAVID C.C. BARTOLO, M.S., F.R.C.S.
Consultant Colorectal Surgeon
Colorectal Unit
Western General Hospital
Edinburgh, Scotland, United Kingdom

GABRIELE BAZZOCCHI, M.D.
Chief, Rehabilitation for Visceral
Disorders Unit
Montecatone Rehabilitation Institute
University of Bologna
Imola, Italy

MARC BEER-GABEL, M.D.
Director of the Pelvic Floor Unit
Consultant Gastroenterologist
Tel Hashomer Hospital
Tel-Aviv, Israel

GEERARD L. BEETS, M.D., PH.D.
Department of Surgery
University Hospital Maastricht
Maastricht, The Netherlands

REGINA G.H. BEETS-TAN, M.D., PH.D.
Department of Radiology
University Hospital Maastricht
Maastricht, The Netherlands

ROBERTO BELLOMO, M.D.
Department of Surgery
Ospedale "S. Maria dei Battuti"
S.Vito al Tagliamento
Pordenone, Italy

NICOLAE BOLOG, M.D.
Institute of Diagnostic Radiology
University Hospital
Zürich, Switzerland

MICHAEL CAMILLERI, M.D.
Clinical Enteric Neuroscience
Translational and Epidemiological
Research (C.E.N.T.E.R.) Group
Mayo Clinic College of Medicine
Rochester, Minnesota, United States

BRUNO COLA, M.D., F.A.C.S.
President of the European
Council of Coloproctology
Chairman, Department of Surgery and
Anaesthesiology
University of Bologna
S. Orsola-Malpighi Hospital
Bologna, Italy

DAJANA CUICCHI, M.D.
Department of Surgery
and Anaesthesiology
University of Bologna
S. Orsola-Malpighi Hospital
Bologna, Italy

RICHELLE J.F. FELT-BERSMA, M.D., PH.D.
Department of Gastroenterology
and Hepatology
VU University Medical Center
Amsterdam, The Netherlands

BJØRN FORTLING
Engineer
B-K Medical
Herlev, Denmark

FRANCO GALANTI, M.D.
Department of Surgery
Ospedale "S. Maria dei Battuti"
S.Vito al Tagliamento
Pordenone, Italy

GIUSEPPE GIZZI, M.D.
Associate Professor
Department of Medicine and
Gastroenterology
University of Bologna
S. Orsola-Malpighi Hospital
Bologna, Italy

STEVE HALLIGAN, M.B., B.S., M.D.,
F.R.C.P., F.R.C.R.
Professor of Gastrointestinal Radiology
Department of Specialist Radiology
University College Hospital
London, United Kingdom

TRACY L. HULL, M.D.
Head, Section of Anal Physiology
and Ultrasound
Department of Colorectal Surgery
The Cleveland Clinic Foundation
Cleveland, Ohio, United States

MICHAEL HÜNERBEIN, M.D., PH.D.
Department of Surgery and Surgical
Oncology
Charité University Hospital
Campus Berlin Buch and Helios
Hospital
Berlin, Germany

ALDO INFANTINO, M.D.
Chief, Department of Surgery
Ospedale "S. Maria dei Battuti"
S.Vito al Tagliamento
Pordenone, Italy

URBAN KARLBOM, M.D., PH.D.
Associate Professor
Department of Surgery
University Hospital
Uppsala, Sweden

JONATHAN B. KRUSKAL, M.D., PH.D.
Chief, Abdominal Imaging
Beth Israel Deaconess
Medical Center
Associate Professor of Radiology
Harvard Medical School
Boston, Massachusetts, United States

MAX J. LAHAYE, M.D.
Department of Radiology
Department of Surgery
University Hospital Maastricht
Maastricht, The Netherlands

WOUTER H. LAMERS, M.D., PH.D.
Department of Anatomy
& Embryology
University Hospital Maastricht
Maastricht, The Netherlands

RAFFAELE LOMBARDI, M.D.
Department of Surgery
and Anaesthesiology
University of Bologna
S. Orsola-Malpighi Hospital
Bologna, Italy

BORUT MARINCEK, M.D.
Professor of Radiology
Chairman, Institute of Diagnostic
Radiology
University Hospital
Zürich, Switzerland

KLAUS E. MATZEL, M.D.
Chirurgische Klinik
mit Poliklinik
FAU Erlangen-Nurnberg
Erlangen, Germany

LARS PÄHLMAN, M.D., PH.D., F.R.C.S.,
F.R.C.S. (GLASG)
Professor of Surgery
Department of Surgery
University Hospital
Uppsala, Sweden

