

# 脑血管超声与卒中防治

## Cerebrovascular Ultrasound in Stroke Prevention and Treatment

主译 华扬 郑宇

原著 Andrei V. Alexandrov

人民卫生出版社

# 脑血管超声与卒中防治

Cerebrovascular Ultrasound in Stroke Prevention and Treatment

原著 Andrei V. Alexandrov

主译 华 扬 郑 宇

译者名单(以翻译章节前后为序)

刘玉梅 赵新宇 凌 晨 郑 宇

刘蓓蓓 段 春 刘 强 王力力

周瑛华 张 蕾 华 扬

人 民 卫 生 出 版 社

# 脑血管超声与卒中防治

Cerebrovascular Ultrasound in Stroke Prevention and Treatment *edited by* Andrei V. Alexandrov

©2004 by Blackwell Publishing Ltd.

This edition is published by arrangement with Blackwell publishing Ltd, Oxford. Translated by People's Medical Publishing House from the original English language version. Responsibility of the accuracy of the translation rests solely with the People's Medical Publishing House and is not the responsibility of Blackwell Publishing Ltd.

本书中文版权归人民卫生出版社所有。未经许可,本书的任何部分不得以任何方式复制或传播,包括电子、机械方式或信息存储和检索系统。

## 图书在版编目(CIP)数据

脑血管超声与卒中防治/华扬等主译. —北京:  
人民卫生出版社, 2006. 3

ISBN 7-117-07389-6

I. 脑… II. 华… III. 中风-超声波疗法  
IV. R743.305

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 157526 号

图字: 01-2006-0698

## 脑血管超声与卒中防治

主 译: 华 扬 郑 宇

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67616688)

地 址: (100078)北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E-mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)

邮购电话: 010-67605754

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: 16.75

字 数: 365 千字

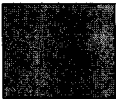
版 次: 2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 7-117-07389-6/R·7390

定 价: 93.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)



## 前言

# 从临床医生的角度看超声

在过去的 30 年里，人们对卒中的理解 and 治疗方法取得了长足的进步，这与下述改进密不可分：诊断卒中及其分型能力的提高、明确病变部位的特征及其严重程度、快速准确地明确病因。年长的医生肯定知道，原来即使是最精明的临床专家经过详细的病史询问及查体后得到的结论也可能与尸检的结果相悖。技术的进步以及诊断水平的提高大大超出了我们对过去金色时光的回忆，那时我们主要靠临床判断。是什么使诊断卒中的能力得到提高呢？与其他的疾病不同，卒中的精确诊断几乎完全依赖影像学。

随着脑成像技术的发展，诊断卒中的能力有了巨大进步。首先是 CT、然后是 MRI。脑成像使得我们能够快速、准确地鉴别脑出血与脑梗死、确定病变部位和可能的病因，并很快无痛苦地确定梗死发生的时间及严重性。脑成像是卒中诊治过程中的第一步，被称为卒中的 EKG。这类技术在绝大多数发达国家的大多数医院中普及，并形成 21 世纪卒中诊治的特色。

生理性成像技术与脑结构成像技术几乎同步发展。放射性标记示踪技术使得我们能够研究脑血流和脑代谢，并明确了急性 and 慢性卒中是动态的、有潜在可逆性的过程，并最终有可能被治愈。先前的研究显示颅外或颅内血管慢性闭塞或痉挛的远段脑血流下降。最重要的是，揭示了“缺血半暗带”，即急性卒中患者的可逆

性脑组织损伤，可以用再灌注治愈，也可以用“脑保护”法来治疗缺血后的一系列反应。生理学成像发现了脑血流和脑代谢之间的联系，由此可以完成“功能成像”。这个技术不仅帮助我们理解简单和复杂行为的功能解剖，也提供了脑功能可塑性的直接证据，对提高卒中治疗水平是个巨大的推动。

血管床成像是卒中诊断中的第三个成就。脑的复杂性吸引了我们的注意力，但是神经科医生从没有忘记卒中首先是且最后仍然是供血动脉的疾病。血管成像比脑实质成像要久远。血管造影技术可以发现颅外、颅内的闭塞性疾病，动脉瘤和动静脉畸形，数十年来一直是术前评价的标准诊断方法。然而无创性诊断技术（超声、CTA、MRA）出现了，血管成像成为了卒中诊断的一部分。这些检查回答了临床的一些关键的问题，并对治疗产生影响。如颅内出血的病因、部位，有短暂性缺血发作（TIA）或缺血性卒中症状患者的动脉闭塞或狭窄性病变的性质和严重程度。

超声在血管诊断方面的优势是众所周知的。它是一种快速的、方便的、无创的、可反复应用的廉价技术。在过去的几十年的临床卒中诊治过程中，有几种情况是靠超声的诊断结果来决定的，并且直接影响到了临床决策。在各种不同的临床情况下应用超声技术最有意义的是：

- 早期检查及确定颅外动脉硬化和闭塞性疾病，特别是在颈动脉分叉处。
- 近段动脉闭塞性疾病对远段脑血管的影响。
- 引起超急性卒中的急性动脉闭塞的自然病史及对治疗的反应。
- 与心脏和主动脉病变和颈动脉手术操作（抗血小板治疗）有关的微栓子检测。
- 在患镰状细胞贫血的儿童中选择适宜输血的儿童，以有效预防卒中。
- 在蛛网膜下腔出血后脑血管痉挛的自然过程及对治疗的反应。

