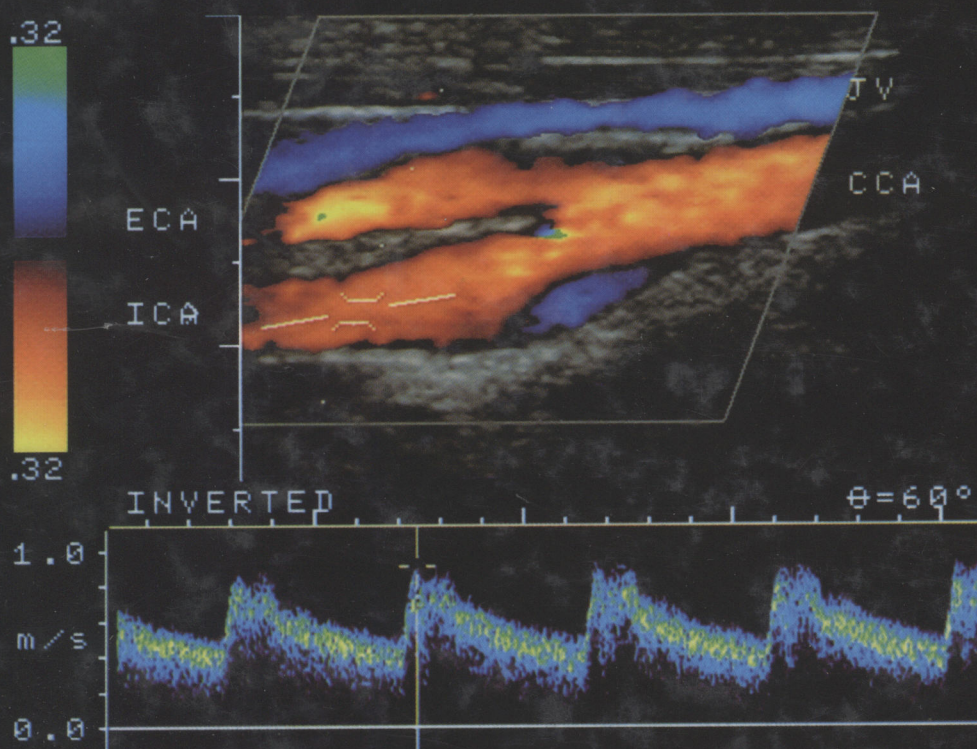


脑血管彩色多普勒超声 图谱及手册

Color-Coded Duplex Ultrasonography of the Cerebral Vessels Atlas and Manual

Eva Bartels 原著 华扬 郑宇 主译

- **Eva Bartels**——国际超声诊断领域的顶尖专家
- **图文并茂**——281幅精美彩图、137幅影像图
- **注重实用**——可作为临床操作技术指南



Schattauer



中国医药科技出版社

脑血管彩色多普勒超声 图谱及手册

-36

Color-Coded Duplex Ultrasonography of the Cerebral Vessels Atlas and Manual

L.R.Caplan、E.B.Ringelstein 作序

281 幅彩图
137 幅影像图
142 幅绘图
5 张表格

原著 Eva Bartels
主译 华扬 郑宇

RT43.04
B060

图字 01-2005-6421 号

Authorized translation of the first German language edition

Bartels, Color-Coded Duplex Ultrasonography of the Cerebral Vessels/Farbduplexsonnographie der hirnversorgenden Gefäße © 1999 by Schattauer GmbH, Stuttgart-New York.

内容提要

本书主要介绍了彩色多普勒超声在脑血管疾病诊断和治疗中的应用, 辅以大量的图片资料, 可以直接指导临床超声工作者学习脑血管彩色多普勒超声技术, 帮助临床医生了解最新超声技术和应用, 适合神经科医生、神经放射科医生、血管科医生及超声技术人员等相关专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

脑血管彩色多普勒超声图谱及手册 / (德) 巴特尔斯 (Bartels, E.) 著; 华扬, 郑宇译. -- 北京: 中国医药科技出版社, 2010.2

书名原文: Color-Coded Duplex Ultrasonography of the Cerebral Vessels Atlas and Manual

ISBN 978 - 7 - 5067 - 4455 - 3

I. ①脑… II. ①巴… ②华… ③郑… III. ①脑血管疾病 - 多普勒诊断仪 - 脑超声波检查 IV. ①R743.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 215541 号

美术编辑 陈君杞

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 发行 010-62227427 邮购 010-62236938

网址 www.cmstp.com.