CLAUDIO PASTORE, M.D.
Coloproctology Service,
Department of Surgery
Regional Hospital
Treviso, Italy

LUCIANO PELLEGRINI, M.D.
Division of Gastroenterology
M.F. Toniolo Hospital
Bologna, Italy

LIA PISEGNA CERONE, M.D.
Department of Surgery
Ospedale "S. Maria dei Battuti"
S.Vito al Tagliamento
Pordenone, Italy

CARLO RATTO, M.D.
Department of Clinica Chirurgica
Catholic University
Rome, Italy

ALBERTO REALIS LUC, M.D.
Colorectal Unit
Colorectal Eporediensis Center
Policlinico of Monza
Monza, Italy

BEATRICE SALVIOLI, M.D., PH.D.
Department of Internal Medicine
University of Bologna
S. Orsola-Malpighi Hospital
Bologna, Italy

AHMED SHAFIK, M.D., PH.D.
Professor and Chairman
Department of Surgery
and Experimental Research,
Faculty of Medicine
Cairo University
Cairo, Egypt

JAAP STOKER, M.D., PH.D.
Professor of Radiology
Department of Radiology
Academic Medical Center
University of Amsterdam
Amsterdam, The Netherlands

ANGELO STUTO, M.D.
Department of Surgery
S.M.A. Hospital
Pordenone, Italy

STUART A. TAYLOR, M.D., M.R.C.P., F.R.C.R.
Consultant Radiologist and Honorary
Senior Lecturer
Department of Imaging
University College Hospital
London, United Kingdom

MAAIKE P. TERRA, M.D.
Department of Radiology
Academic Medical Center
University of Amsterdam
Amsterdam, The Netherlands

JOE J. TJANDRA, M.B.B.S., M.D., F.R.A.C.S.,
F.R.C.S., F.R.C.P.S., F.A.S.C.R.S.
Associate Professor of Surgery
Department of Colorectal Surgery
Epworth and Royal Melbourne Hospital
University of Melbourne
Melbourne, Victoria, Australia

MARIO TROMPETTO, M.D.
Colorectal Unit
Colorectal Eporediensis Center
Policlinico of Monza
Monza, Italy

DOMINIK WEISHAUP, M.D.
Institute of Diagnostic Radiology
University Hospital
Zürich, Switzerland

STEVEN D. WEXNER, F.A.C.S., F.R.C.S.,
F.R.C.S. (Ed)
Chairman, Department of Colorectal
Surgery
Cleveland Clinic Florida
Weston, Florida, United States

ANDREW ZBAR, MD, FRCS (Ed), FRCS
(Gen), FRACS, FCCS
Professor of Surgery
School of Clinical Medicine
and Research
University of the West Indies
Cave Hill Campus
St. Michael, Barbados

LUIGI ZORCOLO, M.D.
Assistant Professor
Colorectal Unit
University of Cagliari
Cagliari, Italy

原版序

病理学就像是一部既成的悲剧，我们无力去改变；而我们所能做的就是将我们的诊疗建立在生理学基础之上。

——塞缪尔·巴特勒

肛管直肠良性病变在普通人群中较为常见，虽然还不知其确切的发病率，估计其发病率可能为3%~7%。这些病变大多都已严重影响病人的生活质量。例如，大便失禁这一症状就非常严重，在美国已成为需要病人长期入院治疗的第二大病因。此外，因大便失禁每年用于成人卫生巾的费用就高达4亿美元。

在过去10年里，由于媒体的普遍关注，对于这些病变，病人已不再那么羞于启齿了。相反地，很多病人更愿意公开谈论他们的症状并积极寻医治疗。

肛痿、排便梗阻、大便失禁仍然是主要的外科顽疾。这些病变的高手术失败率及多次手术率，一直困扰着该领域的医务工作者。出现治疗效果不尽如人意的一个重要原因就是缺乏对这些病变病理生理状况的全面了解，以至于采取的手术治标而不治本。在过去10年里，用于肛管直肠良性病变的专项基金也在不断增加。终于有了一个可喜的转机，就是通过磁共振成像及肛管直肠内超声，我们可以较好地了解这些病变的解剖损伤。肛管直肠内超声可以使我们清楚地了解病人潜在的解剖缺陷，因而已成为结直肠外科医生首选的诊断检查手段。不过，反过来说，即使肛管直肠内超声的确有可能改善目前此类疾病的治疗现状，在大多数国家，据调查发现也缺少相关的正规培训，而此类调查通常是由对之感兴趣的临床医生发起的。我们都知道，肛管直肠内超声很大程度上有赖于操作者的个人经验，因此，制定一个统一的标准来确保质量就显得尤为重要。