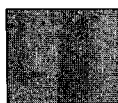
可移动的超声设备及便携的监护设备使床边检查得以实现，可以实时观察卒中患者的明显的血流变化。然而超声诊断领域仍有不足。在应用中，超声诊断的准确性和有效性还没有被多中心研究验证过。遇到上述适应证时，应用超声的益处是明显的，毫无疑问，在卒中研究领域将会有更多适应证出现。对于那些每天都接触并应用超声的人员来说，超声是不证自明

的，但这对其他人来说，多少有些缺乏说服力。在超声进入任何临床常规应用之前，应该细致研究超声的诊断准确性和投入产出比。目前正在进行许多这样的研究，并已经证明了超声的价值，特别是上述的临床情况。本书将叙述在哪些方面已经完成的研究及其确切的结果，哪些还在研究当中，还没有确切的结果。

早期的超声技术是间接的，分辨率很低，假阳性和假阴性结果很多。甚至现在，该技术在准确性和可靠性方面也是依赖操作者的。实际上，这些问题在所有的影像诊断中都不同程度的存在，对超声来说尤其如此。技术的进步已经部分解决了这些问题，但仍然应该对每个实验室的每一次检查实行质量控制，以使技术进步带来的效应达到最大，本书也描述了这方面的主要进展。由该领域的专家执笔，本书提供给超声工作者必须的工具，以提高临床医生对超声检查的信心；也提供给临床医生额外的信息，即如何在日常决策中参考超声的检查结果。

**James C. Grotta, MD**

译者 郑宇



# 目录

|                                       |     |                                   |     |
|---------------------------------------|-----|-----------------------------------|-----|
| 前言 从临床医生的角度看超声 .....                  | i   | 第十一章 蛛网膜下腔出血后的脑血管痉挛 .....         | 180 |
| <b>第一篇 如何做超声检查</b>                    |     | <b>第五篇 临床应用专题</b>                 |     |
| 第一章 脑血管解剖和颅外段超声检测原理 .....             | 3   | 第十二章 蛛网膜下腔出血后典型的MCA/TICA 痉挛 ..... | 191 |
| 第二章 颅内脑血管超声检测技术 .....                 | 15  | 第十三章 蛛网膜下腔出血后双侧大脑前动脉痉挛 .....      | 195 |
| 第三章 Willis 环的彩色血流成像 .....             | 32  | 第十四章 蛛网膜下腔出血后多血管痉挛 .....          | 198 |
| <b>第二篇 血流动力学基础</b>                    |     | 第十五章 脑血流停止 .....                  | 203 |
| 第四章 全身及颅内血流动力学评价 .....                | 39  | 第十六章 解剖变异与血流动力学异常性病变 .....        | 206 |
| 第五章 脑血流动力学和波形识别的实用模型 .....            | 59  | 第十七章 锁骨下动脉盗血 .....                | 210 |
| <b>第三篇 诊断标准</b>                       |     | 第十八章 颈动脉夹层 .....                  | 213 |
| 第六章 脑血管超声诊断标准 .....                   | 79  | 第十九章 颈动脉血栓栓塞 .....                | 217 |
| <b>第四篇 超声与卒中的预防和治疗</b>                |     | 第二十章 颈动脉内膜剥脱术的监护 .....            | 220 |
| 第七章 TCD 与镰状细胞性贫血 .....                | 131 | 第二十一章 脑血流的逆灌注 .....               | 227 |
| 第八章 心血管危险因素与颈动脉超声 .....               | 146 | 第二十二章 MCA 狭窄 .....                | 231 |
| 第九章 颈动脉与椎动脉双功能超声在卒中的二级预防和支架中的应用 ..... | 159 | 第二十三章 急性多节段闭塞 .....               | 238 |
| 第十章 急性缺血性卒中 .....                     | 168 | 第二十四章 动脉再通和卒中后早期恢复 .....          | 243 |
|                                       |     | 第二十五章 动脉再闭塞和病情好转后再恶化 .....        | 253 |
|                                       |     | 第二十六章 溶栓时间窗的延长 .....              | 258 |



## 第一篇

# 如何做超声检查



# 脑血管解剖和颅外段超声检测原理

## 引言

过去40年,人们已经开发了许多用于脑血管疾病检查及监测的无创性诊断及临床应用技术<sup>[1-10]</sup>。无创性脑血管检查的目的在于:区分正常及病变的动脉,明确狭窄类型,病变(包括闭塞)的定位、监测及定量分析微栓子,显示动脉硬化斑块的形态学特征和评估维持大脑正常灌注的侧支循环的潜力。尽管单独一项检查不能达到所有的目的,但是颅内与颅外动脉检查相结合可以满足以上要求。

学习脑血管超声要求掌握解剖学、心血管及神经生理学、各种脑血管疾病的流体力学和病理学<sup>[11-21]</sup>以及超声物理学和仪器操作知识<sup>[22-24]</sup>,这对于进行超声检测和分析结果都非常重要,有些教科书涉及上述内容,但有重复。