规格 A4

印张 18 $\frac{1}{4}$

字数 378 千字

版次 2010 年 2 月第 1 版

印次 2010 年 2 月第 1 次印刷

印刷 河北新华印刷一厂

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5067 - 4455 - 3

定价 118.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

主译 华 扬 郑 宇

译者 刘玉梅 凌 晨 段 春 王力力 赵新宇
刘蓓蓓 周瑛华 刘 强 张 蕾

本书是超声医学超声医学部很关注的重点学科。超声在脑血管病诊断和治疗中的应用。在过去的二十五年里，脑血管病的诊断和治疗所取得的前进与过去几个世纪比较有了飞速的发展，技术进步得如此之快。对于该领域工作的技术人员来说将面临巨大的挑战。本书所涉及的内容能够帮助临床医生了解最新超声技术方法及临床应用。本书也可以作为指导全世界超声医学工作者学习脑血管彩色超声技术的重要教材。

脑血管病的诊断和治疗

在20世纪前叶，脑血管病诊断和治疗是相当原始的，无法鉴别是脑组织或脑血管病变，缺乏对于卒中病变有兴趣和有经验的神经科医生，更缺乏对卒中治疗的有效方法。

1951年Miller Fisher发表早期时代的关于颈动脉疾病的文章，指出短暂性脑缺血发作（TIA）常发生于缺血性卒中，并且引起脑缺血的主要病因是颈部血管的狭窄病变，是能够通过外科手术治疗的。上述观点在解剖以及脑血管造影术的出现，吸引了血管外科、神经外科及神经内科医生的极大兴趣和关注。随后的20~30年间，血管造影和外科技术新进展使显微外科技术的发展进一步促进了外科治疗颈动脉疾病、脑动脉瘤和脑血管畸形以及脑动脉闭塞性缺血性疾病手术地开展。动脉血管造影术有一定的危险性，但在20世纪的前3/4的时间内，尚缺乏较好的解剖影像学检查。

在1975~1980年代早期，影像技术的重要发展就是计算机断层显像（CT）及磁共振成像（MRI）技术的出现，神经病学者和神经影像学医生可以观察到脑梗死和脑出血，并可以精确地判断脑血管病患者解剖和病理改变，这些技术的出现极大地帮助了MRI可以更好地观察脑干、脊髓和后颅窝的结构，对于这些结构的观察CT是做不到或有限性的。

在20世纪的最后30年，这些最初被用于显示脑实质结构的影像技术CT和MRI，被越来越多地用于显示颅部和颈部血管，随着多平面成像（MRA）和计算机断层血管成像（CTA）及新型的超声技术越来越多地应用于脑血管病的诊断，脑血管造影术常作为最后的确诊手段。

最近出现的新有效治疗方法——特别是溶栓和血管成型术——要求迅速安全地确定脑组织和脑血管的病变程度，对于临床医生而言，能够实时地并监测颅内、外血管病变是非常重要的。

超声

虽然Christiaan Doppler先生在1642年提出了超声波原理，但是直到20世纪60年代初才首次用于血液的临床研究。在以后的10年里，振幅式（A型）和振幅模式（B型）脉冲波超声被用于颅外段动脉粥样硬化病变的

序 1

Louis R. Caplan (哈佛医学院神经内科)

本书是临床和超声医生都很关注的有关彩色编码超声在脑血管病诊断和治疗中的应用。在过去的二十年里,脑血管病的诊断和治疗所取得的进展与过去几个世纪比较有了飞速的发展。技术进步得如此之快,对于医学领域工作的技术人员来说将面临巨大的挑战。本书所涉及的内容能够帮助临床医生了解最新超声技术方法及临床的应用。本书也可以作为指导全世界的超声工作者学习脑血管彩色超声技术的重要教材。

脑血管病的诊断和治疗

在 20 世纪前叶,脑血管病患者的治疗是相当原始的,无法鉴别是脑组织或脑血管病变,缺乏对于卒中病变有兴趣和有经验的神经科医生,更缺乏对卒中治疗的有效方法。

1951 年 Miller Fisher 发表了划时代的关于颈动脉疾病的文章,指出短暂性脑缺血发作(TIA)常先于缺血性脑卒中,并且引起脑缺血的重要病因是颈部血管的狭窄病变,是能够通过外科手术治疗。上述观点的提出以及脑血管造影术的出现,引起了血管外科、神经外科及神经科医生的极大兴趣和关注。随后的 20~30 年间,血管造影和外科技术特别是显微外科技术的发展进一步促进了外科治疗颈动脉疾病、脑动脉瘤和脑血管畸形以及脑动脉闭塞性疾病的搭桥手术的开展。动脉血管造影术有一定的危险性,但在 20 世纪的前 3/4 的时间内,尚缺乏较好的脑组织显像方法。

在 1975~1990 的 15 年间,影像技术的重要发展就是计算机断层显像(CT)及磁共振成像(MRI)技术的出现。神经病学者和其他临床医生可以观察到脑梗死和脑出血,并可以精确地判断脑血管病患者解剖和病理改变。这些技术的优点是安全无创。MRI 可以更好地观察脑干、脊髓和后颅窝的结构,对于这些结构的观察 CT 显像是有局限性的。

在 20 世纪的最后 10 年,这些最初被用于显示脑实质结构的影像技术 CT 和 MRI,被越来越多地用于显示颈部和脑部的血管。磁共振血管成像(MRA)和计算机断层血管成像(CTA)及新型的超声技术越来越多地应用于脑血管病的诊断。脑血管造影通常作为最后的确诊手段。

