

ATLAS OF
COLOR DOPPLER
FLOW IMAGING

彩色多普勒 血流显象图谱

中国人民解放军 心血管病研究所

汪曾炜	钱武扬	主 审
侯传举	邓东安	主 编
张玉威	邓亚安	副主编

辽宁科学技术出版社

彩色多普勒血流显象图谱
Caise Duopule Xieliu Xianxiang Tupu

汪曾炜 钱武扬 主 审
侯传举 邓东安 主 编
张玉威 邓亚安 副主编

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市南京街6段1里2号)
辽宁省新华书店发行 辽宁美术印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: $16\frac{3}{4}$ 字数: 160,000
1989年12月第1版 1989年12月第1次印刷

责任编辑: 王绍诚 插 图: 侯 林
封面设计: 曹太文 责任校对: 王 莉

印数: 1 - 1,500
ISBN 7 - 5381 - 0776 - 2 / R · 115 定价: 134.00元

序

超声心动图作为一门用于心血管疾病检查技术，已由五十年代的A型超声波，经历了M型超声心动图、二维超声心动图、脉冲波多普勒、连续波多普勒发展到目前的彩色多普勒血流显象。现在生产的彩色多普勒血流显象仪，均设有M型超声心动图、二维超声心动图、脉冲波多普勒、连续波多普勒和彩色多普勒，供检查者根据需要选择使用。应用这种检查技术可对心脏及大血管作形态学的定性和血流动力学的定量分析，可与心导管和心血管造影检查相媲美，在某些疾病已能取代有创的心导管和心血管造影检查。

彩色多普勒血流显象是八十年代发展起来的一种新技术。这种技术是将血流信号叠加在二维超声心动图切面上，可以清晰地显示心腔及大血管内血流的变化，正常血流与异常血流从颜色到方向均不同，从而为心血管疾病的诊断提供了一种可靠的先进手段。现已被越来越多的心脏科医师重视，因此，学习和掌握这种技术，已成为心脏科医师和超声科医务工作者的迫切任务。

在此之前，我国多普勒超声领域中尚无正式出版的图谱。由中国人民解放军心血管病研究所即沈阳军区总医院心血管中心侯传举、邓东安二位医师主编的这部《彩色多普勒血流显象图谱》填补了国内空白。该书内容丰富，包括先天性心脏病、风湿性心脏病、心肌病、心脏粘液瘤及老年性心脏病等。在每种病前从病理解剖、分型、血流动力学改变及彩色多普勒血流特征分别加以论述，并附有94幅线条图以展示血流方向，书中的583幅彩色照片图象清晰，可谓文图并茂。书中部分先天性心脏病病例实属罕见。是超声科、心脏科等有关医疗、教学和科研人员一部不可多得的好书。确信该书出版之后对我国心血管疾病的诊断及治疗工作都将起到积极的推动作用。

刘汉英

一九八九年七月于北京

序

彩色多普勒血流显象是八十年代发展起来的一门崭新的心血管疾病无创伤性诊断技术。利用这一技术，可以实时地观察心腔和大血管中血流的方向、速度、性质和分布，对于多种先天性和后天性心血管疾病，不仅可以作出准确的定性和定位诊断，而且可进行血流动力学的定量分析，从而使患者避免创伤性的心导管检查。近年来，彩色多普勒技术在我国获得了日益广泛的临床应用。学习和掌握这一技术，已经成为广大心内科医师和超声诊断工作者所面临的迫切任务。

由中国人民解放军心血管病研究所即沈阳军区总医院心血管中心内外科侯传举和邓东安医师主编的《彩色多普勒血流显象图谱》，是我国多普勒超声技术领域第一本正式出版的图谱。作者广泛参考国内外文献，深入浅出地介绍了彩色多普勒技术的基本原理、检查方法和临床应用。在每一种疾病中，作者均介绍了该种疾病的定义、分型、血流动力学和彩色多普勒表现，并提出了自己独到的见解。书中所收集的583幅彩色照片，图象清晰，内容丰富，从正常表现至异常表现，从常见疾病至罕见疾病，从单一畸形至复杂畸形，详尽地展示了彩色多普勒血流显象的各种特征。该书图文并茂，涉及面广，充分体现了作者们丰富的经验和渊博的知识。它的出版，不仅为临床医师和超声诊断工作者提供了一本极有价值的参考书，而且对于我国多普勒超声心动图学的发展，必将起到重大的推动作用。