《肛管直肠良性病变诊断与治疗新选择：肛管直肠内超声图谱》一书对应用于上述病变的各种方法都一一作了明确的阐述。从正常肛管直肠的超声解剖到利用超声图像对肛直肠各种不同良性病变进行评估，再到富于艺术性的手术操作和作者对新疗法的精湛把握，本书始终致力于使各种诊断和治疗方法趋于标准化。书中包含了大量高质量的插图及大量临床实用指南，使得本书成为结直肠外科学、胃肠病学、放射学、妇科学及其他学科的专科医生一本不可或缺的重要参考书。

Gian Gaetano Delaini 教授
意大利 Verona 临床外科大学校长
(译者：夏立建)

原版前言

肛管、直肠及会阴部良性病变发病较为频繁，使有限的医疗卫生资源背负了沉重的经济负担，已成为一个共识的社会问题。

众所周知，大便失禁严重影响生活质量。这一突出症状在现实生活中普遍存在。然而，由于病人羞于启齿，不愿承认自己的症状，使得人们从总体上低估了实际的发病情况。大多数情况下，大便失禁常见于有产伤史的女性，甚至也可能发生于年轻时有过自然分娩史的年老女性。

肛管直肠瘘是一种临床常见病。为发现原发性瘘道和内在瘘口及确定是否存在继发性瘘道、马蹄形瘘及脓肿，并以此来调整治疗方案，我们必须要了解瘘的解剖及其发病机制。由于担心损伤病人肛门的节制排便功能，外科医生常不能充分暴露出瘘道，致使瘘经常会复发。

排便梗阻综合征是肛管直肠的又一种常见良性病变，其特点是当病人行使排便功能时，其逼便功能受损。病人所诉症状轻重不一，但都影响了他们的生活质量。出现不同症状的原因可能有多种，为此，要正确处理这些复杂的情况，必须要准确了解其病理生理状况。

在过去 20 年里，针对肛管、直肠及会阴部良性病变的各种评价、检测手段不断发展，提高了我们对此类疾病发病机制的认识。在这些技术手段当中，直肠内超声检查因其易于掌握，操作相对简便并且费用较低而成为结直肠常规诊疗中重要的或不可缺的一部分。近来，这一领域有了巨大进展，引入了高分辨率三维立体超声，能提供病变的形态及大小，使我们能够更好地区分肛管直肠的正常结构与异常结构。

基于以上原因，继出版了《肛管直肠癌术前分期与治疗选择：肛管直肠内超声图谱》两年之后，我们感到很有必要向广大读者呈现其子本《肛管直肠良性疾病诊断与治疗新选择：肛管直肠内超声图谱》。此书是我本人在这一领域 10 多年个人经验的总结，同时也是放射学、胃肠病学及结直肠外科医生们集体智慧的结晶。第一章及第二章向大家介绍了一些基本的信息，包括超声成像的基本原理及目前用于肛管直肠内超声检查的仪器设备，还有三维立体重构技术方面的新进展。第三章展示了精美的盆底影像资料，并详细描述了正常肛管与直肠的腔内超声解剖。同时，本章节也介绍了肛管直肠部位及盆腔结构的磁共振成像。第四章和第五章从各个方面评价了直肠内超声在大便失禁、肛周脓肿及肛瘘病人的评估方面的重要作用。同时，我们也向大家报告了超声检查的准确性及可靠性，详细回顾了最近有关超声的文献，并对超声与磁共振成像做了重要的比较。第六章重点介绍了出口梗阻评估方面的新进展。在这一章节中，我们对传统排粪造影有关的研究进行了讨论，同时也对一些新的评估手段进行了探讨（包括直肠内超声检查、肛管直肠内动态超声检查、经阴道超声检查、经会阴动态超声检查及动态磁共振排粪造影检查）。第七章介绍了一些其他相关生理检测方法（如肛管直肠测压法、肌电图描记法），并以此提示我们真正需要及应该用何种检查手段来评估肛管直肠的良性病变。第八章到第十章对一些更为实用的

治疗选择做了客观评价。主要介绍了肛痿的治疗选择、大便失禁的传统外科治疗手段及改进创新的外科治疗方案（包括动态显微成形术、人工肛门括约肌、骶骨神经调节、射频传送、大剂量药剂注射、生物反馈治疗及其他的非手术治疗方式）以及大便梗阻的治疗选择。对于各种治疗方案的适应证、禁忌证、优点、风险及其局限性，我们也做了精确的划定。

本书中的大量篇幅一方面借以图片讲述解剖及相关技术操作，另一方面又用二维及三维超声图像以帮助读者学习如何阅读及解释超声图像，同时也为那些经验丰富的结直肠专家提供了一个回顾及再评价其技术水平的难得机会。