最近出现的新的有效治疗方法——特别是溶栓和血管成型术——要求迅速安全地确定脑组织和脑血管的病变程度,对于临床医生而言,准确地判断并监测颅内、外血管病变是非常重要的。

超声

虽然 Christian Doppler 先生在 1842 年就阐明了超声波原理,但是直到 20 世纪 60 年代初才首次用于血流的临床研究。在以后的 10 年里,振幅式(A 型)和辉度模式(B 型)脉冲波超声相继用于颅外段动脉硬化病变的

临床检查。多普勒超声用于眼动脉血流方向及颈动脉的多普勒频谱的研究。1979年，Blackshear及同事最先提出了双功能多普勒结合B型超声显像，可以显示颅外段颈动脉结构及脉冲多普勒频谱分析。在20世纪80年代，双功能多普勒超声已在世界范围内广泛应用于颈动脉疾病的检测和评估。

直到20世纪80年代超声才开始应用于颅内动脉的临床检查。Aaslid与他的同事开发了低频高能量的双向脉冲波多普勒系统，用于脑底动脉的血流速度的检测。在过去的10年间，经颅超声技术已经广泛应用于检测颅内动脉狭窄性病变、评估颅外段颈动脉狭窄性病变对颅内动脉血流速度的动力学影响、检测和监护蛛网膜下腔出血后脑动脉痉挛、诊断和研究脑血管畸形的治疗效果、监测闭塞的颅内动脉的自发性再通和治疗性溶栓后的再通情况、检测狭窄动脉血管成型后的变化，并用于确定脑死亡。

在过去的10年，在神经疾病超声诊断领域有重大的进展。在这个时期，超声造影剂、彩色血流成像、彩色双功能超声、能量多普勒、经颅多普勒栓子监测进入实际应用。颅内的动脉静脉成像技术也取得长足的进步。其进步之快，甚至是业内人士也觉得难以适从。

关于作者 Eva Bartels

Eva Bartels 在超声诊断领域的研究数十年来一直位于前沿。她的超声生涯始于1986年，是最先用超声深入研究和分析椎动脉的学者之一。在一系列的研究中，她报告了正常人的和有闭塞性疾病和椎动脉夹层的人的超声表现。Eva也是经颅血管彩色超声成像的先驱者之一。在1992年，她因“基底动脉的彩色多普勒成像：检查技术、正常参考值和临床应用”论文被授予美国血管学院的青年研究奖，她曾经用不同的超声设备亲自检查过数千例患者。她定期给内科医生和超声技术人员授课。她了解超声领域的过去和未来。本书是她关于彩色双功能超声及其在脑血管病患者中的应用的经验和知识的结晶。

关于本书

本书在许多方面有独到之处，是用德语和英语两种语言写的。讨论是实用的并可作为操作和超声检测的指南。本书也包括超声的临床应用及每个题目的相关文献的深刻讨论。同时，对颈部和颅内静脉的结构也与动脉一样进行了深刻的探讨，并辅以丰富的图片资料。

本书首先介绍了彩色多普勒超声的原理和方法，以及超声可以检测的颅底血管的解剖特征，其次是颅外大动脉——颈动脉、椎动脉、头臂动脉（无名和锁骨下动脉）。作者还论述了颈部的静脉。同时采用经颅脑血管彩色超声对颅内动脉与静脉血管结构进行了探讨，以及能量多普勒超声的优势和超声技术的现在和未来。

读者将体会到本书的丰富内容，可以随时翻阅，并可做为操作技术指南。

序2

E. Bernd Ringelstein

彩色双功能多普勒超声是血管超声中最先进的仪器。脑动脉超声检查是一门“艺术”。在有经验学者的手中，该技术是可以做到快速的无创的投入而产出效益高的检查手段，既可以检查急诊卒中、昏迷、头痛、眩晕和其他的脑部病，也可以检查有卒中危险因素的患者发生卒中的可能性。在MRA和CTA的面前血管超声已经占有一席之地。但最终这些技术是互相补充而不是取而代之。

Eva Bartels将她的技术和临床经验加以提炼，在广阔的领域使彩色双功能多普勒超声学更富有吸引力和兴趣。读者可以了解超声技术原理与脑血管解剖、各种脑血管病、脑静脉疾病、经颅脑血管成像路径以及超声技术的进展（如能量多普勒）及超声造影剂的应用。

本书的某些概念是相当现代的。首先，是英德双语，在欧共体内具有广阔的应用价值。其次，将卒中研究领域高尖的科学家和先驱者与从事日常超声诊断的工作者联系起来，满足了临床医生日益增长的对科学进步探索的要求。第三，本书编辑具有现代意识，看着精美的图像，再利用简略图及简要说明，就可以很容易理解书中的内容，而不是让读者去阅读冗长的文字叙述。本书兼有教科书和图谱的优点。

该书的读者对象是神经科医生、神经外科医生、神经放射科医生、血管科医生。同样，血管科技术人员、血管生理研究人员也将从阅读中受益。对资深医师和新手同样有参考价值。相信本书将成为欧洲及海外的畅销书。