张 运

一九八九年七月于济南

前 言

彩色多普勒血流显象是八十年代发展起来的一门用于心血管疾病诊断的无创性诊断新技术。这一门技术虽在临床应用时间较短，却为心血管疾病的诊断开辟了广阔的前景。

我中国人民解放军心血管病研究所即沈阳军区总医院心血管中心内科于1987年8月从日本东芝公司引进SSH-65A型彩色多普勒超声显象仪。在近两年时间内，检查各种心血管疾病7000余例次，其中1600余例经手术证实，其诊断准确率在98.5%以上。

本书全部病例均为我研究所收治的病人。包括先天性心脏病、风湿性心脏病、心肌病、心脏粘液瘤、老年性心脏病等共163个典型病例，583幅彩色照片。以形态学诊断为主，少数定量分析，附有94幅线条图，用以展示切面的解剖和彩色多普勒血流方向，每幅照片均附有必要的说明。本书可供超声科、心脏科、小儿科等有关医疗、教学和科研人员参考。希望本书出版之后能对心血管疾病的诊断和治疗工作作出微薄贡献。由于作者水平有限，加之时间仓促，难免有错误和不足之处，诚望前辈和同道们批评指正。

在本书编写过程中，曾得到北京阜外医院程克正副主任技师、大连八七疗养院马青山主任、沈阳市第四人民医院陈振芳主治医师、徐春华医师、沈阳橡胶三厂职工医院赵洪志医师、我院器械科胡满文主任、张景福主管技师、照相室张蕴成主管技师、韩立亭技师、资料室林延、图书馆王继先馆长、检验科汪丽宁协理员及我研究所李长江协理员等同志的大力支持，在此表示衷心感谢。

特别值得提出的是本书照片均为彩色，出版印刷费用较高，曾得到国内外有关单位的大力资助，才使其顺利出版与读者见面，借此机会对有关资助单位表示衷心感谢。

作 者

一九八九年七月于沈阳

目 录

第一章 总论	1
第一节 彩色多普勒血流显象命名	1
第二节 彩色多普勒血流显象发展简介	1
第三节 彩色多普勒血流显象设备	2
第四节 彩色多普勒血流显象原理	3
第五节 彩色多普勒血流显象检查方法	6
第六节 彩色多普勒血流显象常用术语	7
第七节 彩色多普勒血流显象分析	8
第八节 临床应用彩色多普勒血流显象评价	8
第二章 正常彩色多普勒血流显象	11
例 1 正常人 (男 34岁)	15
例 2 正常人 (女 5岁)	17
第三章 先天性心脏病	19
第一节 动脉导管未闭	19
例 1 动脉导管未闭 (男 3岁)	20
例 2 动脉导管未闭合并主动脉瓣关闭不全 (女 8岁)	21
例 3 动脉导管未闭合并二尖瓣关闭不全和严重肺动脉高压 (女 17岁)	22
例 4 动脉导管未闭合并二尖瓣关闭不全 (女 2岁)	23
例 5 动脉导管未闭合并主动脉瓣关闭不全、二尖瓣狭窄和关闭不全 (女 7岁)	24
例 6 动脉导管未闭合并主动脉瓣狭窄、关闭不全和二尖瓣关闭不全 (女 9岁)	26
例 7 动脉导管未闭合并主动脉瓣关闭不全和肺动脉高压 (女 9岁)	27
第二节 继发孔型房间隔缺损	28
例 1 中央型房间隔缺损 (男 15岁)	29
例 2 上腔型房间隔缺损 (女 11岁)	31
例 3 房间隔缺损合并肺动脉高压 (男 15岁)	32
例 4 房间隔缺损合并右全肺静脉异位引流 (女 7岁)	33
例 5 房间隔缺损合并右上肺静脉异位引流 (男 13岁)	34
例 6 房间隔缺损合并动脉导管未闭 (女 9岁)	35
例 7 房间隔缺损合并动脉导管未闭和肺动脉高压 (男 5岁)	36
例 8 房间隔缺损合并二尖瓣前叶脱垂 (女 9岁)	37
例 9 鲁登巴哈综合征 (房缺合并二尖瓣狭窄) (女 34岁)	38
例 10 鲁登巴哈综合征 (房缺合并二尖瓣狭窄和关闭不全) (女 10岁)	39
第三节 室间隔缺损	40
例 1 围膜部室间隔缺损 (女 7岁)	42
例 2 围膜部室间隔缺损合并严重肺动脉高压 (男 9岁)	43
例 3 围膜部室间隔缺损合并主动脉瓣关闭不全 (男 25岁)	44