在此，我们谨向为本书的编写作出贡献的各位同道们表达深深的谢意，他们很多都是这一复杂领域的杰出专家，感谢他们为本书的不同章节撰写了书稿，并在各个不同部分为本书做了精彩的重要点评。本书的问世得益于他们的丰富经验及通力协作。

我们深信，本书必定会使广大的结直肠外科医生以及与之相关的其他医务工作者产生浓厚的兴趣。

G. A. Santoro, G. Di Falco

(译者：夏立建)

目 录

第一章 超声检查的基本原理	1
第二章 经肛管直肠腔内超声新进展	11
第三章 盆底影像技术的发展水平	29
第1节 前言	31
第2节 正常肛管解剖的腔内超声图像	33
第3节 正常直肠的腔内超声解剖	53
第4节 肛管内磁共振成像：正常肛门括约肌的解剖	59
第5节 直肠和直肠系膜的 MR 解剖	64
第四章 肛管内超声波检查法对排便失禁病人的评估	77
第1节 前言	79
第2节 肛管括约肌损伤的肛管内超声精确性和可靠性的评估	82
第3节 与产科损伤相关的会阴解剖学进展	94
第4节 排便失禁：肛管内超声波检查法与磁共振影像	109
第五章 肛管内超声对肛周脓肿和肛瘘的评估	121
第1节 前言	123
第2节 肛管内超声检查在评估肛周脓肿和肛瘘方面的准确性和可靠性	131
第3节 肛周感染成像：肛管内镜超声还是磁共振成像	172
第4节 胃肠病学专家对肛瘘的肛管内超声与肛管内 MRI 的展望	180
第六章 评价出口梗阻的最新进展	189
第1节 前言	191
第2节 直肠内超声、动态腔内超声和阴道超声对出口梗阻型便秘的准确性和可靠性评价	195
第3节 临床动态经会阴超声检查诊断直肠疾病：在排便困难病人中的应用	204
第4节 便秘病人的排粪造影检查	215
第5节 出口梗阻的动态磁共振成像评价	224

第七章 肛管直肠生理学检查..... 239

 第1节 前言..... 241

 第2节 肛门括约肌形态和功能测压法和肌动描记法的评估..... 245

 第3节 良性肛管直肠疾病的治疗，我们究竟需要研究什么..... 259

第八章 排便失禁的治疗策略..... 293

 第1节 前言..... 295

 第2节 排便失禁的外科治疗..... 299

 第3节 治疗排便失禁的新方法：射频治疗和填充剂..... 314

 第4节 排便失禁的神经调节..... 323

 第5节 失禁：生物反馈及其他非手术疗法..... 337

第九章 肛瘘的治疗策略..... 351

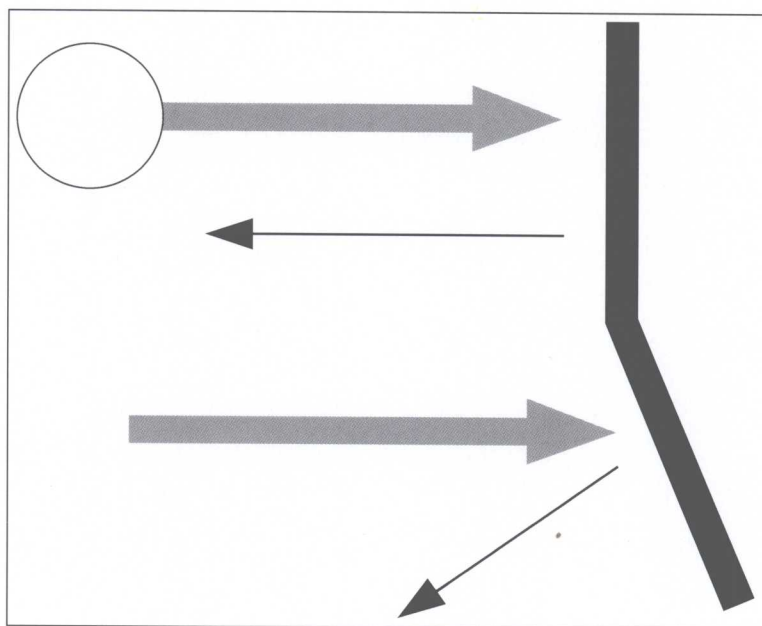
第十章 出口梗阻治疗的新理念..... 363

第一章

超声检查的基本原理

原著：G. A. Santoro

译者：滕木检，于 剑



应用外来能量（如 X 射线、超声波和注射放射性物质）做检查，隐含在影像中的信息是由能量和被检查器官之间的相互作用所产生的。能量和被检查器官之间的相互作用可以通过两种不同途径变为可视信号：一是能量通过器官或它的一部分转换形成图像；或是从被检组织结构反射和分散的能量转变为图像。这两种技术分别被命名为由传导产生的可视信号和由反射形成的可视信号。在由传导产生的可视信号技术中，能量通过物质——即生物组织传导，这些能量不被组织吸收、扩散或反射而变为可视信号。传统放射学就是利用了这一技术。反射方法所产生的可视信号是利用从组织中扩散或反射回的能量，大多数情况下，诊断性超声检查就是应用这些反射所形成的图像进行疾病的诊断。

