

# 超声检查与诊疗精要

(上)

潘虹霞等◎主编

## 主编简介



潘虹霞

1970年出生，解放军第251医院超声科，副主任医师，毕业于第四军医大学。长期从事一线超声工作，全科医生，尤其擅长妇产科疾病的超声诊断，对介入超声技术有一定经验。在地方及军队核心期刊发表论文20余篇，参与科研课题3项，主编论著2部。



姚 飞

1981年出生，河北省邯郸钢铁有限责任公司职工医院，主治医师。2007年毕业于河北医科大学，从事超声诊断及介入超声工作近10年，对心脏、血管、妇产、腹部脏器及浅表器官等超声检查有着丰富的经验；对超声引导下肿物的穿刺活检、超声造影及肿物的消融有着丰富的经验。发表学术论文10余篇，参编著作1部，获得科技成果奖1项。



屈登雅

1979年出生，讲师，兰州大学第二医院超声中心主治医师，从事超声诊断，教学及科研工作近10年，先后参与省市级课题2项，发表论文4篇。主要研究方向为胎儿系统超声筛查及超声造影。

# 编 委 会

主 编 潘虹霞 姚 飞 屈登雅  
薛丽丽 张兆志 黄 梅

副主编 朱冬梅 彭于东 郭志英 赵海涛  
李玉燕 穆 雨 王 慧(大) 刘春节

编 委 (按姓氏笔画排序)

王 慧(大) 长春中医药大学附属医院(妇科)  
朱冬梅 郑州市中医院  
刘春节 河南大学第一附属医院  
李玉燕 平顶山市中医医院  
张兆志 长春中医药大学附属医院  
屈登雅 兰州大学第二医院  
赵海涛 河南省唐河县人民医院  
姚 飞 邯郸钢铁集团有限责任公司职工医院  
徐鹏博 平顶山市中医医院  
郭志英 内蒙古医科大学第二附属医院  
黄 梅 河北省沧州中西医结合医院(超声科)  
彭于东 湖北省荆州市第一人民医院  
程 莉 长春中医药大学附属医院  
潘虹霞 中国人民解放军第二五一医院  
薛丽丽 兰州大学第一医院  
穆 雨 开封市儿童医院

---

# 前 言

---

随着声学、电子学、计算机技术和图像处理技术等相关技术的进步，超声医学设备取得了迅速发展，超声检查的领域和内容都有了大幅的扩展和增加，出现了许多新知识、新技术、新方法和新观点。进入 21 世纪后，不仅在超声诊断方面而且在超声治疗方面也取得了令人瞩目的发展。

本书以临床实用为目的，以临床常见病和多发病为重点，系统阐述了超声检查的方法和内容以及各种疾病的超声影像学特征。覆盖范围包括头颈部超声（颅脑超声、头面部超声、颈部淋巴结超声、颈部血管超声、甲状腺及甲状旁腺超声）、胸部超声（乳腺超声、胸腔疾病超声、心脏、大血管超声）、腹部超声（胃肠超声、肝脏超声、胆道超声、胰腺超声、脾脏超声、肾、输尿管和膀胱超声、腹部大血管超声、腹部其他疾病超声）、妇产科疾病超声（妇科超声、产科超声）、男性生殖系超声（前列腺和精囊疾病超声、阴囊及其内容物疾病超声）。内容新颖、图文并茂，对比鲜明，简洁扼要，易于掌握，查阅方便，可供临床工作及教学参考。

本书参编人员均是国内超声医学领域临床实践经验丰富、技术水平较高的专业医务工作者，对各位同道的辛勤笔耕和认真校对深表感谢！由于写作时间和篇幅有限，如有不足之处，希望广大读者予以批评、指正，以便再版时修正。

编 者  
2016 年 4 月

---

# 目 录

---

## 第一篇 头颈部超声

第一章 颅脑超声	1
第一节 颅脑超声解剖	1
第二节 超声探测方法和正常脑超声图像	2
第三节 颅脑血管超声检查	4
第四节 新生儿及小儿颅脑超声检查	22
第二章 头面部超声	30
第一节 眼部超声	30
第二节 涎腺超声	40
第三章 颈部淋巴结超声	46
第一节 颈部淋巴结的超声解剖	46
第二节 颈部淋巴结的检查方法	50
第三节 颌面部及颈部淋巴结的评估指标	51
第四节 超声造影在淋巴结的应用	58
第五节 超声弹性成像在淋巴结的应用	60
第四章 颈部血管超声	66
第五章 甲状腺及甲状旁腺超声	80
第一节 甲状腺超声检查方法与正常声像图	80
第二节 甲状腺疾病超声诊断	82
第三节 甲状旁腺超声检查	88
第四节 甲状腺肿瘤微波消融治疗	89

## 第二篇 胸部超声

第六章 乳腺超声	94
第一节 乳腺超声解剖、组织结构及生理	94
第二节 乳腺超声检查方法	98
第三节 乳腺炎	107
第四节 乳腺结构不良及瘤样病变	117