例 4	流入部室间隔缺损合并主动脉瓣关闭不全 (男 10岁)	45
例 5	围膜部室间隔缺损合并二尖瓣狭窄 (男 7岁)	47
例 6	围膜部室间隔缺损合并二尖瓣狭窄和关闭不全 (男 12岁)	48
例 7	围膜部室间隔缺损合并二尖瓣关闭不全 (女 7岁)	49
例 8	围膜部室间隔缺损合并动脉导管未闭 (男 24岁)	50
例 9	围膜部室间隔缺损合并动脉导管未闭和二尖瓣狭窄 (男 10岁)	51
例 10	围膜部室间隔缺损合并三尖瓣赘生物 (女 6岁)	53
例 11	围膜部室间隔缺损合并房间隔缺损和肺动脉高压 (男 6岁)	54
例 12	围膜部室间隔缺损合并房间隔膨出瘤和二尖瓣关闭不全 (女 3岁)	56
例 13	围膜部室间隔缺损合并动脉导管未闭和膜部室间隔膨出瘤 (女 7岁)	57
例 14	围膜部室间隔缺损合并右心房内隔膜、二尖瓣关闭不全和肺动脉高压 (女 2岁)	58
例 15	肌部室间隔缺损合并主动脉瓣脱垂和肺动脉高压 (女 22岁)	59
例 16	围膜部室间隔缺损合并永存左上腔静脉 (女 17岁)	60
例 17	流出部室间隔缺损合并主动脉瓣关闭不全 (男 14岁)	61
例 18	肌部室间隔缺损合并肺动脉高压 (女 8岁)	62
例 19	艾森曼格综合征 (室间隔缺损合并房间隔缺损和肺动脉高压) (男 7岁)	63
第四节	肺动脉瓣狭窄	64
例 1	肺动脉瓣狭窄 (男 15岁)	65
例 2	肺动脉瓣狭窄合并肺动脉瓣关闭不全 (男 23岁)	66
例 3	肺动脉瓣狭窄合并三尖瓣关闭不全 (女 8岁)	67
例 4	肺动脉瓣狭窄合并继发孔型房间隔缺损 (女 11岁)	69
例 5	肺动脉瓣狭窄合并继发孔型房间隔缺损和动脉导管未闭 (女 9岁)	70
第五节	部分性房室管畸形	71
例 1	部分性房室管畸形 (单纯原发孔房间隔缺损) (男 6岁)	72
例 2	部分性房室管畸形 (原发孔房间隔缺损合并二尖瓣裂隙) (女 13岁)	74
第六节	单心房	75
例 1	单心房 (男 6岁)	76
第七节	三房心	77
例 1	三房心 (女 5岁)	78
例 2	三房心合并原发孔型房间隔缺损 (男 19岁)	79
例 3	三房心合并围膜部室间隔缺损 (男 16岁)	80
第八节	主动脉狭窄	81
例 1	主动脉瓣下膜样狭窄 (女 10岁)	82
例 2	主动脉瓣下膜样狭窄合并动脉导管未闭和主动脉瓣关闭不全 (女 8岁)	83
例 3	主动脉瓣下膜样狭窄 (男 4岁)	84
例 4	主动脉瓣下膜样狭窄合并流入部室间隔缺损 (男 18岁)	85
例 5	主动脉瓣下膜样狭窄合并室间隔缺损和二尖瓣狭窄 (女 9岁)	86
例 6	主动脉瓣下膜样狭窄合并室间隔缺损和膜部室间隔膨出瘤 (男 8岁)	87
例 7	主动脉瓣狭窄 (二叶瓣) 合并主动脉瓣关闭不全和流出部室间隔缺损 (男 12岁)	88
例 8	主动脉瓣狭窄 (二叶瓣) 合并主动脉瓣关闭不全和围膜部室间隔缺损 (女 9岁)	89
例 9	主动脉瓣狭窄合并主动脉瓣关闭不全、室间隔缺损和二尖瓣脱垂 (女 12岁)	90
例 10	主动脉瓣狭窄合并主动脉瓣关闭不全和心包积液 (女 8岁)	92