超声的特性

超声这个名词是描述所发射的超出人类听觉能力之外的一种特殊频率的机械能量。人的最大听觉频率是 16 ~ 20 000 赫兹（Hz），目前临床超声检查所应用的频率是 2.5 ~ 20 兆赫兹（MHz），相应组织中的波长为 1 ~ 0.1mm。

超声探头

要使超声能量转换为图像，必须有外源能

量的供给，外源可以是连续的或脉冲式的。由反射所形成的超声图像就是利用了脉冲式的超声能量。基本的转换器也叫探头，探头传送和接受超声冲动是一个电子压力盘（陶制晶体），当有电流通过后，它发生振动并传播这些冲击信号到所接触的物体。超声频率取决于晶体厚度。由于超声的压电效应对称的，以至于同样的晶体也能作为接收器接受超声波所产生的微弱电信号。

超声在组织中的传导

具有弹性的超声波是通过微扰产生的，微扰能引起相应媒介颗粒发生振动，而介质中粒子的振动是弹性超声波传播的一个基本特性，所以这种声波不可能在真空中传播。几种不同形式的传播都可能存在，但在临床诊断应用的是纵波。在该类型的声波中，粒子组成了传播介质，围绕它们的中间位置前后振动，所以能量通过介质是作为一种微扰形式，而没有发生物质转换，粒子的振动是沿声波的传播方向（图 1.1）进行的，每一次往复振动被称为一个周期。超声波相邻的两个疏波和密波之间的距离被称为波长（ λ ），能量通过介质传播的速度，即传播速度（ v ），取决于介质弹性和介质密度的平均值。传播速度可粗略地看作是在诊断应用中频率间隔的常数，波长 λ 和频

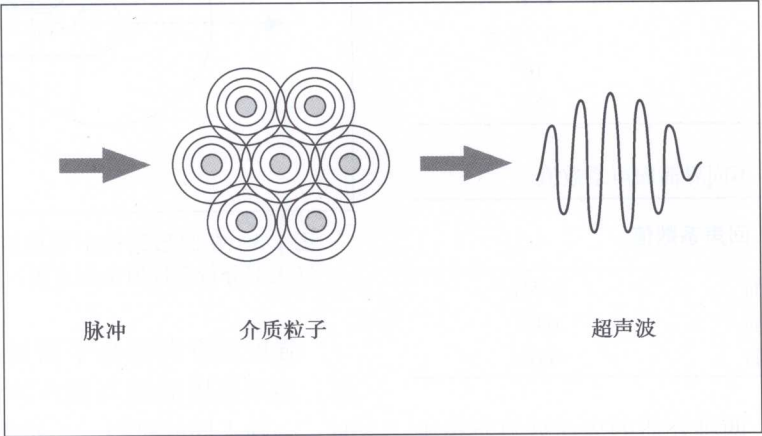


图 1.1 弹性波是由微扰产生的，微扰能引起某一介质中的粒子振动，粒子的振动是沿声波传播的方向进行的

率 f 与传播速度 v 呈正相关，即 $v = f \times \lambda$ 。

作为穿过机体的超声束，其超声密度衰减不仅是由于声波的吸收，而且与声束的偏离、散射和反射有关。每一点上声波的强度被认为是通过垂直于传播方向单位面积和单位时间的能量流，超声波束的强度用分贝（dB）表示，对于软组织而言，每穿透 1cm 的组织，每兆赫兹超声波束的能量衰减 1 分贝，这主要是由于超声能量转换为热能。超声能量的衰减主要与三个方面有关：①声波的频率；②导电介质的粘滞度，主要与蛋白质含量有关；③介质的弛豫时间，即被移位的介质分子回复到初始位置的时间。超声波在液体介质中吸收率很低，软组织中等，而骨骼和气体在应用于诊断的超声频率中吸收很高（表 1.1）。