第五节 乳腺良性肿瘤·····	131
第六节 乳腺癌·····	141
第七节 副乳腺(多乳腺症)·····	161
<b>第七章 胸腔疾病超声</b> ·····	<b>165</b>
第一节 正常声像图·····	165
第二节 胸壁疾病的诊断·····	166
第三节 胸膜疾病·····	169
第四节 肺部疾病·····	172
第五节 纵隔疾病·····	178
<b>第八章 心脏、大血管超声</b> ·····	<b>183</b>
第一节 心脏正常超声检查·····	183
第二节 冠状动脉腔内超声检查·····	200
第三节 冠状动脉疾病·····	216
第四节 先天性心脏病·····	229
第五节 感染性心内膜炎·····	239
第六节 心包炎和心包积液·····	243
第七节 乳头肌功能不全和乳头肌断裂·····	246
第八节 心脏瓣膜病·····	250
第九节 心肌梗死·····	257
第十节 心脏肿瘤·····	264
第十一节 慢性肺源性心脏病·····	266
第十二节 常见先天性心脏病介入治疗的超声技术·····	278

### 第三篇 腹部超声

<b>第九章 胃肠超声</b> ·····	<b>289</b>
第一节 胃肠道的超声检查和正常声像图·····	289
第二节 胃癌·····	291
第三节 胃间质瘤·····	293
第四节 先天性肥厚性幽门狭窄·····	294
第五节 急性阑尾炎·····	295
第六节 肠梗阻·····	296
第七节 结肠、直肠癌·····	297
<b>第十章 肝脏超声</b> ·····	<b>299</b>
第一节 肝脏检查方法和正常声像图·····	299
第二节 原发性肝癌·····	305
第三节 转移性肝肿瘤·····	308
第四节 肝血管瘤·····	310
第五节 肝脓肿·····	313

第六节	脂肪肝	315
第七节	肝硬化、门静脉高压	317
<b>第十一章</b>	<b>胆道超声</b>	<b>323</b>
第一节	胆道系统超声扫查技术	323
第二节	正常胆道系统声像图	325
第三节	胆石症	326
第四节	急性胆囊炎	329
第五节	急性化脓性胆管炎	331
第六节	胆囊癌	332
<b>第十二章</b>	<b>胰腺超声</b>	<b>334</b>
第一节	胰腺的检查方法	334
第二节	胰腺正常声像图及正常值	336
第三节	胰腺炎症性病变	337
第四节	胰腺囊性病变	344
第五节	胰腺实性占位性病变	351
第六节	胰腺的介入性超声	364
<b>第十三章</b>	<b>脾脏超声</b>	<b>366</b>
第一节	超声检查方法和正常声像图	366
第二节	脾超声测量和正常值	368
第三节	脾大的超声诊断	369
第四节	脾良性局限性病变	370
第五节	脾良性肿瘤	374
第六节	脾外伤	376
<b>第十四章</b>	<b>肾、输尿管和膀胱超声</b>	<b>380</b>
第一节	肾脏检查方法与正常声像图	380
第二节	输尿管、膀胱检查方法与正常声像图	382
第三节	多囊肾	384
第四节	肾囊肿	385
第五节	肾结石	388
第六节	肾肿瘤	389
第七节	肾外伤	394
第八节	输尿管疾病	396
第九节	膀胱肿瘤	403
<b>第十五章</b>	<b>腹部大血管超声</b>	<b>407</b>
第一节	超声检查方法	407
第二节	正常声像图及多普勒血流频谱曲线	407
第三节	腹部大血管疾病	409
<b>第十六章</b>	<b>腹部其他疾病超声</b>	<b>414</b>
第一节	肾上腺疾病	414

第二节 腹膜腔和腹膜后间隙疾病·····	423
第三节 腹膜后血管疾病·····	438

## 第四篇 妇产科疾病超声

<b>第十七章 妇科超声</b> ·····	447
第一节 妇科检查方法与正常声像图·····	447
第二节 先天性子宫发育异常·····	452
第三节 子宫肌层病变·····	457
第四节 子宫内膜病变·····	463
第五节 子宫颈病变·····	468
第六节 卵巢疾病·····	470
第七节 输卵管疾病·····	495
第八节 盆腔疾病·····	498
<b>第十八章 产科超声</b> ·····	502
第一节 产科检查方法·····	502
第二节 早期妊娠超声检查与声像图特征·····	503
第三节 中晚期妊娠超声检查与声像图特征·····	506
第四节 异常妊娠·····	517
第五节 胎儿生长发育的观测·····	523
第六节 胎盘、脐带、羊水异常·····	526
第七节 胎儿先天性心脏畸形·····	532
第八节 胎儿神经系统畸形·····	552
第九节 胎儿泌尿生殖系统畸形·····	568

## 第五篇 男性生殖系超声

<b>第十九章 前列腺和精囊疾病超声</b> ·····	579
第一节 前列腺和精囊超声解剖·····	579
第二节 超声检查技术·····	581
第三节 前列腺疾病的超声诊断·····	583
第四节 精囊疾病的超声诊断·····	590
<b>第二十章 阴囊及其内容物疾病超声</b> ·····	594
第一节 概述·····	594
第二节 超声检查技术·····	595
第三节 正常声像图·····	595
第四节 睾丸常见疾病超声诊断·····	597
<b>参考文献</b> ·····	617