第九节	主动脉—肺动脉间隔缺损	93
例 1	主动脉—肺动脉间隔缺损合并二尖瓣关闭不全 (男 4 岁)	93
例 2	主动脉—肺动脉间隔缺损合并动脉导管未闭 (男 6 岁)	94
第十节	主动脉缩窄	95
例 1	导管后型主动脉峡部缩窄合并室间隔缺损、动脉导管未闭和 主动脉瓣关闭不全 (男 4 岁)	96
例 2	导管后型主动脉峡部缩窄 (女 22 岁)	97
例 3	导管后型主动脉峡部缩窄 (男 8 岁)	98
第十一节	主动脉弓离断	98
例 1	主动脉弓离断合并动脉导管未闭 (女 7 岁)	99
例 2	主动脉弓离断合并室间隔缺损、主动脉瓣关闭不全和二尖瓣关闭不全 (女 19 岁)	100
第十二节	主动脉窦瘤破裂	101
例 1	主动脉右窦破入右心室 (女 30 岁)	102
例 2	主动脉右窦破入右心室流出道 (男 28 岁)	103
第十三节	主动脉及其瓣环扩张症	104
例 1	主动脉及瓣环扩张症合并主动脉瓣关闭不全和二尖瓣关闭不全 (男 30 岁)	105
例 2	主动脉及瓣环扩张症合并主动脉瓣关闭不全和夹层动脉瘤 (男 33 岁)	106
例 3	主动脉及瓣环扩张症带瓣管道替换术后 (男 33 岁)	108
第十四节	完全性肺静脉异位引流	109
例 1	心内型全肺静脉异位引流 (男 5 岁)	111
例 2	心上型全肺静脉异位引流 (女 8 岁)	112
例 3	心上型全肺静脉异位引流 (男 9 岁)	113
第十五节	先天性二尖瓣关闭不全	115
例 1	先天性单纯性二尖瓣关闭不全 (男 17 岁)	115
例 2	先天性二尖瓣狭窄合并二尖瓣关闭不全 (男 8 岁)	116
例 3	先天性二尖瓣狭窄合并二尖瓣关闭不全 (女 4 岁)	118
例 4	先天性二尖瓣关闭不全合并肺动脉高压 (男 10 岁)	119
例 5	先天性二尖瓣狭窄合并三尖瓣狭窄 (男 12 岁)	121
例 6	先天性单纯性二尖瓣关闭不全合并三尖瓣关闭不全 (男 9 岁)	122
例 7	二尖瓣后叶腱索断裂 (男 35 岁)	124
例 8	二尖瓣后叶腱索断裂 (男 58 岁)	125
第十六节	孤立性右心室发育不全	126
例 1	孤立性右心室发育不全 (女 14 岁)	127
例 2	孤立性右心室发育不全合并房间隔膨出瘤 (男 35 岁)	128
第十七节	双腔右心室	129
例 1	双腔右心室 (男 17 岁)	130
例 2	双腔右心室 (男 9 岁)	131
例 3	双腔右心室 (女 26 岁)	132
第十八节	冠状动脉瘘	133
例 1	右冠状动脉—右室瘘 (男 10 岁)	133
例 2	左冠状动脉—左房瘘 (女 17 岁)	135