本书的目的是介绍脑血管超声检测方法,使用的诊断标准,阐明检测结果与患者治疗的相关性。影像超声学专家应用便携式超声仪进行快速床旁检测是一种很好的检查方法,与其他影像学方法相比,可以立即提供对患者治疗有帮助的价廉、快速的信息。

在研究及临床实践中由于缺乏对超声操作、使用技术、检测结果的分析理论知识,导致临床医疗人员对超声影像学结果持怀疑态度<sup>[25]</sup>。此外,超声检测的准确性取决于操作者的技术、知识和经验。超

声的应用(操作及解释)应该是不同专业住院医师所必修的部分,超声医生必须达到美国医学超声影像诊断注册中心(ARDMS, [www.ardms.org](http://www.ardms.org))所规定的要求。主治医师必须通过完成规定时间的超声医学继续教育及对一定数量的影像进行阅片来展示业务能力。这些条件是由血管实验资格认证委员会(ICAVL, [www.ical.org](http://www.ical.org))规定的。美国神经影像学会([www.asnweb.org](http://www.asnweb.org))也提供了用于复习神经超声专业的多选试题,包括物理、临床应用、颈动脉、椎动脉和经颅超声方法的解读。最后,坚持一贯地对超声结果进行验证,是成功进行超声检查的关键<sup>[26]</sup>。

与其他的影像学检查方法不同,超声可实时评估病理生理改变并监测脑血管疾病。通常由于没有进行随机临床实验,这项信息在临床决策中不占重要地位。但作为临床医生,不是我们所做的每件事都可以或应该检测。如果检测结果提供得及时,临床医生准备用此信息选择最佳治疗方案,从患者的利益出发,超声对于临床决策将非常有帮助。

## 脑动脉系统解剖

在进行血管超声检测时,超声检测者必须思考不同探头位置所产生的图像,例如,要对所检测的血管建立立体思维,思考相关动脉在血管影像中如何显示。我们

强力建议超声检测人员熟悉脑血管造影片<sup>[11]</sup>，因为有创性血管造影是评价超声准确性的金标准。下面阐述正常血管解剖和常见的动脉变异。

颈总动脉

无名动脉起自主动脉弓后分出右锁骨下动脉和右颈总动脉（right common carotid artery, RCCA）。左颈总动脉和左锁骨下动脉均直接起源于主动脉弓。在颈部很容易找到平行于颈静脉的颈总动脉（common carotid artery, CCA）（图 1.1）。

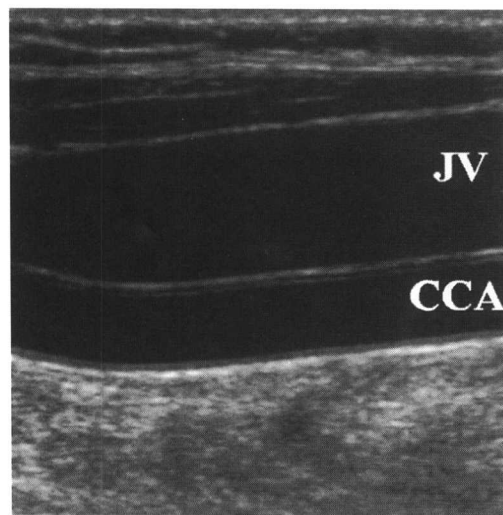


图 1.1 颈总动脉（common carotid artery, CCA）和颈内静脉（internal jugular vein, IJV）的二维灰阶图像

颈总动脉于第四颈椎、甲状软骨上缘水平分出颈内、外动脉（图 1.2）。颈动脉球部为颈总动脉远端延伸至颈内动脉近端的局部扩张。球部具有独特的血流方式，产生局部分层式血流，血管壁具有压力及化学感受器，且球部的大小和位置高低因人而异。

大多数动脉硬化疾病发生于血管分支部位，这是由于该部位血管结构的显著变化引起剪切应力增加，血流及血液中的有形成分在球部后外侧壁流动缓慢所致<sup>[27]</sup>。

颈内动脉

在颈动脉球部以远，颈内动脉（internal carotid artery, ICA）管径均匀一致（图 1.2），呈相对直线走行入颅，向眼及大脑供血。ICA 在颈部没有分支，入颅后 ICA 虹吸弯部呈“S”形弯曲——是动脉壁破裂及动脉硬化疾病的好发部位。ICA 的第一主要分支为眼动脉，向眼部供血。ICA 向上延续为大脑中动脉（middle cerebral artery, MCA）和大脑前动脉（anterior cerebral artery, ACA），二者均为 Willis 环的组成部分。