## 头颈部超声

### 第一章 颅脑超声

1956年Lekseil首先将A超应用于颅脑。1982年Aaslid将脉冲多普勒超声与低频超声相结合,运用于临床检测脑底动脉血流速度。该项技术称为经颅多普勒超声(TCD)。我国在1988年开始应用TCD技术。颅脑超声包括TCD技术及二维灰阶超声与彩色多普勒相结合的经颅二维彩色多普勒超声技术(TCCS)。近20年来,由于高分辨率超声的发展与应用,颅脑超声在无创诊断研究颅脑占位性病变、脑血管病变、脑积水等疾病方面积累了丰富的经验。尤其是小儿颅脑超声的成熟应用,颅脑病变术中超声定位及术中病变超声造影技术等开拓了超声在颅脑病变诊断中应用的新天地。

#### 第一节 颅脑超声解剖

颅脑由颅盖和颅底组成。颅盖含额骨、枕骨、顶骨、颞骨,以缝连接。新生儿和乳幼儿颅顶各骨之间仍以结缔组织连接,称为囟。前方为菱形的前囟(anterior fontanel),后方呈三角形的后囟。囟门可作超声检查的透声窗。颅底内面高低不平,由前至后分别为前、中、后颅窝。颅前窝两侧部分为眶顶,稍突向颅腔;颅中窝中央为垂体窝;颅后窝有小脑、脑干。

脑(brain)位于颅腔内。分大脑(cerebrum)、间脑、小脑(cerebellum)、脑干(brain stem),两个大脑半球(cerebral hemisphere)的腔称侧脑室(lateral ventricle);间脑的脑室为第三脑室(third ventricles),两侧侧脑室间孔和第三脑室相连;桥脑、延髓和小脑围成第四脑室。第三脑室和第四脑室以大脑导水管(cerebralaqueduct)相连。大脑半球分四叶:额叶(lobus frontalis)、颞叶(lobus temporalis)、枕叶和顶叶(lobus parietalis)。随着脑半球的发育,其内侧的脑室形成前角(cornu anterius)、下角和后角,在中央部、下角和后角的交界处为三角区。侧脑室的中央部、三角区和下角区有脉络丛(choroid plexus)覆盖,而前角、后角无脉络丛。尾状核(caudate nucleus)头部位于侧脑室前角下外方,尾状核体部、尾部细小,诊断图像上难以观察到。丘脑位于侧脑室中央部的下方,三角区的前方。胼胝体(corpus callosum)为联系两侧大脑半球的联合纤维束,分胼胝体干部,膝部和喙部。

脑膜有三层:由外向里分别为硬脑膜(dura mater encephali)、蛛网膜(arachnoidea)和

软脑膜 (pia mater encephali)。硬脑膜的外层为骨膜, 内层折叠成隔膜, 深入脑的各部间隙, 主要有大脑镰 (falx cerebri)、小脑幕 (tentorium cerebelli)。

脑的动脉: 脑动脉供应来自颈内动脉和椎动脉, 它们到大脑半球的分支在颅底形成大脑动脉环 (Willis 环) 后, 再分成:

(1) 皮质支: 以营养皮质及其深面的髓质。

大脑前动脉: 行于视神经上方, 本干分支到额叶内侧面。终末分支为胼周动脉和胼缘动脉。

大脑中动脉: 为颈内动脉的最大终末支, 供应脑岛皮质, 它出大脑外侧沟后分布于大脑的背外侧面, 供应范围广, 且大部分为重要的皮质功能定位区。

大脑后动脉: 是基底动脉的终支。于脑桥上缘的脚间池发出, 绕大脑脚后, 沿小脑幕上方向后走, 终末支为距状动脉和顶枕动脉。

(2) 中央支: 来自于大脑动脉环及大脑前、中、后动脉的起始段和脉络丛前动脉。深入脑实质供应基底核、内囊及间脑等。大脑前动脉、中动脉的中央支分布于颅底, 大脑后动脉的中央支穿入脑实质, 供应间脑等。

(穆 雨)

## 第二节 超声探测方法和正常脑超声图像

### 一、B 型超声检查方法

1. 探头的选择 接触面要小, 扫查角度要大, 一般可以用凸阵或扇形探头。对于观察脑的浅表结构如脑外间隙和顶部大脑皮质, 也可以用线阵探头。探头频率范围在 3.5 ~ 7.5MHz, 必要时可以选择 10MHz 及以上。

2. 常规颅脑超声检查的方法 以前囟作为透声窗, 探头置于前囟, 通过改变探头与皮肤的夹角, 从前向后扫描获得一系列冠状切面的图像, 检查过程中应保持声像图的左右对称, 注意两半球的结构比较和颅中线的位置, 然后将探头旋转 90°, 从中线向各自两侧扫描, 获得一系列矢状切面的图像。还可以将探头置于一侧颞部, 获得相应的脑组织声像图和大脑中动脉的彩色多普勒频谱。

#### 3. 脑室及脑半径测量

(1) 冠状面测量侧脑室前角宽度: 在脉络丛前方的 Monroe 孔水平, 显示狭窄的羊角型或裂隙状。早产儿为 0 ~ 2.9mm, 足月儿的正常值为 1.3 ~ 2.3mm。当测得内径宽度为 4 ~ 6mm 时为轻度扩张; 7 ~ 10mm 为中度扩张; > 10mm 为重度扩张。