第十九节 法乐四联症	136
例 1 典型法乐四联症 (男 18岁)	137
例 2 轻型法乐四联症 (男 15岁)	138
例 3 轻型法乐四联症合并继发孔型房间隔缺损 (男 15岁)	139
例 4 重型法乐四联症合并A型完全性房室管畸形 (男 3岁)	140
例 5 假性动脉干合并动脉导管未闭 (男 16岁)	141
例 6 法乐四联症术后 (女 5岁)	142
例 7 法乐四联症合并A型完全性房室管畸形术后 (男 9岁)	143
第二十节 爱勃斯坦畸形	144
例 1 中间型爱勃斯坦畸形 (男 12岁)	146
例 2 重型爱勃斯坦畸形 (男 25岁)	147
第二十一节 三尖瓣闭锁	149
例 1 Ib型三尖瓣闭锁 (男 3岁)	151
例 2 Ic型三尖瓣闭锁 (男 5岁)	152
例 3 IIb型三尖瓣闭锁 (女 4岁)	153
例 4 IIb型三尖瓣闭锁 (女 12岁)	154
第二十二节 室间隔完整的肺动脉闭锁	155
例 1 I型室间隔完整的肺动脉闭锁 (男 30岁)	156
例 2 II型室间隔完整的肺动脉闭锁合并主动脉瓣关闭不全 (女 20岁)	157
第二十三节 二尖瓣闭锁	158
例 1 IIb型二尖瓣闭锁合并单心房 (男 18岁)	159
例 2 IIb型二尖瓣闭锁合并部分性房室管畸形和肌部室间隔缺损 (男 14岁)	160
第二十四节 完全性房室管畸形	161
例 1 A型完全性房室管畸形 (女 17岁)	162
例 2 A型完全性房室管畸形合并三房心 (男 14岁)	164
例 3 C型完全性房室管畸形 (男 16岁)	165
第二十五节 右心室双出口	166
例 1 SDD型右心室双出口合并肺动脉狭窄 (女 7岁)	167
例 2 SDL型右心室双出口合并二尖瓣关闭不全和肺动脉高压 (男 6岁)	168
例 3 SDL型右心室双出口合并肺动脉狭窄和三尖瓣关闭不全 (男 6岁)	170
例 4 SDD型右心室双出口合并B型完全性房室管畸形 (男 6岁)	171
例 5 SDD型右心室双出口合并A型完全性房室管畸形和肺动脉狭窄 (男 3岁)	172
第二十六节 完全性大动脉转位	173
例 1 SDD型完全性大动脉转位合并肺动脉狭窄 (男 5岁)	175
例 2 SDD型完全性大动脉转位合并肺动脉高压 (男 15岁)	176
例 3 SLD型完全性大动脉转位合并肺动脉狭窄 (女 12岁)	177
例 4 SDD型完全性大动脉转位合并部分性房室管畸形和肺动脉狭窄 (男 11岁)	178
第二十七节 矫正性大动脉转位	180
例 1 SLL型矫正性大动脉转位合并室间隔缺损、房间隔缺损和肺动脉狭窄 (男 19岁)	181
第二十八节 永存动脉干	182
例 1 II型永存动脉干 (男 11岁)	182