超声束的超声密度衰减不仅是由于声波的吸收，而且与声束的偏离、散射和反射有关。当超声波沿导声均一的介质传播，遇到另一机械声阻抗不同的介质时，声波会发生反射和折射（表 1.2），图像的形成取决于反射波。反射波的量取决于两种介质表面的声阻抗以及声波束的入射角，声阻抗是描述声波在介质中声波密度和声波速度的指标。

表 1.1 不同介质的吸收系数值

物质	吸收系数 (dB/cm)
水	0.002
血	0.2
脂肪	0.6
骨骼肌	1.5 ~ 2.5
骨骼	10
空气	35

表 1.2 不同界面回声系数值

回声系数值	
水与脂肪界面	3.5%
水与骨骼界面	68%
水与空气界面	100%

在软组织中，两种介质的界面处只有很少的一部分声波被反射，但是在组织与气体的界面处，声波几乎被完全反射。理论上，声波垂

直射入某一平面时（正常入射）（图 1.2a），入射能量部分被传播而剩余部分被反射（镜面反射）。超声波的入射发生在两种介质之间为非正常入射（斜射）（图 1.2b），部分入射声波被反射，其反射角度与入射角度和界面的角度相等，而剩余的声波被折射，而且折射角与入射角不同。用一旋转的内置探针在类似于括约肌的管状结构中，绝大部分镜面呈直角反射，且足够大（图 1.3）。

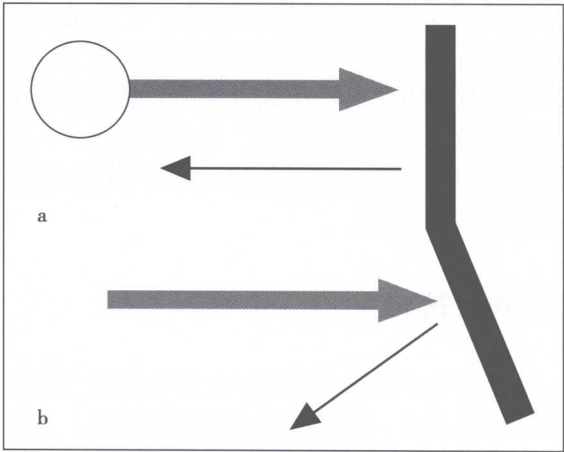


图 1.2 镜面反射。(a) 正常入射（垂直入射）；(b) 斜角入射（斜射）

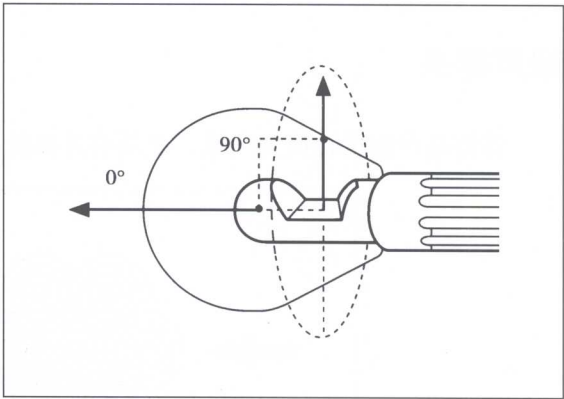


图 1.3 在圆形结构中采用旋转的内置探针，绝大部分特有反射角为直角，角度最大

强度和方向性是平面回声的两个主要特征。当不规则表面与超声波长大小次序一致时，一种不同的机制——被称为散射——产生了回声。在此，入射的超声脉冲的机械冲击使每个小界面都发生振动。振动能量向各个方向

均匀地再辐射，每个不连续行为都作为一个超声孤立点状源（图 1.4）。需要指出的是，影像学特征是一种干涉图样，并非与组织学一一对应。生物组织中的散射会减少传播的能量，它与反射和吸收一起形成了衰减。