(2) 冠状面侧脑室比值: 脑室前角的宽度 (中线至脑室的强回声外侧壁) 到同一水平的颅骨内板的比值, 当其宽度 > 大脑半径的 1/3 时, 考虑脑室扩张的存在。

(3) 矢状位测量脑室后角、下角, 从丘脑后方到枕角尖的距离, 范围 1.5 ~ 15.0mm, 正常新生儿 < 2mm, 数值偏大时, 应予以随访。当侧脑室呈裂隙状时应结合脑沟裂的显示和脑实质的回声, 除外是否有脑水肿的存在。

(4) 脑半径的宽度则从大脑镰到颅骨内缘。

4. 脑血流的测定 采用彩色多普勒超声血流成像技术, 实时采集脑血流动力学参数、

图像，进行脑血流综合评价。目前主要观察测量的大动脉为大脑前动脉、中动脉、后动脉以及其交通支形成的 Willis 环。测量多为大脑后动脉。

(1) 大脑前动脉：前囟为透声窗，正中矢状面更清晰，在大脑纵裂第三脑室前方可以显示大脑前动脉。下部为 Willis 环。

(2) 大脑中动脉：侧囟为透声窗（颞窗），显示脑中央部位的 Willis 环，顺其向上、向下垂直发出，向脑外侧方向走行较粗大的血管。

(3) 大脑后动脉：前囟为透声窗，冠状切可以显示，后颅窝内侧部的丘脑、小脑幕上方为大脑后动脉分布区。

大脑内主要动脉的血流频谱大多呈单峰状，当收缩峰圆钝伴有收缩期流速减慢提示有严重的窒息缺氧改变；当收缩峰呈双峰状，可见于部分早产儿或缺氧后改变；当收缩峰高尖，上升支陡直，血管阻力指数增高，提示血管处于痉挛状态，有颅高压可能；当舒张峰抬高，阻力指数降低，提示中重度的取样改变，随脑水肿加重更为明显。

## 二、超声颅脑断面图像

### (一) 经前囟行冠状面检查

可见颅内从额叶到枕叶各个层面的图像（图 1-1）。

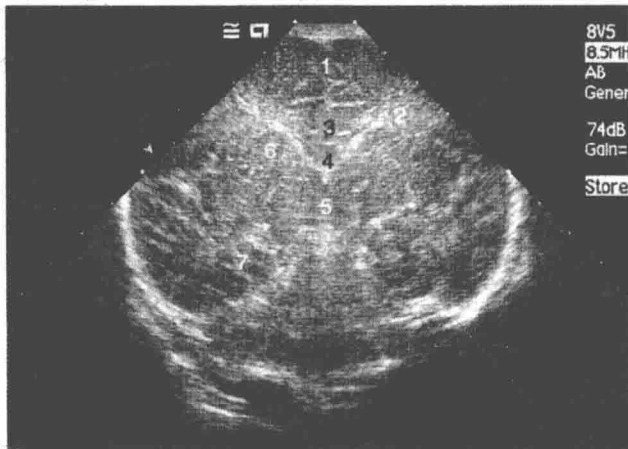


图 1-1 经室间孔及第三脑室切面——此层面可以显示大脑纵裂、侧脑室前角和体部的交界区、透明隔腔、胼胝体、部分尾状核、部分丘脑、第三脑室以及颞叶组织

1: 纵裂额叶; 2: 额叶; 3: 胼胝体; 4: 透明隔腔; 5: 第三脑室; 6: 尾状核; 7: 颞叶

### (二) 经前囟做矢状位检查

以脑正中线为基点，分别向两侧颞侧方向移动检查，可以分别观察大脑两叶的结构（图 1-2）。

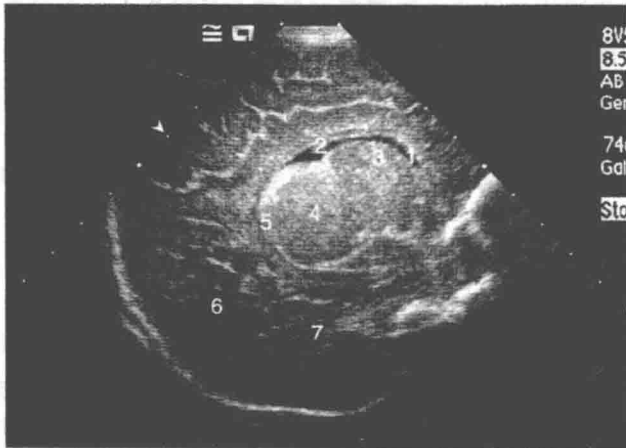


图 1-2 经右侧侧脑室切面

1: 侧脑室头部; 2: 侧脑室体部; 3: 尾状核; 4: 丘脑; 5: 侧脑室; 6: 枕叶; 7: 小脑

### (三) 经侧窗检查

探头置于一侧颞部，外耳道至眼外眦连线所在平面作为参考平面，观测脑的横断面，脑中线、侧脑室，丘脑等脑结构。由于大脑中动脉沿大脑外侧沟走行，分支分布于脑半球外面大部，是脑部较粗大的血管。所以在侧窗处可以清晰检测到，并测量各种参数。