颈外动脉

颈外动脉（external carotid artery,

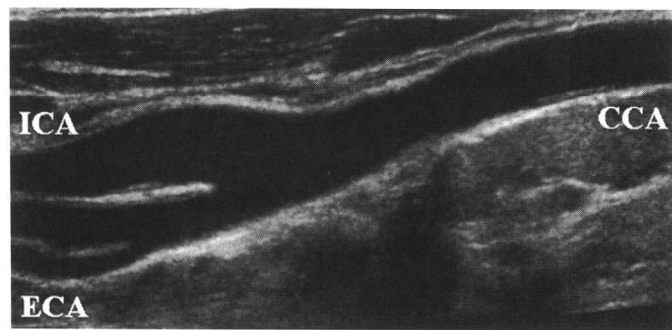


图 1.2 颈内动脉球部、颈外动脉和颈总动脉远段的长轴二维图像

ECA) 向面部肌肉、前额及头皮供血。在颈部分出后很快分为八个分支 (图 1.2)。一些分支如咽升动脉、面动脉、内颌动脉、颞浅动脉通过与 ICA 的吻合相交通。枕动脉是 ECA 与椎动脉的惟一的交通支。认识

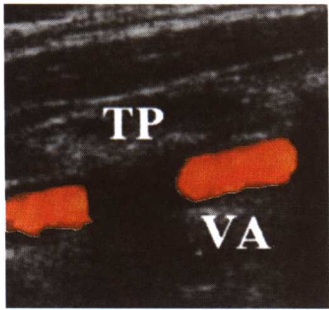


图 1.3 椎动脉 (vertebral artery, VA) 的彩色血流成像。彩色血流信号显示于椎体横突 (TP) 形成的声影之间

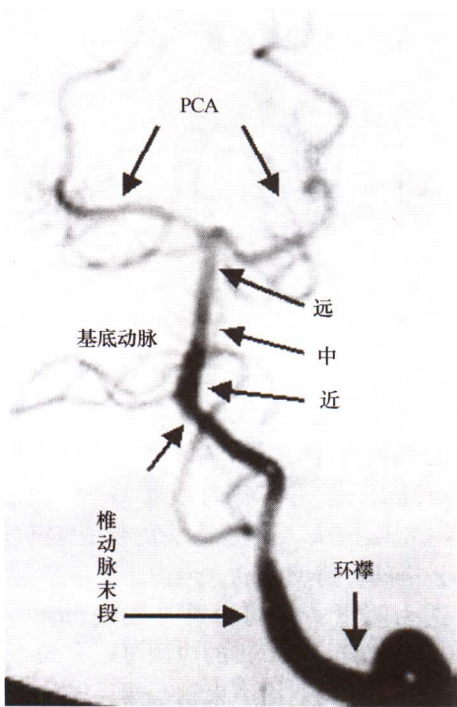


图 1.4 数字减影血管成像 (digital subtraction angiography, DSA)。显示椎动脉末段、基底动脉和大脑后动脉 (PCA) (前后位)

这些分支很重要, 因为当 ICA 严重狭窄或闭塞时 ECA 常是向颅内供血的重要交通支。

椎动脉

椎动脉起源于锁骨下动脉, 经颈部向头部走行, 于第 6 颈椎处进入椎间孔, 走行于颈椎横突孔内 (图 1.3), 经过枕骨大孔进入颅底。左右椎动脉汇合成基底动脉。基底动脉主干长约 2 ~ 3cm<sup>[1]</sup>, 组成 Willis 环后部分 (图 1.4), 其终末为大脑后动脉 (posterior cerebral artery, PCA)。

Willis 环

Willis 环是独特的血管通路, 位于脑底部, 连接颈动脉终末段与后循环血管 (图 1.5)。完整的 Willis 环通过前、后交

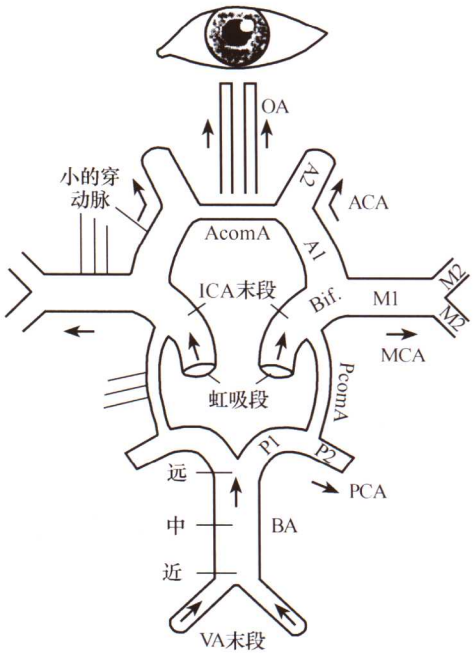


图 1.5 Willis 环、虹吸段和颅内后循环的血管示意图。OA: 眼动脉; ICA: 颈内动脉; AcomA: 前交通动脉; PcomA: 后交通动脉; 大脑前动脉的 A1、A2 段; 大脑中动脉的 M1、M2 段; 大脑后动脉的 P1、P2 段; VA: 椎动脉

通动脉向两侧供血（见第三章）。Willis 环的第一分支包括前、中、后动脉。这些动脉有第一级和第二级分支（如 MCA 的 M1 和 M2<sup>[11]</sup>），与椎基底动脉系统都可以通过颅骨进行脑血管超声检查。

## 超声检测内容

### 连续波多普勒

Eugene Strandness 医生于 1966 年首先报道使用经皮血流计评估动脉闭塞性疾病<sup>[1]</sup>。19 世纪 80 年代 Merrill Spencer 和 Michael von Reutern 及其同事们共同报道了使用连续波（continuous-wave, CW）多普勒检测颅外颈动脉和椎动脉<sup>[2,28]</sup>。这项技术使用一个晶体持续发射，另一晶体持续接收其回声。CW 可显示多普勒频移及单向性模拟产生于原始最大功率的血流