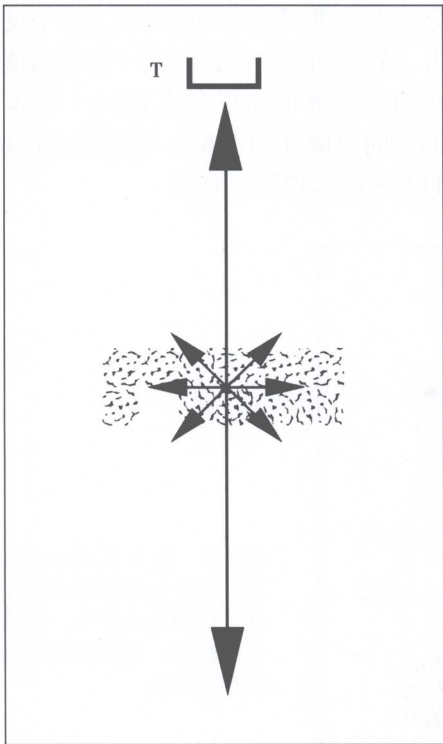


图 1.4 当界面比入射波长小得多的情况下，会产生各方向均匀散射（衍射）（T，换能器）

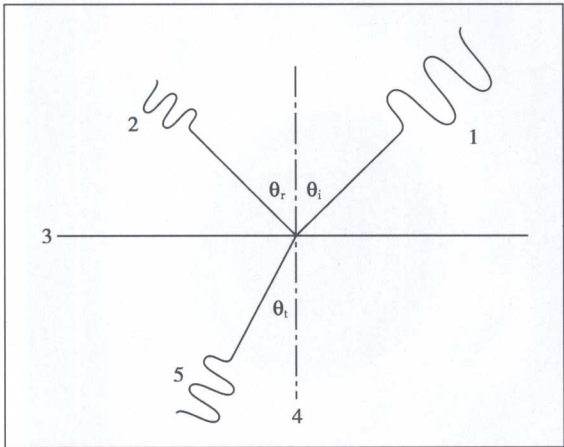


图 1.5 超声波在两种不同传播速度介质中以一定斜度入射的折射情况。（1）入射波；（2）反射波；（3）界面；（4）正常线（垂直线）；（5）折射或传播波

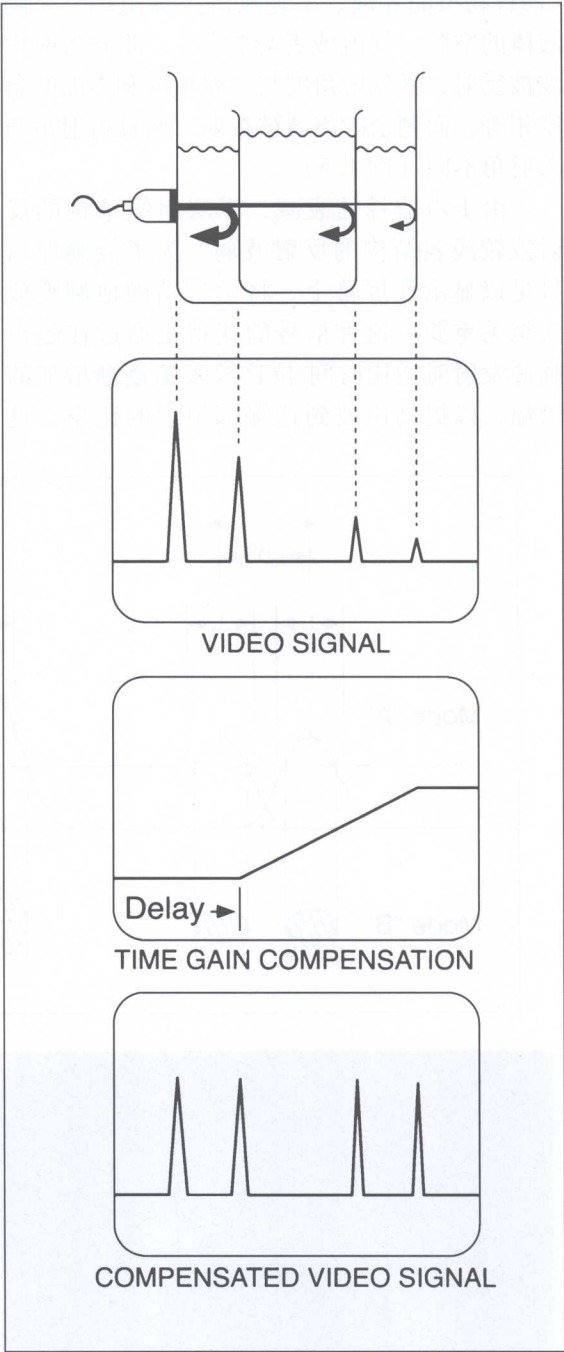


图 1.6 时间增益补偿

无论组成特性阻抗及其变化的突变点的生物组织性质如何（胶原纤维的含量是决定特性阻抗值的主要因素），广泛结构的散射或反射生理学还未能建立。脂肪、气体和骨骼的密度不同，但各种软组织密度相似，组织弹力的改变引起了阻抗的变化。当机械振动遇到阻抗

(两种物质的界面、不连续的生物组织、充满液体的空腔、气泡或者异物等)，部分入射声波被反射，其反射角度与入射角度和界面的角度相等，而剩余的声波被折射，而且折射角与入射角不同（图 1.5）。