前言

Eva Bartels

“最困难的任务是什么？
是看起来似乎是最简单的任务，
是用眼睛看你眼前的东西”

——摘自歌德与席勒的短体诗

用图来教学是古老的欧洲传统。早在 1658 年，出生于 Moravia 的哲学家、神学家、改革家 Johannes Amos Comenius 在他的书《看图识字 (Orbis Sensualium Pictus)》中写到：眼球对图画敏感。通过使用图画可以加快学习进程。作者曾在 Bratislava 的 Comenius 大学学习医学，该校就以这位被称为国际教师的名字命名。

用超声方法生成人体和循环系统图像的技术基础也是在欧洲的心脏地带发展起来的。在 1842 年，萨尔茨堡的 Cristrain Doppler 在布拉格发表文章，观察到星星发出的光线因星星的运动而改变，现在被认为是多普勒效应。就在一百年之后，Karl Theo Dussik 在维也纳报道“高频机械波可能用作诊断工具”。在他的著作《脑的超声成像 (on the way to hyperphonography of the brain)》中，展示了第一幅脑的声像图。

作为 DEGUM 血管诊断组的研讨会讲师，我感到有一种特殊的教育责任，这也是我写作此书的原因之一。目的是提供信息量大、质量高、行文简单明了的教材。本书对于超声专科医师以及初学者均适用。同时，对于那些不熟悉脑供血血管的彩色双功能编码超声检查的同道来说，本书也意在引起他们的兴趣。该书反映了慕尼黑 Bogenhausen 区的市立医院的 Fugel 教授领导的神经内科以及临床神经生理科的数千例次的检查经验。因此，我特别感谢他对我的指导，是他指引我进入并成为神经超声领域的专业工作者。

我也感谢 Rodiek 医生，来自 Bogenhausen 医院的放射诊断学及核医学科，对我的超声检查结果做神经放射学的解释支持。他帮助我建立超声诊断路径，尤其对于复杂的解剖区域进行超声检查的支持。

本书的成功也来自于弗莱堡大学医院的 Arnoid 教授的宝贵建议。特别感谢他对于内容以及技术方面的建议。

感谢 Harer 医生 (Ulm 大学医院) 对于手稿的审校，Andrei Alexzandrov 教授 (Texas 大学，休斯顿) 和 John P. McCartney R.V.T (加州大学) 对于英文版的审校。

慕尼黑 Bogenhausen 区的市立医院作者的同事的大力支持是本书成书的前提。特别感谢如下科室的帮助：Lumenta 教授领导的神经外科；Ingrisch 教授领导的放射诊断及核医学科；Goldenburg 教授领导的神经精神科；特别感谢 Gadimski 为主任的理疗科的 Hufnagl 医生、Arnold 医生及 Werner 医生。

感谢 Von Carmon 教授，来自莱比锡的 Max Planck 研究所的神经科小组的主任，对我的大力支持。我受益于与来自慕尼黑技术大学神经科 (主任是 Conrad 教授) 的 Klingelhofer 教授的合作。衷心感谢 Von Reutern 教

献给我的孩子

Meinen Kindern gewidmet

Eva Bartels

前言

用图画教学是古老的欧洲传统。早在1658年，出生于Moravia的哲学家、神学家、改革家Johannes Amos Comenius在他的书《看图识字》(Orbis Sensualium Pictus)中写到：眼球对图画敏感。通过使用图画可以加速学习进程。作者曾在Bratislava的Comenius大学学习医学，该校就以这位被称为国际教师的名字命名。

用超声方法生成人体和循环系统图像的技术基础也是在欧洲的心脏地带发展起来的。在1842年，萨尔茨堡的Christiaan Doppler在布拉格发表文章，观察到星展发出的光线因星星的运动而改变，现在被认为是多普勒效应。就在一百年之后，Karl Theo Dussik在维也纳报道“高频机械波可能用作诊断工具”。在他的著作《新的超声成像》(on the way to hyperphonography of the brain)中，展示了第一幅脑的声像图。

作为DEGUM超音波新思想的研讨会讲师，我感到有一种特殊的教育责任，这也是我写作此书的原因之一。目的是提供信息量大、质量高、行文简单明了的教材。本书对于超声专科医师以及初学者均适用。同时，对于那些不熟悉超声设备或者没有机会接触超声检查的同道来说，本书也能引起他们的兴趣。本书反映了慕尼黑Bogenhausen区超声科Hager教授领导的神经内科以及临床神经生理科的数千例次的检查经验。因此，本书也体现了Hager的精神，是他指引我进入并成为神经超声领域的专业工作者。

衷心感谢Modak医生，来自Bogenhausen医院的放射诊断学及核医学科，对我的超声检查结果做神经放射学的解释支持，帮助我建立超声诊断路径，尤其对于复杂的解剖区域进行超声检查的支持。

本书的成功也来自于弗莱堡大学医院的Arnold教授的宝贵建议。特别感谢他对于内容以及技术方面的建议。

感谢Hager医生(UMM大学医院)对于手稿的审阅，Andrei Alexandrov教授(Texas大学，休斯顿)和John P. McCartney R.V.T(加州大学)对于英文版的审校。