信号（图 1.6）。现在的 CW 系统可以区分正向和负向多普勒频移，并产生双向频谱信号，故可以显示血流方向是朝向还是背向探头。然而 CW 无法辨别产生信号的结构和深度。这种超声检测的优点在于它可以显示运动物体的多普勒频移而不产生混叠伪像（见下述彩色血流多普勒成像）。随着当今直接成像与间断脉冲多普勒的发展，CW 已很少使用，在美国已不再作为评估颈部血管的单独检测方法。CW 检测的主要适应证是，当颈动脉病变部位有较大的声影（>2cm）影响常规超声显像的评估，特别是下颌角以上水平的动脉病变，可采用 CW 进行快速的筛查。尽管目前尝试使用便携式 CW 技术检测颅内血管<sup>[29]</sup>，但是这项检测还不能可靠地区别来自 Willis 环不同部位的血流信号（声束内不同血管的血流信号同时显示也被认为是一种距离混叠<sup>[30]</sup>）。

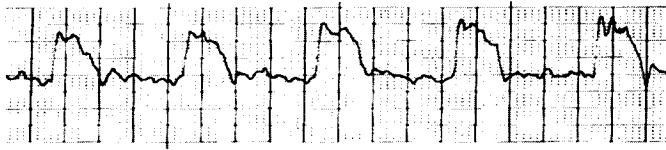


图 1.6 连续波（CW）多普勒最初用于生成单方向性的模拟血流信号，是流动的血液信号的最大频移

### B 型（灰阶）超声成像

B 型（灰阶）超声成像产生于灰阶图像中沿声束传播（深度）方向上的散射体的回声信号的振幅和转换器/皮肤接触面的长度<sup>[22-24]</sup>（图 1.1 和 1.2）。屏幕中信号灰度表明反射回声的能力，而它的部位与反射物体的深度有关。几个晶体被电脉冲有序激活或探头的机械旋转可产生多条扫描线。扫描线集合产生一幅图像（帧）。声束在软组织的平均传播速度为 1540m/s，每秒可产生多帧图像，生成实

时声像图（超声制作的“电影”）。

声波穿透的最大深度取决于超声换能器的发射频率。通常颅外血管成像使用 4~12MHz 探头，颅内血管成像需使用 2~4MHz 探头。高频探头的脉冲宽度较小，空间分辨率较高，但由于声波散射使穿透力降低。时间增益补偿（time gain compensation, TGC）的应用可以有助于显示深处的结构。沿声束轴线两反射体之间的最小可分辨距离与脉冲的空间长度直接相关。侧方分辨率（或声束的垂直分辨率）也取决于转换器的几何学形态，聚

焦区域的分辨率最高。聚焦区域是声束汇聚（近场）与发散（远场）间的最窄点。超声扫描仪可产生多个聚焦区域以优化图像的不同部分。因此有较大表面的动态电子聚焦和多重窄-宽声束的线阵或凸阵探头，有较好的侧方分辨率。

B 型成像的伪像包括：

1. 声影：在很亮的反射体后方出现。改变探头位置和扫描切面可使声影减至最少。与声束垂直的血管壁、钙化斑块（图 1.7）和椎骨（图 1.3）也产生声影。

2. 回响：当回声在两个很强的反射体之间来回多次振荡，显示形状规则分层的位置沿声束排列的多重亮线样回声。

3. 镜像：一种假像，也称幻象或反射伪像，斜行扫描强反射体表面时出现。用横轴位和长轴位观察血管可以解决。

4. 侧位切面：在二维图像中三维结构的重建是显示不清的。利用想象中的三维结构的空間关系，变换探头位置生成适

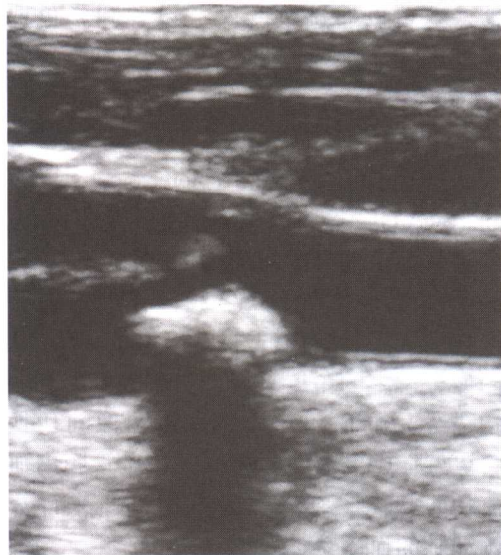


图 1.7 在 B 超图像上，斑块钙化产生“声影”伪像或“暗区”，在明亮的反射体后方，声束不能穿透所致

当的侧位切面图像。

B 超成像可识别颈动脉、椎动脉、颈动脉内膜-中膜、动脉硬化斑块和解剖变异。B 超还可用于颅内研究，显示对侧的颅骨线、中线结构、第三脑室和脑实质结构<sup>[31]</sup>。