由于声信号的衰减，深层组织结构的反射波较浅表结构的反射波弱。为了确保信号足以显示在屏幕上，将信号精确地调整放大至关重要。这种信号的获得是通过在超声脉冲发射时运用时间-位移放大器逐渐增加的增幅，以提高声波到达深部组织的比率，这

就是所谓的时间增益补偿（time gain compensation, TGC），时间增益补偿务必设置为既适合于深部结构又适合于浅部结构的一个恰当灰度（图 1.6）。调整放大信号会影响以 B 模式显示的轴向和侧向分辨率（图 1.7），轴向分辨率是分辨超声束轴线上两个反射物的能力，侧向分辨率是辨别探头不同方向上两个反射体的能力，故用同一换能器和同一潜能的侧向分辨率在同一距离可能得到来自同一物体（组织）的不同图像（图 1.8）。随着增益的扩大，图像的细节就越模糊或衰减。

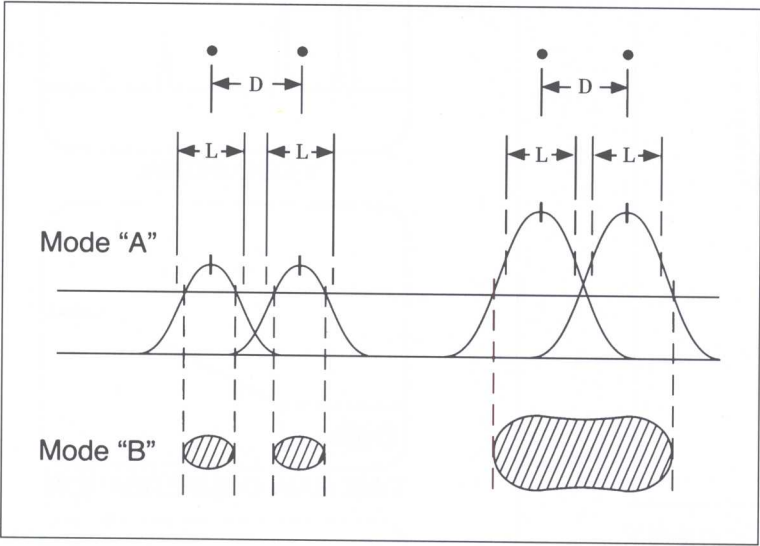


图 1.7 由 B 模式显示在回波检测设备增益调整时影响获取的图像分辨率，随着增益的扩大，图像的细节就越模糊或衰减

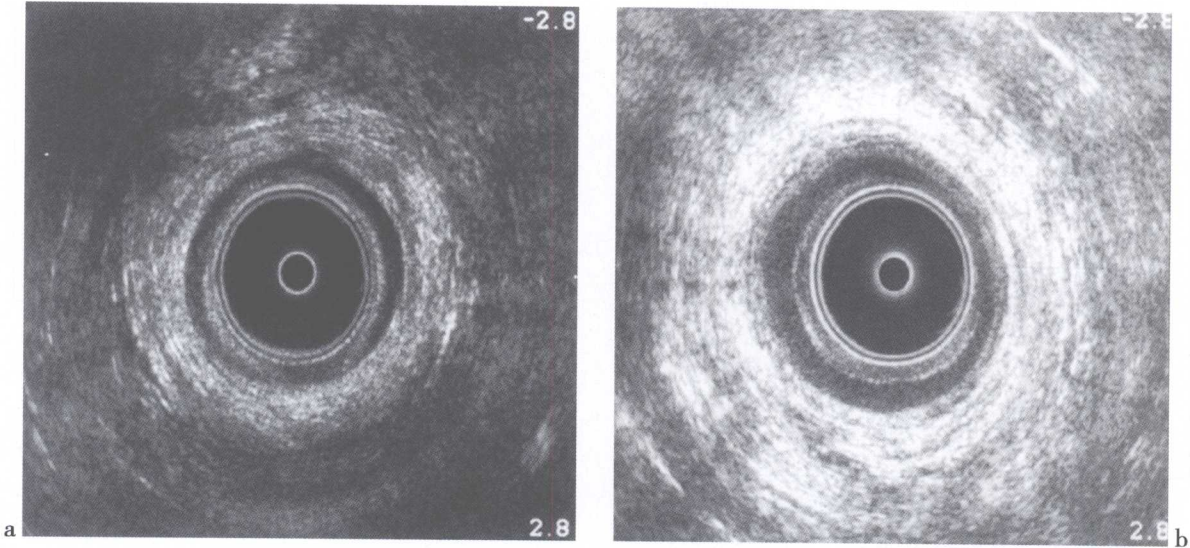


图 1.8 在不同的时间内，增益的补偿（放大）可以使得到的图像更亮（b）