第二十九节 单心室	184
例 1 A I 型单心室合并肺动脉狭窄 (男 29 岁)	185
例 2 A II 型单心室合并肺动脉高压 (男 12 岁)	186
例 3 A II 型单心室合并肺动脉狭窄 (男 10 岁)	187
例 4 A III 型单心室合并肺动脉狭窄 (男 5 岁)	188
例 5 B I 型单心室合并二尖瓣狭窄及肺动脉高压 (男 15 岁)	189
例 6 B II 型单心室合并肺动脉狭窄 (男 1 岁)	191
例 7 C II 型单心室合并肺动脉狭窄 (女 6 岁)	192
例 8 C III 型单心室合并肺动脉狭窄和三尖瓣关闭不全 (男 5 岁)	193
第四章 风湿性心脏病	194
第一节 风湿性二尖瓣病变	194
例 1 风湿性心脏病二尖瓣狭窄 (男 29 岁)	195
例 2 风湿性心脏病二尖瓣狭窄 (男 48 岁)	197
例 3 风湿性心脏病二尖瓣关闭不全 (男 31 岁)	198
例 4 风湿性心脏病二尖瓣狭窄合并二尖瓣关闭不全 (男 31 岁)	200
第二节 风湿性主动脉瓣病变	201
例 1 风湿性心脏病主动脉瓣关闭不全合并肺动脉高压 (男 28 岁)	202
第三节 风湿性联合瓣膜病	203
例 1 风湿性心脏病二尖瓣狭窄合并二尖瓣关闭不全和主动脉瓣关闭不全 (男 44 岁)	203
例 2 风湿性心脏病二尖瓣狭窄、关闭不全合并主动脉瓣狭窄、关闭不全 (女 27 岁)	204
例 3 风湿性心脏病二尖瓣狭窄、关闭不全合并主动脉瓣关闭不全 (男 59 岁)	206
例 4 风湿性心脏病二尖瓣关闭不全合并主动脉瓣关闭不全 (男 19 岁)	207
例 5 风湿性心脏病二尖瓣关闭不全合并主动脉瓣关闭不全和肺动脉高压 (女 51 岁)	209
例 6 风湿性心脏病二尖瓣狭窄合并主动脉瓣关闭不全和肺动脉高压 (女 40 岁)	210
第四节 风湿性心脏病术后	212
例 1 风湿性心脏病二尖瓣生物瓣替换术后失效二尖瓣狭窄 (女 37 岁)	212
例 2 风湿性心脏病二尖瓣生物瓣替换术后失效二尖瓣穿孔合并主 动脉瓣关闭不全 (男 16 岁)	213
例 3 风湿性心脏病主动脉瓣机械瓣替换和二尖瓣成形术后 (女 30 岁)	214
第五章 心肌病	216
第一节 肥厚型心肌病	216
例 1 非对称性肥厚型梗阻型心肌病 (女 8 岁)	217
例 2 非对称性肥厚型梗阻型心肌病 (女 13 岁)	218
第二节 扩张型心肌病	219
例 1 扩张型心肌病合并二尖瓣关闭不全和肺动脉高压 (女 14 岁)	220
第三节 限制型心肌病	221
例 1 限制型心肌病合并卵圆孔未闭和心包积液 (女 1 岁)	221
第六章 心脏粘液瘤	223
例 1 左房粘液瘤合并二尖瓣关闭不全 (男 33 岁)	224
例 2 分叶状左房粘液瘤 (女 60 岁)	225
例 3 右房粘液瘤 (女 58 岁)	226
例 4 右房粘液瘤 (女 24 岁)	227

例 5	左房粘液瘤术后再发双房粘液瘤 (女 33岁)	228
例 6	左室粘液瘤 (男 7岁)	229
第七章	老年性心脏病	230
例 1	高血压性心脏病 (男 63岁)	230
例 2	瓣膜退行性病变合并二尖瓣关闭不全和主动脉瓣关闭不全 (男 69岁)	231
例 3	室壁瘤 (男 70岁)	232
第八章	其它心脏病	233
例 1	亚急性细菌性心内膜炎合并主动脉瓣关闭不全 (男 19岁)	233
例 2	亚急性细菌性心内膜炎合并主动脉瓣关闭不全 (女 32岁)	234
例 3	心肌囊肿 (男 28岁)	235
例 4	心包囊肿 (女 54岁)	236
例 5	左心室假腱索 (男 6岁)	237
例 6	心房扑动合并二尖瓣关闭不全和肺动脉高压 (男 28岁)	238
例 7	股动脉穿刺造成股动脉假性动脉瘤 (女 23岁)	239
附	心脏外科手术中病例	240
例 1	动脉导管未闭 (男 3岁)	240
例 2	房间隔缺损 (女 11岁)	240
例 3	先天性二叶式主动脉瓣 (男 12岁)	240
例 4	先天性主动脉瓣脱垂 (女 18岁)	241
例 5	主动脉及瓣环扩张症 (马凡综合征) (男 33岁)	242
例 6	右冠状动脉右房瘻 (男 6岁)	243
例 7	右冠状动脉右室瘻 (男 9岁)	243
例 8	先天性二尖瓣关闭不全 (男 15岁)	243
例 9	Ebstein 畸形 (男 12岁)	244
例 10	心上型完全性肺静脉异位引流 (男 9岁)	244
例 11	SLL型矫正性大动脉转位 (男 19岁)	244
例 12	SDL型右心室双出口 (女 12岁)	245
例 13	法乐三联症 (女 10岁)	246
例 14	风湿性心脏病的左房附壁血栓 (女 29岁)	246
例 15	左房粘液瘤术后再发双房粘液瘤 (女 33岁)	247
例 16	左房粘液瘤 (男 33岁)	247
	主要参考文献	248