## 彩色血流多普勒成像

彩色多普勒血流成像（color Doppler flow imaging, CDFI）显示运动物体（通常是红细胞）反射回声的平均频移。彩色范围可手动选择，范围从两种颜色（红蓝）到多种颜色。至少用两种不同颜色明确显示相对于探头中线的血流运动方向（图 1.8）。根据多普勒效应，朝向探头移动的物体其散射回声频率高于发射频率，反之亦然。但是色彩的选择由操作者决定。

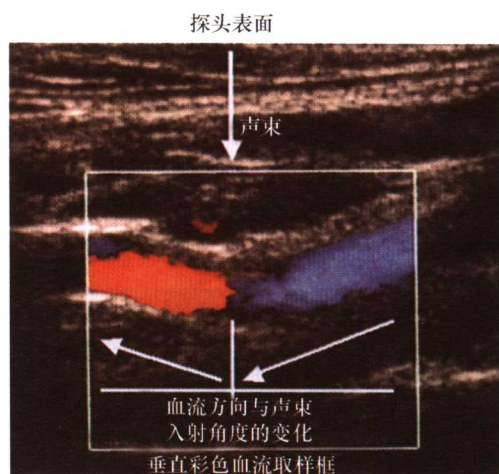


图 1.8 颈总动脉的彩色血流成像

因此，CDFI 用以识别动态血流并明确血流方向。在声束和血流运动方向间的角度为  $90^\circ$  时，没有多普勒频移（图 1.8）。CDFI 有以下伪像：

1. 混叠现象——从某一个方向的最高流速突然转到反方向的最高流速，而不

经过中线。如果显示血流速度的动态范围设置得过低（检查者用低脉冲重复频率），就会出现混叠现象（图 1.9）。也可见于因血管狭窄血流速度升高处的高速血流。调节范围设置以及结合血管走行和 B 超所见有助于鉴别病理情况和伪像。

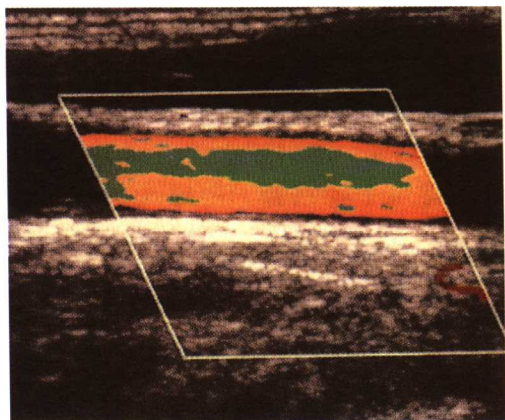


图 1.9 低重复脉冲频率导致在正常血管内血流信号出现彩色混叠现象

2. “外溢”——在血管外有运动的血流信号。这是由于声束中斜行的强反射体（镜像）或血管旁边的组织运动引起。在这两种情况下，改变探头位置和彩色增益即可解决（图 1.10）。

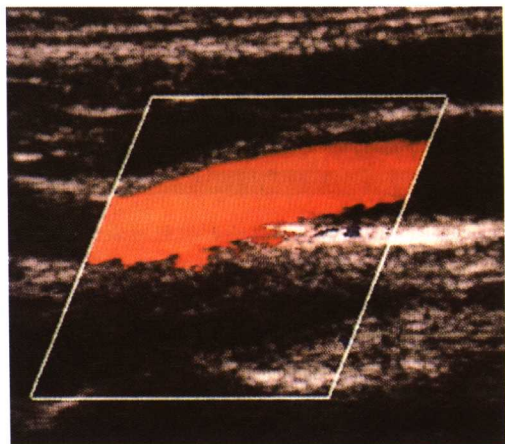


图 1.10 色彩外溢，在血管壁外有血流信号

偶尔，CDFI 不能显示血流，因为它的空间分辨率低于 B 型超声<sup>[7]</sup>。同样，B 型成像和 CDFI 的关系是厚此薄彼：CDFI 的彩色取样框过大，则帧频降低，也降低 B 型成像的分辨率；反之亦然。在血管迂曲或位置较深时，以及流速较慢时（如接近闭塞），CDFI 不能显示血流<sup>[20]</sup>。这时应改用其他形式的血流成像方式。

## 能量多普勒成像

能量多普勒成像显示包括多普勒频移在内的彩色编码的回声强度。与 CDFI 不同，能量编码表示运动物体散射信号的能量，而与运动物体的方向无关。因此能量编码图像利用相同颜色而不同亮度来显示（图 1.11）。能量编码图像显示血管走行，不会因血流方向变化引起血流颜色改变。能量编码可用于显示走行弯曲和位置较深的血管、分支及低速血流<sup>[8,20]</sup>。“闪动”是最常见的伪像，产生于组织运动，与血流的外溢伪像类似。这可以通过改变增益设置和彩色取样框的大小加以调整。

## 彩色速度成像

彩色速度成像（color velocity imaging, CVI）与 CDFI 相似，但彩色编码速度是从回声信号的时间阈处理程序中得出的<sup>[32]</sup>。举例来说，CVI 成像代表沿血管走行的一段时间内的红细胞簇的运动。从图像分辨率的角度来说，由于更好的利用扫描线，在 B 超与彩色血流图像间切换将更好。CVI 也可更好地显示血管腔内血流功能状态。有的实验室用 CVI 来计算颈动脉的血流量。