### (四) 经后窗检查

探头置于后脑窗门处，可以观察脑后部的结构，一般较少用，当怀疑有小脑病变时此切面可以弥补经前窗观察的不足。

### (五) 经乳突窗门检查

探头置于乳突的后方，做横切及纵切扫查。一般较少用。

(黄 梅)

## 第三节 颅脑血管超声检查

颅脑血管超声检查包括颈动脉彩色多普勒超声和经颅多普勒超声，可对颅内外颈动脉系统及椎-基底动脉系统进行无创性检查，能准确评估颅内外大血管狭窄程度、血流动力学特征、颅外斑块性质及稳定性等。由于颅脑血管超声检查具有无创性、操作简便、可重复检测、经济实惠等特点，特别是两者同步检测，能进一步提高对颅内外动脉疾患的阳性检出率，因而临床实践中应成为颅内外动脉疾患首选检测手段。

### 一、脑血管解剖学基础

熟练掌握颅内外脑血管解剖学及脑血流动力学的病理生理知识，是开展颅脑血管超声检查的重要理论基础，对超声检查结果的可靠性起决定性作用。

人脑的血液供应由颈内动脉系统及椎-基底动脉系统组成。以顶枕裂为界，前者为大脑半球前 2/3 供血，后者为大脑半球后 1/3 及脑干、小脑供血。

## （一）颈内动脉系统

1. 颈内动脉颅外段 双侧颈内动脉均由颈总动脉分出，右侧颈总动脉起自无名动脉，左颈总动脉直接起自主动脉弓。双侧颈总动脉走行于胸锁乳突肌内侧缘，在甲状软骨上缘或第4颈椎水平分出颈内动脉和颈外动脉。颈外动脉向前内侧上行，颈内动脉向后外侧上行。颈内动脉起始部呈梭形膨大，称为颈动脉窦，是动脉粥样硬化好发部位。颈内动脉在颅外段无任何分支，由颈动脉孔入颅。

2. 颈内动脉颅内段及其分支 按其走行，将颈内动脉颅内段分为5段，即岩骨段（C5）、海绵窦段（C4）、膝段（C3）、床突上段（C2）及终末段（C1）。海绵窦段、膝段和床突上段合称颈动脉虹吸部（carotid siphon, CS），终末段发出后交通动脉、大脑前动脉（anterior cerebral artery, ACA）及大脑中动脉（middlecerebral artery, MCA），并参与颅底动脉环的组成。

颈内动脉颅内段主要分支：

（1）眼动脉：从颈内动脉虹吸部发出，与视神经一起经视神经孔出颅进入眼眶内。

（2）后交通动脉：从颈内动脉终末段发出，与大脑后动脉（posterior cerebral artery, PCA）前壁连接，是颈内动脉系统与椎-基底动脉系统重要交通通路。正常情况下，颈内动脉系统与椎-基底动脉系统压力均衡，后交通动脉无血液流动。

（3）大脑前动脉：是颈内动脉发出的较小终末分支，其主干又分出皮层支及深穿支，供应纹状体内侧及大脑半球穹窿面前2/3~3/5的区域。双侧大脑前动脉之间由前交通动脉连接，以前交通动脉为界，大脑前动脉近端称交通前段（A1段），远端称交通后段（A2段）。与后交通动脉一样，正常情况下，前交通动脉亦无血液流动。

（4）大脑中动脉：是颈内动脉的直接延续，也是其最大的分支。大脑中动脉沿外侧裂行走，分出上部皮质支和下部皮质支，并在沿途发出许多深穿支（豆纹动脉），供应额叶及顶叶大部分、颞叶前部及基底节区的区域。大脑中动脉不参与颅底动脉环的组成。

## （二）椎-基底动脉系统

1. 椎动脉 双侧椎动脉（vertebral artery, VA）在颈部由双侧锁骨下动脉发出，穿行于第6至第1颈椎横突孔，于枕骨大孔处入颅，在脑桥下缘汇合成基底动脉。根据其行程，分为4段：

（1）颈段：从锁骨下动脉发出至进入第6颈椎横突孔之前的部分。

（2）椎骨段：穿行于第6至第1颈椎横突孔的椎动脉。

（3）枕段：第1颈椎横突孔至枕骨大孔的部分。

（4）颅内段：经枕骨大孔进入颅内的部分。

2. 基底动脉 基底动脉（basilar artery, BA）在脑桥下缘由双侧椎动脉汇合而成，沿脑桥腹侧正中沟上行，沿途发出脑桥支、小脑前下动脉、内听动脉、小脑上动脉，最后在与中脑交界处分出两支大脑后动脉。

3. 大脑后动脉 是基底动脉的终末支，从基底动脉分出后不久，即与后交通动脉吻合，最后到达枕叶。通常以大脑后动脉与后交通动脉汇合点为界，将大脑后动脉分为交通前段（P1段）和交通后段（P2段）。