慕尼黑Bogenhausen区的超声科能作者的同事的大力支持是本书成功的前提。特别感谢如下科室的帮助：Lamentz教授领导的神经外科；Ingisch教授领导的放射诊断及核医学科；Guldenburg教授领导的神经精神科；科谢斯基Gulimski主任的理疗科；Hoffnagl医生、Arnold医生及Werner医生。

感谢Von Carmon教授，来自莱比锡和Max Planck研究所的神经科小组的主任，对我的大力支持。我受益于与莱比锡以玛技术大学神经科(主任是Cassad教授)的Klingelhofer教授的合作。衷心感谢Von Reutern教

缩写

AB,BA	basilar artery	基底动脉
ACA	anterior cerebral artery	大脑前动脉
ACC,CCA	common carotid artery	颈总动脉
ACE,ECA	external carotid artery	颈外动脉
ACI,ICA	internal carotid artery	颈内动脉
ACM,MCA	middle cerebral artery	大脑中动脉
ACOAnt	anterior communicating artery	前交通动脉
ACOPost	posterior communicating artery	后交通动脉
AS,SA	subclavian artery	锁骨下动脉
AV,VA	vertebral artery	椎动脉
AVL,LVA	left vertebral artery	左椎动脉
AVR,RVA	right vertebral artery	右椎动脉
C3,C4,C5,C6	transverse process of 3rd,4th,5th, 6th cervical vertebrae	第3、4、5、6颈椎的横断面
DSA	digital subtraction angiography	数字血管减影
L,LT	left	左侧
MRA	magnetic resonance angiography	磁共振血管成像
MRI	magnetic resonance imaging	磁共振成像
PICA	posterior inferior cerebellar artery	小脑后下动脉
R,RT	right	右侧
TR TH	thyreocervical trunk	甲状腺颈干
VJ,JV	jugular vein	颈静脉
VV	vertebral vein	椎静脉
VVL	left vertebral vein	左侧椎静脉
VVR	right vertebral vein	右侧椎静脉

目录

1 彩色多普勒超声的方法学原理	1	1.2 血流动力学原理	26
1.1 物理学和技术原理	2	血流阻力	26
超声的物理学特征	2	层流	26
反射和散射	3	涡流	26
衰减	4	涡流影像	28
多普勒超声基础	4	搏动指数	29
多普勒效应	4	2 脑血管解剖	31
脉冲波多普勒超声	6	2.1 颈动脉颅外段	32
混叠	7	头臂干和锁骨下动脉	32
B型超声	9	颈动脉	32
空间分辨率	10	椎动脉	33
双功能多普勒超声	10	侧支循环	34
探头	11	2.2 颅内动脉	35
双功能彩色多普勒超声	11	大脑前动脉	35
彩色多普勒血流显像技术	12	大脑后动脉	37
用频率依赖型双功能彩色多普勒超声		Willis 环	37
进行血流显像	13	2.3 静脉系统	37
双功能彩色多普勒超声仪器的调节	19	颈静脉	37
彩色增益	19	脑静脉	38
彩色标尺	19	3 颈动脉系统	43
壁滤波	19	3.1 检测技术	44
帧频	19	探头的选择	44
彩色取样框	20	检查步骤	44
图像处理	22	3.2 正常颈动脉	44
伪像	22	颈部血管的鉴别	44
物理伪像	22	血流动力学参数	44
回响	22	颈动脉彩色显像	45
声影	22		
镜像伪像	22		
切面伪像	22		
超声的生物学效应	24		

颈内动脉·····	45	注意事项·····	91
颈外动脉·····	45	4.3 病变表现·····	91
颈总动脉·····	45	椎动脉颅外段狭窄·····	91
注意事项·····	46	注意事项·····	92
3.3 走行迂曲和先天变异·····	46	椎动脉颅外段闭塞·····	93
3.4 颈动脉病变的超声所见·····	47	注意事项·····	93
颈内动脉狭窄和闭塞·····	47	椎动脉夹层·····	93
颈内动脉重度狭窄或闭塞的间接征象·····	47	注意事项·····	95
颈内动脉起始段狭窄·····	47	发育不良、狭窄和闭塞的临床意义·····	95
多普勒频谱的改变·····	48	图片·····	96
狭窄处的彩色编码·····	49	5 锁骨下动脉和头臂干·····	123
B型超声评价斑块形态·····	49	5.1 检查方法和正常表现·····	124
判定狭窄程度的注意事项·····	50	5.2 锁骨下动脉和头臂干狭窄和闭塞·····	124
颈内动脉闭塞·····	51	5.3 锁骨下动脉盗血·····	125
注意事项·····	52	注意事项·····	125
脑动脉闭塞性病变的侧支循环情况·····	52	图片·····	126
颈外动脉狭窄和闭塞·····	52	6 颈静脉·····	137
颈总动脉狭窄和闭塞·····	53	6.1 检查方法和正常表现·····	138
颈动脉夹层·····	53	血流动力学参数·····	138
血管炎·····	54	6.2 颈静脉病变表现·····	139
图片·····	56	直接病变表现·····	139
4 椎动脉·····	87	静脉血流淤滞·····	139
4.1 检查方法和正常表现·····	88	颈部肿瘤引起的移位·····	139
探头的选择·····	88	静脉血栓·····	139
检查步骤·····	88	间接病变表现·····	139
颈中段 (V_1 远段及 V_2 近段)·····	88	动静脉瘘和动静脉畸形·····	140
血流动力学参数·····	89	静脉瘘·····	140
起始段和 V_1 近段·····	89	注意事项·····	141
V_3 段·····	90		
注意事项·····	90		
4.2 先天变异·····	91		
椎动脉发育不全·····	91		