## B 血流和复合成像

血液的流动性，使血液与周围组织结

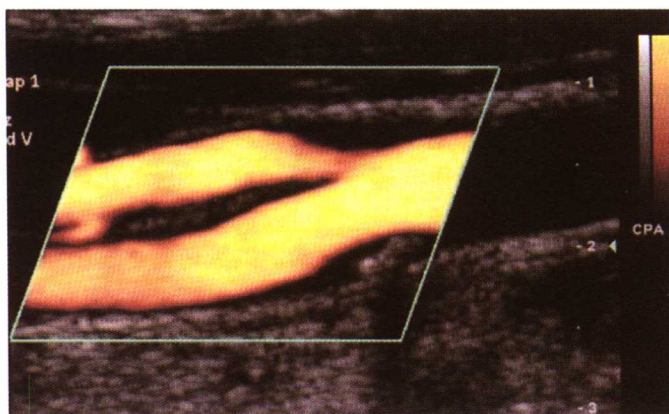


图 1.11 颈动脉分叉的能量多普勒影像

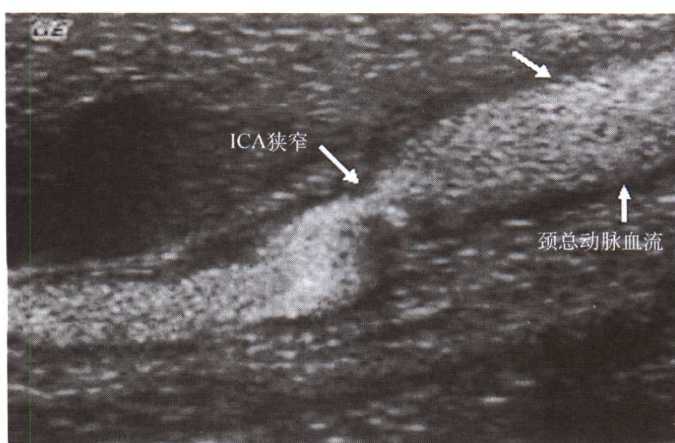


图 1.12 B 型血流或亮带模式显示通过颈内动脉狭窄段的残余血流

构的反射信号强度出现差异，因此亮度型的成像也可用于生成血流图像<sup>[33]</sup>。将电子聚焦和多重聚焦带相结合，这种图像可以提供高清晰结构扫描（图 1.2），并能够将灰阶型的血流信号叠加在 B 超图像上（图 1.12）。B 型血流扫描避免了混叠现象，并使组织移动和血液流动信号更好地切换。

## 谐波成像

诊断性超声脉冲波穿过组织时，由于运动物体的反射，或在峰值强度快速通过

被压缩的液体时，声波频率可以发生改变（即谐波成像）。这种频率改变主要发生在声波传播过程中（少数发生在反射过程中）。二次谐波频率是发射频率的两倍<sup>[9]</sup>。这种超声与组织的非线性的相互作用机制不论是否采用造影剂均可以清晰显示组织影像。新一代双功能超声仪也具备这种功能。谐波成像在脑血管超声中的潜在性临床应用范围包括利用造影剂来研究组织（如脑实质）灌注，区分完全闭塞与重度狭窄，并可更好地显示斑块与血管壁的形态<sup>[34-37]</sup>。

## 多普勒速度频谱

脉冲多普勒超声可用于检测运动的血液或组织反射回声的多普勒频移。用于在显示二维结构和彩色血流同时测量血流速度。为获得真实的血流速度，应当调整多普勒角度，这将在下面的“检测方法”中叙述。

## 颅外双功能超声检查技术与方法

颅外双功能检测应该包括血管的横向和纵向的 B 超扫描。检查可从横切面扫

描开始，因为这样可快速识别 CCA、颈静脉、分支水平及动脉硬化疾病<sup>[16,18,20]</sup>。检查从颈总动脉近端开始，沿其走行达远端，通过颈动脉分支后，止于下颌水平，显示颈内动脉的远段（图 1.13）。横切面可以观察血管管径，有无病理及解剖异常。以纵切面重复检查（图 1.1 和 1.2），从颈总动脉近端延续至分叉、颈内外动脉，观察椎动脉的起始及颈段部分（图 1.3）。