### (三) 脑动脉侧支循环

1. 颅底动脉环 (Wills 动脉环) 正常情况下, 在颅底由双侧颈内动脉终末段、双侧大脑前动脉 A1 段、双侧大脑后动脉 P1 段及前后交通动脉构成一个类似六边形的大动脉环, 即颅底动脉环。因此, 在双侧颈内动脉之间、颈内动脉系统与椎 - 基底动脉系统之间存在侧支循环通路, 即使一侧颈内动脉发生严重狭窄甚至闭塞, 也可能无任何临床症状。

2. 颈内动脉与颈外动脉间的吻合 颈内动脉的分支眼动脉与颈外动脉的分支上颌动脉、颞浅动脉及面动脉之间有广泛吻合; 大脑中动脉与颈外动脉的分支脑膜中动脉之间也有吻合。

3. 椎 - 基底动脉与颈外动脉间的吻合 基底动脉的分支内听动脉与颈外动脉的分支茎突舌骨动脉之间, 椎动脉肌支与颈外动脉的分支枕动脉、腭升动脉之间, 与锁骨下动脉的分支颈深动脉之间有吻合。

4. 皮层支之间的吻合 大脑前、中、后动脉软脑膜支之间存在广泛的吻合。

## 二、颈部血管彩色多普勒超声

连续性多普勒超声 (continuous wave doppler ultrasound, CW) 探测人体周围血管, 在 20 世纪 50 年代开始使用。由于不能显示血管的结构, 应用受限。双功能超声仪将超声成像系统与多普勒技术结合, 不仅可显示血管的结构, 而且具有距离选通能力, 为周围血管疾病的诊断开辟了新的途径。20 世纪 80 年代彩色多普勒 (color doppler flow imaging, CDFI) 的兴起, 更形象化地显示血管内血流信号和充盈情况, 提供了丰富的血流动力学信息, 而成为诊断血管疾病和选择治疗方案的重要方法。

### (一) 超声波的基本特性及仪器设置

1. 超声波的基本特性 将振动源与介质接触, 引起介质中的粒子振动而产生声波。人类可听到的声波频率范围在 30 ~ 20 000Hz, 超出这一范围以上的声波称为超声波。声波的基本参数有波长 ( $\lambda$ )、频率 (F)、周期 (T) 及速度 (C)。

$$\gamma = C/F \text{ 或}$$

$$\gamma = C \times T$$

声波传播速度取决于传播介质的性质, 与频率及振幅无关。一般情况下, 声波在固体中传播速度最快, 液体次之, 在气体中传播速度最慢。做超声检查时应用耦合剂的目的就在于减少空气阻力, 聚集超声束。声波在传播过程中发生衰减、散射和反射, 在界面产生回声。超声束在同一种媒体中以匀速传播, 在遇到不同媒体表面时超声束会发生部分反射, 其余部分继续传播。在媒体表面不规则且障碍物直径小于入射波波长时, 超声束会发生散射现象。血液中主要是大量的红细胞, 超声波波长远大于红细胞直径, 因此红细胞被视为散射体, 超声波与其相遇时将发生散射。多普勒超声正是通过处理红细胞散射信号来测定血流的。衰减指超声束在组织中传播时, 其强度随传播距离增加而减弱。医用超声波的衰减是由于声波在两种不同密度的组织界面发生反射和散射, 以及组织对超声能量的吸收引起的。

2. 仪器设置 超声波的发射和接收是根据压电效应原理 (piezo - electric effect) 设计的。压电效应是指当供应电压发生变化时, 压电材料的形状或厚度随之发生改变。自然界的石英或人工压电陶瓷受到外力作用时, 在对应的两个面上产生相反的电荷, 此为压电效



应。反之，在对应面上给予一定的电压则晶体出现厚度改变，产生伸缩现象，形成振动，从而产生声波，称为逆压电效应。因此，超声探头中的换能器是利用晶体的逆压电效应，产生和发射超声波，并利用正压电效应接收回声声压并转变成电信号。颈动脉超声检测通常选用5.0~10.0MHz线阵式超宽频探头。

## （二）颈动脉超声检测

颈动脉超声检测包括实时灰阶图像（二维）、彩色血流、脉冲多普勒频谱和能量多普勒血流影像等4种方法。检测部位应包括颈总动脉、颈内动脉球部、颈内动脉近端及颈外动脉。

1. 实时灰阶图像 超声探头放于皮肤表面，并以某一固定频率连续发射短暂的脉冲波，此频率称为脉冲重复频率。每次发射脉冲信号后，探头等待声束路径上各界面返回的声波，将其放大并使用灰阶显示模式成像，即以回声不同的振幅等级，在声像图中用相应回声的黑白层次来反映灰度分层等级程度。如果回声的振幅大，即回波强度高，称为强回声；反之，称为弱回声。因此，此类超声显像技术称为灰阶超声（brightness modulation 或 grey scale）成像，B型超声中的B即是英文brightness的缩写。