图片·····	142	8 经颅双功能彩色多普勒超声(TCCS)	
7 经颅双功能彩色多普勒超声(TCCS)		——脑静脉系统·····	231
——脑动脉和脑实质·····	149	8.1 检查方法和正常表现·····	232
7.1 检查方法和正常表现·····	150	仪器的调试·····	232
经颞窗检查·····	150	检查方法·····	232
经枕窗检查·····	151	血流动力学参数·····	232
经眼窗检查·····	151	经颅双功能彩色多普勒超声检测	
血流速度测定·····	152	脑静脉的局限性·····	233
注意事项·····	152	8.2 病变表现·····	233
超声造影剂的使用·····	153	脑静脉血栓·····	233
7.2 病变表现·····	154	结论·····	235
颅内动脉狭窄·····	154	图片·····	236
注意事项·····	155	9 能量多普勒超声的优势·····	251
颅内动脉闭塞·····	155	9.1 能量多普勒原理·····	252
注意事项·····	156	9.2 能量多普勒在颈动脉颅外段检查中的应用·····	253
颈动脉颅外段闭塞时的颅内表现·····	156	9.3 能量多普勒在椎动脉颅外段检查中的应用·····	253
脑实质病变的超声表现·····	156	9.4 能量多普勒在经颅双功能	
结论·····	157	彩色多普勒超声中的应用·····	253
血管瘤·····	157	结论·····	254
颅内动静脉畸形·····	158	图片·····	254
注意事项·····	160	10 神经超声的现状和前景·····	265
颅内动静脉畸形的颅外表现·····	160	图片·····	267
注意事项·····	160	参考文献·····	269
颅内动静脉瘘·····	160		
注意事项·····	161		
颅内动脉瘤·····	161		
注意事项·····	162		
图片·····	162		

超声图像是通过同一个换能器（探头）发射和接收同一深度组织反射回波，利用回波幅度来形成灰阶图像。用于生成图像的声波的物理特征是：传播和反射。声波的传播速度取决于介质的弹性模量和密度。在人体组织中，声速约为1540 m/s。反射是指声波在遇到不同介质的界面时，部分或全部能量返回原介质的现象。反射系数（R）是反射波幅度与入射波幅度的平方比。在医学超声中，反射系数用于检测组织界面的性质。例如，在血管壁和流动的血液之间有很大的声阻抗差异，因此会产生较强的反射。此外，散射是指声波遇到尺寸小于波长的物体时，能量向各个方向分散的现象。散射系数（S）是散射波幅度与入射波幅度的平方比。在医学超声中，散射系数用于检测组织的微观结构。例如，在血管腔内的红细胞具有向各个方向散射声能的特性。

彩色多普勒超声的方法学原理

反射是在两个不同声阻抗介质的光滑界面发生的。在血管壁和流动的血液之间有很大的声阻抗差异，因此会产生较强的反射。而位于这些结构深处的组织（如钙化组织）会出现全反射。部分声波经过第一种介质之后，在第二种介质中继续传播。如果第二种介质的声阻抗与第一种介质的声阻抗不同，那么声波在第二种介质中传播时，其速度也会发生变化。声速的变化会导致声波的折射和反射。在医学超声中，声速的变化用于检测组织的性质。例如，在血管腔内的红细胞具有向各个方向散射声能的特性。



图1-1 彩色多普勒超声的原理。 (a) 彩色多普勒超声图像，显示了血管腔内的血流速度分布。 (b) 频谱多普勒超声波形，显示了血流速度的峰值（Vmax）和平均速度（Vmean）。 (c) 彩色多普勒超声图像和频谱多普勒超声波形的示意图，显示了血流速度的分布和峰值。图中还标注了入射角、反射角、折射角等参数，以及声速、声阻抗等物理量。图中还标注了入射角、反射角、折射角等参数，以及声速、声阻抗等物理量。图中还标注了入射角、反射角、折射角等参数，以及声速、声阻抗等物理量。

1.1 物理学和技术原理

40年前，Satomura 等人(1956)首次采用多普勒超声仪探测到心脏和脑血管的血流信号，此后，超声技术有了迅速的发展，从连续波发展到彩色双功能多普勒超声。超声检查的重要前提是了解相关超声技术的物理及方法学原理。由于本书着重彩色双功能多普勒超声的临床应用，所以省略了详细阐述超声的基本理论及方法学。这些内容请读者参考其他书籍。