为优化灰阶成像，设置动态范围为 40 ~ 50dB，时间增益补偿（TGC）的设置应与颈总动脉和椎动脉的深度相对应。

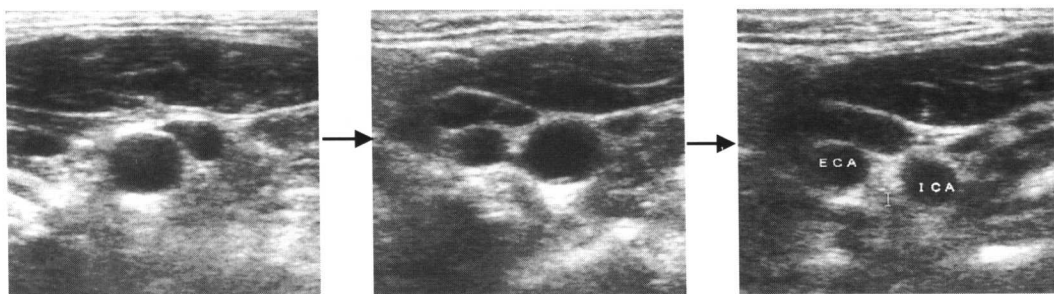


图 1.13 颈总动脉近段（左）、分叉（中）、到 ICA 远段（右）的系列 B 超图像

### 横切面成像

1. 患者头部转向检查的另外一侧，将超声探头放置于颈部下段，胸锁乳突肌前缘锁骨上方。图像的左侧应朝向中线结构，如气管。
2. 横断面定位 CCA 近端。沿 CCA 慢慢移动到远段。
3. 在 CCA 远端，确定局部扩张的球部。
4. 缓慢移动探头通过球部显示 ICA 和 ECA。
5. 沿 ICA 和 ECA 走行到达下颌水平。记录下所有病变、血管弯曲和解剖变

异。

### 纵切面成像

1. 将超声探头移回至 CCA 近端，旋转探头至血管纵轴。图像左侧应朝向头部。
2. 开始将探头置于胸锁乳突肌前缘。
3. 使声束垂直于血管前壁，纵切面可显示最长的 CCA 节段。
4. 优化图像使正常血管壁线性反射更加清晰。
5. 沿血管走行缓慢移动探头至球部。
6. 在 CCA 远端和球部缓慢移动探头逐渐显示颈内外动脉的起始段。必须注意

探头角度要朝向起始段,避免动脉横切面。

7. 接着,沿 ICA 和 ECA 走行,调整图像,准确评估解剖和病理。记录所有病变、血管弯曲和解剖异常。

## 彩色血流超声对血流动力学的评估

1. 回到纵切面显示 CCA 近端。

2. 通过设置速度标尺范围并选择恰当的彩色脉冲重复频率 (pulse repetition frequency, PRF) 观察血流速度。正常成年人的动脉血流速度在 100cm/s 左右 (或 2.5kHz 多普勒频移)。大多数颈动脉狭窄诊断标准是流速高于 125cm/s。进一步调整速度范围,避免在正常血管内出现收缩期混叠现象 (低 PRF) 或舒张血流中断 (高 PRF 或滤波) 现象。

3. 优化彩色能量和增益,在无彩色外溢情况下使血流信号充盈血管腔。

4. 避免使用过大过宽的彩色取样框,这样会降低帧频和分辨率。取样框应覆盖完整管径,宽度在 1~2cm 左右。根据血管形态及走行调整取样框角度。

5. 缓慢移动探头通过 CCA、球部、ICA 和 ECA。

6. 识别和记录紊乱的血流、异常的高速或低速血流信号及血流信号的缺失。

7. 检测椎动脉,首先要回到 CCA (纵切面,探头置于胸锁乳突肌前方)。将探头朝向 CCA 近端。向颈部外侧方移动探头,观察走行于颈椎横突 (“阴影”) 之间的椎动脉。倾斜探头,在锁骨上方观察起始于锁骨下动脉的椎动脉开口处。确认椎动脉的血流方向与 CCA 的血流方向相同。

## 多普勒频谱对血流动力学的评估

1. 回到 CCA 纵切面。

2. 使用彩色血流成像引导多普勒检查 (图 1.14)。

3. 首先,将 1.5mm 多普勒取样容积置于正常血管腔中央 (图 1.14)。

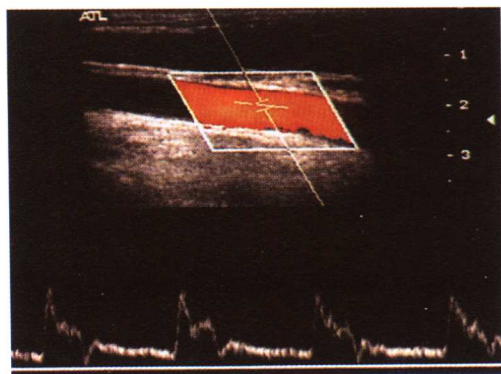


图 1.14 角度调整后的颈总动脉流速测量

4. 按下述方法之一校正角度: 平行于血管壁或血流方向。

5. 调整多普勒频谱能量和增益优化回声信号的质量。

6. 将取样容积缓慢移行通过 CCA、球部、ICA 和 ECA。

7. 颞浅动脉震颤试验可鉴别 ICA 和 ECA,也可显示 ECA 近端的动脉分支。

8. 注意识别涡流和血流缺失区。

9. 调整适当的角度记录 CCA 近端、远端,ICA 近、中、远端和 ECA 近端的波形。另外,还要记录异常血流水平及近端、远端的多普勒频谱波形。

10. 在椎动脉起始及近端记录血流信号 (图 1.15),注意血流信号特征,特别要注意血流方向。追踪至椎间隙段 (图 1.16),根据动脉走行调整彩色框和多普勒取样角度。

## 颅外段双功能超声应提供以下数据

1. 各部位的收缩期峰值流速。

2. 各部位的舒张末期流速。