第一章 总 论

第一节 彩色多普勒血流显象命名

关于彩色多普勒显象技术的命名,学者们曾应用过多种名称。

1. 彩色编码多普勒 (Color-coded Doppler);
2. 二维多普勒 (Two-dimensional Doppler);
3. 彩色多普勒 (Color Doppler);
4. 彩色超声 (Color ultrasound);
5. 多普勒彩色血流图 (Doppler color flow mapping);
6. 多普勒血流显象 (Doppler flow imaging);
7. 实时二维多普勒 (Real-time two-dimensional Doppler);
8. 实时二维多普勒回声心动图 (Real-time two-dimensional Doppler echocardiography);
9. 彩色多普勒血流显象 (Color Doppler flow imaging);
10. 实时二维多普勒血流显象 (Real-time two-dimensional Doppler flow imaging)。

在以上各名称中,现在外文文献中以实时二维多普勒心脏回声心动图 (Real-time two-dimensional Doppler echocardiography) 为多见,简称彩色多普勒 (Color Doppler)。中文多称为彩色多普勒血流显象。

第二节 彩色多普勒血流显象发展简介

1842年39岁的奥地利学者克约斯琴·约翰·多普勒 (Christian Johann Doppler) 首先描述了由他观察到来自星球的光色变化,发现当星球和地球对向运动时,光波频率升高,向光谱的紫色端移动;当星球与地球背向运动时,光波频率降低,向光谱的红色端移动,产生所谓,“红移”现象 (Red-shift)。后来Baysballo 又将这一发现进行了声学研究,结果发现这种多普勒效应同样适用于声波。即振源与接收器相对运动时,接收器收到的振动波频率增高,而振源与接收器相离运动时,接收器收到的振动波频率降低,由于两者之间相对运动而造成接收器接收到的振动波频率发生变化的现象称为“频移”。由于这一现象是Christian Johann Doppler 首先发现,后来把这一物理学效应命名为多普勒效应 (Doppler effect)。

直到1956年日本学者Satomure首先应用连续波多普勒探查了心脏的血流,1969年瑞典学者Edler和Lindstron 应用连续波多普勒首次成功地记录到正常二尖瓣和二尖瓣狭

窄的血流频谱。1976年挪威学者Holen应用改进的连续波多普勒测量了二尖瓣狭窄的射流速度,并应用流体力学的理论,将射流速度转换为跨瓣压差和瓣口面积。在此基础上挪威学者Hatle和Angelsen利用新型的连续波多普勒测量了二尖瓣狭窄和主动脉瓣狭窄的跨瓣压差。

尽管连续波和脉冲波多普勒有许多重要用途,但因这两种多普勒只能提供一维方向的血流信息,也无法显示心脏内血流的空间变化。1978年Bradestin等学者首先报告了多点选通式多普勒。利用这种技术,可对二维超声切面内的若干个取样部位同时进行探查,并利用多频道记录,同时显示这些部位的血流频谱。这一方法数据处理繁琐,显示方式复杂,未能得到广泛应用,但这一方法为彩色多普勒的出现打下了基础。1982年日本学者Namekana和美国学者Bommer利用多点选通式多普勒以彩色编码技术并以颜色的变化来显示血流变化,创立了二维彩色多普勒显象新技术。日本阿洛卡(Aloka)公司生产出世界上第一台二维彩色多普勒显象仪。彩色多普勒与连续波多普勒和脉冲波多普勒不同之处是它能实时直观显示心脏内及大血管内动态血流的变化,为无创检查心脏的分流和返流性疾病开辟了新的时代,引起了各国心脏病学者的极大兴趣。随着这一技术的发展和完善,在有些心血管疾病中将取代传统的心导管和心血管造影检查。

第三节 彩色多普勒血流显象设备

自1982年日本阿洛卡公司生产出第一台用于检查心脏的彩色多普勒显象仪,至今的七年时间世界上已有三个国家的九个厂家生产这种仪器,并有十五种牌号产品。这九个生产厂家是日本阿洛卡(Aloka)公司、日本东芝(Toshiba)公司、美国ATL公司、美国惠普(Hewlett Packard)公司、美国泰索尼(Diasonics)公司、美国阿克松(Acuson)公司、日本日立(Hitachi)公司、日本岛津(Shimadzu)公司及西德西门子(Siemens)公司。其中,以东芝和阿洛卡两个公司的产品更新换代较快,现在各有三种型号的产品,其次为美国ATL和惠普两个公司,各有两种型号的产品,其他五个公司均有一种型号的产品。这些仪器主机大同小异,但显示方式及附加设备相差悬殊。