本章简要叙述有关超声诊断的最重要的物理及技术原理，以便于对超声有个概括的了解。

超声的物理学特征

频率大于 20kHz 的机械振动声波称为超声。

1 Kiloherzt (1 千赫兹) = 每秒振动 1000 次

1 Megahertz (1 兆赫兹) = 每秒振动 1000000

根据探头电信号转换为声波信号的能量转换原理，通常用于血管病变诊断的超声频率范围在 1~20MHz。

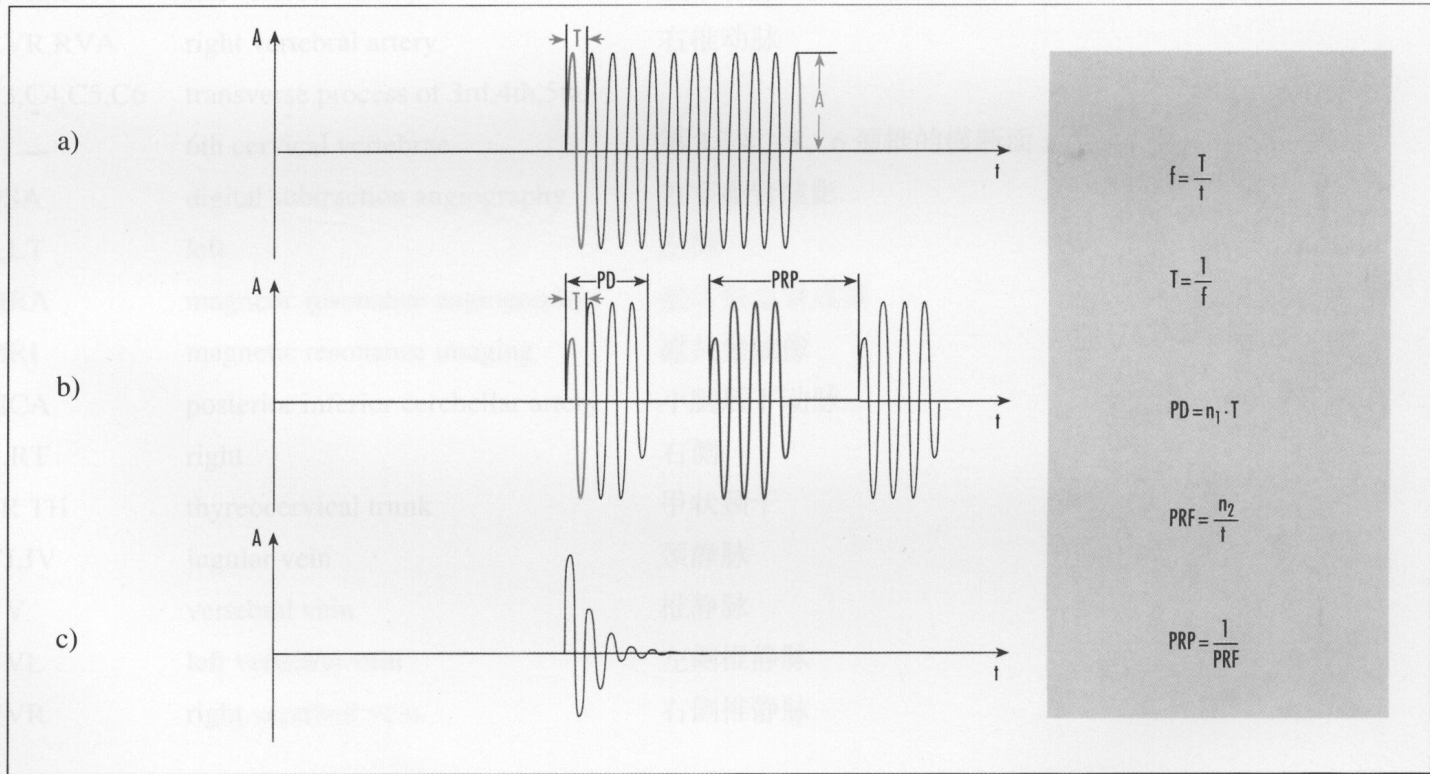


图 1-1 声波参数，(a) 连续波、(b) 脉冲波、(c) B 型成像的脉冲波超声。

T= 周期；PD= 脉冲波持续时间；A= 振幅；t= 时间；f= 频率；n₁= 一个脉冲波的周期次数；n₂= 脉冲数量；PRP= 脉冲重复周期；PRF= 脉冲重复频率（每单位时间的脉冲次数）。

超声图像是通过同一个换能器（探头）发射和接收不同深度组织反射的脉冲声波而形成的影像（图 1-1）。用于生成图像的声波的两个物理特征是：传播和反射。声波的传导速度取决于介质。声波在人体软组织的平均传导速度为 1540cm/s。