颈动脉超声检测首先做实时灰阶图像，对颈动脉行纵断面和横断面扫查。实时灰阶图像显示血管壁结构，包括血管内膜、中膜及外膜。正常时，内膜超声表现为一细线样连续光滑的等回声光带；中膜层为低回声带；外膜为血管壁最外层，呈明亮光带，管腔内为无回声暗区。自内膜内缘至外膜内缘为测量管壁厚度的，称内中膜厚度（intima media thickness, IMT）。操作时，应实时测量各检测部位血管内中膜厚度及管腔内径。对动脉硬化斑块在灰阶图像上的描述应包括：斑块形态、回声特征及其表面纤维帽结构回声的连续性或完整性。

2. 彩色多普勒显像 正常颈动脉血流表现为单一的中心亮带式红色（血流朝向探头）或蓝色（血流背离探头）层流影像。生理情况下，颈动脉球部由于血流切应力的作用，球部中心为相对高流速层流带，周边为低流速区域，形成涡流（生理性涡流），彩色血流显示为血流分离的特征。当颈动脉狭窄导致血流动力学发生改变时，血管内正常层流带血流消失，代之以涡流（病理性涡流）或湍流。彩色血流表现为“五彩交织”的紊乱血流影像特征。

### 3. 多普勒频谱显像

（1）多普勒效应：多普勒效应是波源和观察者有相对运动时，观察者接收到波的频率与波源发出的频率并不相同的现象：远方急驶过来的火车鸣笛声变得尖细（即频率变高，波长变短），而离我们而去的火车鸣笛声变得低沉（即频率变低，波长变长），就是多普勒效应的现象。这种变化可用多普勒频移描述，即发射频率与接受频率之间的差值。频率为 $f$ 的波源向着发射波源运动时，接收频率 $f_1 > f$ ；频率为 $f$ 的波源远离发射波源运动时，接收频率 $f_2 < f$ 。多普勒频移是超声检查仪能检测到血流速度和方向的基本原理，频移的大小取决于红细胞运动的速度，频移的正负值取决于红细胞与超声探头间的相对或相向运动。

（2）连续多普勒和脉冲波多普勒：按超声源在时域的工作状态，可以将多普勒系统分为连续和脉冲波多普勒。

连续式多普勒超声仪是由振荡器发出高频连续振荡，送至双片探头中的一片，被激励的晶片发出连续超声的。遇到活动目标（如红细胞），反射回来的超声已是改变了频率的连续超声，它被双片探头的另一片所接收并转为电信号。此信号与仪器的高频振荡器产生的信号混频以后，经高频放大器放大，然后解调取出差频信号。此差频信号含有活动目标速度的信息。连续波多普勒由于采用两个（或两组）晶片，由其中一组连续地发射超声，而由另一

组连续地接收回波。它具有很高的速度分辨力，能够检测到很高速的血流，这是它的主要的优点。而其最主要的缺点是缺乏距离分辨能力。

脉冲式多普勒超声仪发射的是脉冲波，每秒发射超声脉冲的个数称脉冲重复频率（PRF），一般为5~10kHz。目前常用的距离选通式脉冲多普勒超声仪由换能器、高频脉冲发生器、主控振荡器、分频器、取样脉冲发生器、接收放大器、鉴相器、低通滤波器和f-v变换器等部件组成。换能器（探头）采用发、收分开型，发射压电晶体受持续时间极短的高频脉冲激励，发射超声脉冲。接收压电晶体收到由红细胞后散射的高频回波，经放大后输入鉴相器进行解调，低通滤波器滤去高载波，让不同深度的多普勒回波信号通过。调节取样脉冲与高频发射脉冲之间的延迟时间，就可以对来自某一深度的回波信号进行选通取样，从而检测到那一深度血管中的血流。按照取样定理，取样脉冲的重复频率必须大于最大多普勒频移的2倍。脉冲波多普勒是由同一个（或一组）晶片发射并接收超声波的。它用较少的时间发射，而用更多的时间接收。由于采用深度选通（或距离选通）技术，可进行定点血流测定，因而具有很高的距离分辨力，也可对喧点血流的性质做出准确的分析。由于脉冲波多普勒的最大显示频率受到脉冲重复频率的限制，在检测高速血流时容易出现混叠。

（3）多普勒频谱分析：包括：①峰值流速（peak systolic velocity, PSV），心脏收缩期颈动脉血流速度的最高峰值；②舒张末期流速（end of diastolic velocity, EDV），心脏舒张末期颈动脉最低血流速度；③颈内动脉与颈总动脉远端峰值流速之间及舒张末期流速之间的比值（PS-VICA/PSVCCA 和 EDVICA/EDVCCA），用于评价颈内动脉狭窄程度；④狭窄段与狭窄远端流速比值，对颈内动脉狭窄率的评价具有较高的准确性；⑤频谱宽度（spectral broadening, SB），指峰值流速与频窗顶点之间的流速之差。正常频谱宽度<40cm/s，血管狭窄时，SB增宽。

4. 能量多普勒血流显像 能量多普勒（power doppler, PW）是采用多普勒效应的反射回声信号所具有的能量信息进行成像的。能量多普勒成像特点包括：①血流成像不受超声束入射角度的影响，即对声波角度的非依赖性；②对低流速、低能量的血流信号相对敏感，因而小血管血流成像很清晰；③易受机体其他低频信号的影响，如呼吸或吞咽动作等均可形成彩色能量影像信号，干扰血流信号的观察；④不能反映血流方向及流速；⑤无法区分动脉或静脉血流影像。