反射和散射

回声是在两种不同声学特性介质的界面所产生的声波信号，是通过反射与散射生成的，受介质的声阻抗影响。阻抗（ z ）是声波传导时遇到的阻力，由声波在介质中的传导速度和介质密度所决定。

$$Z = c \cdot p$$

反射是在两个不同阻抗介质的光滑界面产生，它取决于入射角。当声束与界面成直角时，反射最强（图 1-2）。在血管壁和流动的血流之间有很大的声阻抗差异，所以，二者间会出现强的反射。强反射介质（如空气、骨、钙化组织）会出现全反射，而位于这些结构深层的组织反射很弱或无，即产生所谓的声影（图 1-23）。

部分声波经过第一种介质之后继续在第二种介质中传播，受到不同声阻抗的影响，声波传播方向偏转造成伪像将导致组织结构判断的误差。

在入射角倾斜，界面不规则时会出现背向散射而不是反射（图 1-2b）。这种散射在超声成像中十分重要。例如，血管腔内的红细胞具有向各个方向散射声能的特性。

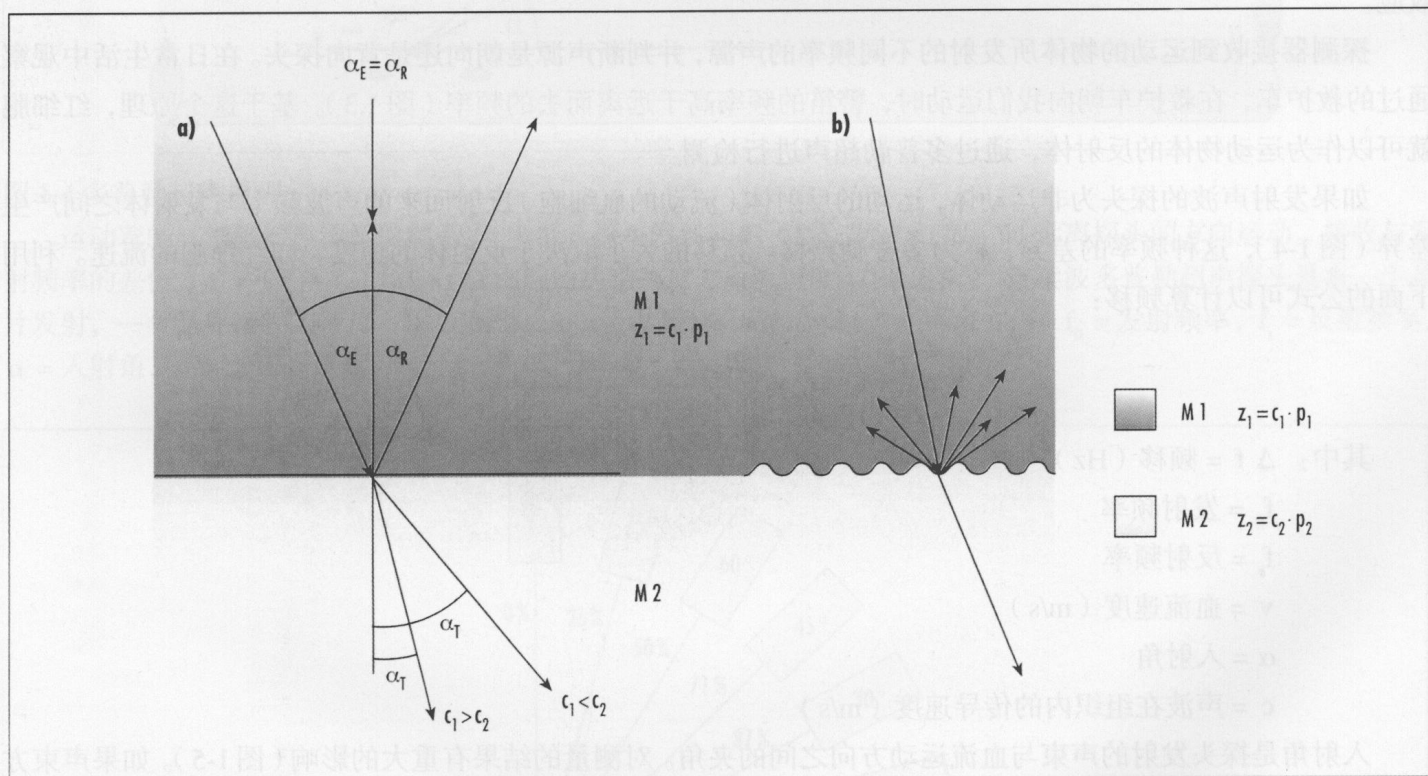


图 1.2 反射、传播、散射

a) 在介质 1 和介质 2 之间的光滑的界面，部分声束被反射、部分被折射。反射取决于入射角，垂直入射时，反射最强。斜向入射，入射角 α_E 等于反射角 α_R 。折射角 α_T 的大小取决于介质的传导速度比。 c_1 = 声束在介质 1 中的传导速度， c_2 = 在介质 2 中的传导速度， z = 阻抗， M = 介质。

b) 在介质 1、2 之间的粗糙界面，出现弥漫性的散射反射。