### （三）颈部彩色多普勒超声检查步骤

#### 1. 颈动脉

（1）通常患者取仰卧位，充分暴露颈部检查区，垫枕尽量放在肩部下方并放松颈肌。

（2）用灰阶成像以横断面从颈总动脉起始连续检查颈总动脉、颈内外动脉分叉、颈内动脉近中远段和颈外动脉主干及分支的位置、内中膜厚度、有无斑块和斑块所在位置等。横断面检查过程中对可疑病变区可随时加CDFI观察管腔内是否有充盈缺损，然后纵断面检查上述区域。测量颈总动脉中部、颈内动脉距窦部1cm处的血管内径。短轴测量颈总动脉、颈内动脉的内中膜厚度。根据横断面所发现的斑块位置纵向检查，测量大小、记录斑块所在位置、回声特点、斑块形状。观察有无血管迂曲、走行异常及起源变异等，并记录。

（3）注意事项：①检查颈动脉时，右侧追踪至无名动脉、左侧至主动脉弓起始处；②如果从颈前侧位检查病变显示不清或探头侧血管壁钙化可从颈后侧位检查或根据横断面定位选择纵向检查位置；③脉冲多普勒频谱采集时，声束与血流的夹角≤60度以减少流速测量误差，此项也适用于以下任何动脉血流速度的检查。



2. 椎动脉、锁骨下动脉 以颈总动脉为基准，探头转向前后位寻找椎动脉的椎间隙段，纵断面连续性检查椎动脉的颈段、椎间隙段和枕段。测量颈段、椎间隙段血管内径，重点观察开口处有无病变。CDFI 检查椎动脉充盈情况、血流方向和血管走行。脉冲多普勒检查峰值及舒张末期流速和搏动指数。

检查锁骨下动脉近端有无斑块和狭窄及与椎动脉开口的位置关系，血流充盈情况、血流频谱、血流速度测量。

#### (四) 颈部彩色多普勒超声临床应用

1. 适应证 ①卒中、TIA、一过性黑矇等神经功能缺损症状；②颈部血管杂音；③颈部搏动性肿物；④心血管外科手术前的评估；⑤已诊断颈动脉疾病的复查随诊；⑥血管外科手术术中监测；⑦颈动脉血运重建（包括支架）术后复查和随诊；⑧可疑锁骨下动脉盗血综合征；⑨有高血压、糖尿病、脂代谢紊乱、吸烟等动脉粥样硬化危险因素及高龄者。

2. 颈动脉内中膜增厚和斑块形成（图 1-3、图 1-4）

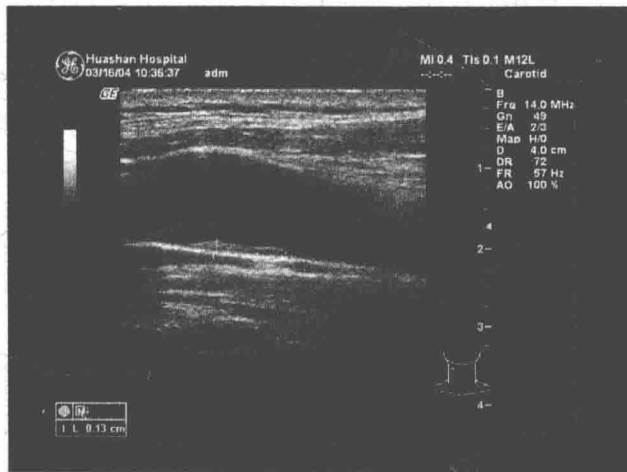


图 1-3 颈动脉二维声像图示 IMT 增厚  $>0.8\text{mm}$

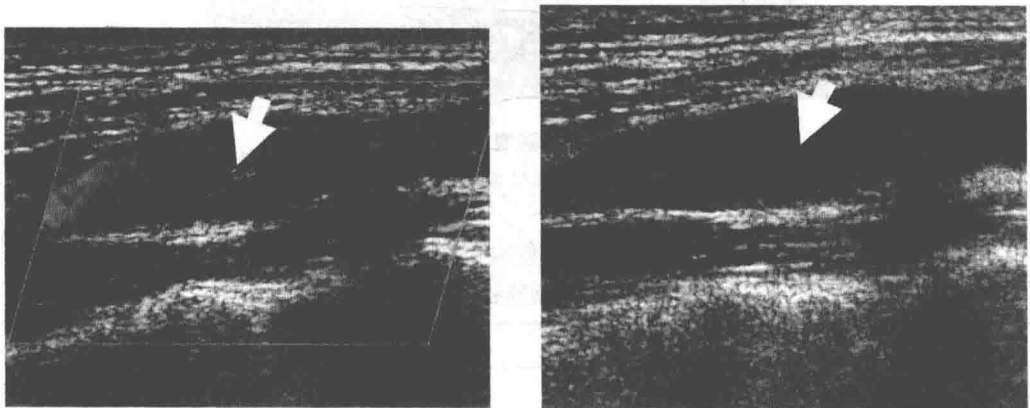


图 1-4 颈动脉二维声像图及彩色多普勒示溃疡型斑块  
(箭头所指为溃疡口处血流信号)