彩色多普勒显象仪一般均有M型超声心动图(M-mode echocardiography)、二维超声心动图(Two-dimensional echocardiography)、脉冲波多普勒(Pulsed-wave Doppler)、连续波多普勒(Continuous-wave Doppler)及彩色多普勒(Color Doppler)等五种类型超声,供检查者根据需要选择使用。

我们现在使用的是日本东芝公司生产的第一代产品SSH-65A型多功能彩色多普勒显象仪,该显象仪有如下功能及显示方式:

1. 显示器:两个显示器中,一个14寸,在仪器外面供检查者诊断使用;一个6寸,在仪器内部供照象专用。
2. 探头:探头频率为2.5MHz、3.75MHz。3.75MHz探头具有M型、2DE、PW、CDFI功能;2.5MHz探头,除具有上述功能外,还具有CW功能。另有5MHz高频探头供检查婴儿使用和1.9MHz笔式探头用于定量分析。
3. 显示器图象组合:

①单纯显示M型、2DE、PW、CW、M-CDFI、2D-CDFI。

②同时显示两种图形:2DE + M型、双2DE、M-CDFI + 2D-CDFI。

③同时显示三种图形: M-CDFI + 2D-CDFI + PW。

4. 显示形式:

①速度显示法:红色表示朝向探头方向的血流,蓝色表示背离探头方向的血流。亮度表示平均速度,最低探查速度5 cm/sec。彩色组合表示变量大小,黄色表示血流速度较快。

②能量显示法:颜色表示方向,亮度表示能量。能量显示对角度的依存性小,显示缓慢的血流,用于判断血流方向。

5. 切面视野角度:30°、45°及60°CDFI叠加在90°2DE切面上实时显示,前两个角度可以在90°切面内转向,在整个切面内分区显示心脏CDFI。

6. CDFI颜色分级:速度分级,红蓝各16级;能量分级,红蓝各16级。

7. ECG控制心动周期时相显示:根据需要,在ECG上选择收缩及舒张某时期,使两个图象一个位于收缩期某时相显示,一个位于舒张期某时相显示。

8. 冻结后图象显示方式转换:M + 2DE冻结后可转换成单独M型或单独2DE,双2DE冻结后亦可转换成单2DE切面。

9. 资料存贮方式:大1/2录像机,135照像机与Polaroid一次成象照像机互换插座使用,干银记录纸及多幅照像机等。

10. 录像机回放处理功能:录像机回放的图象可被重新冻结在显示器上进行文字处理后再次照像。

第四节 彩色多普勒血流显象原理

彩色多普勒血流显象是在多點選通式多普勒基础上发展起来的一种新型多普勒超声技术。应用现代的电子计算机技术在频率分析和输出显示方式上作了重大改进,在多普勒技术应用方面出现一次飞跃,使人们在体外通过这一技术来观察心脏及大血管内空间实时的血流信息成为现实。

其工作原理概括如图1所示,当发射振子发射的超声脉冲波通过探头进入人体后,产生一系列的回声信号,这些信号由探头的接收器接收到,然后分为振幅和频率两种信号。振幅信号经过检波器输入数字扫描转换器,以黑白灰阶显示二维图象。频率信号输出正交电路检波器,与来自发射振子的两个具有90°相位差的脉冲信号分别相乘,其输出信号分为两路,一路进入距离选通电路,经过快速傅里叶转换进行实时频谱分析,然后输入数字扫描转换器,以黑白灰阶显示脉冲波和连续波多普勒的频谱;另一路通过低通滤波器进入自相关器,在自相关器中计算出速度方向、平均速度和速度方差。然后输入数字扫描转换器和彩色编码器,以彩色显示血流的图象。超声反射信号经过处理后,形成二维灰阶图象上叠加的彩色血流显象。

彩色多普勒血流显象是在每帧图象内设立32~128条扫描线,每条扫描线上约有250~500个取样点。这样,每帧图象内的取样点可达1万个以上。为了做到实时显示,

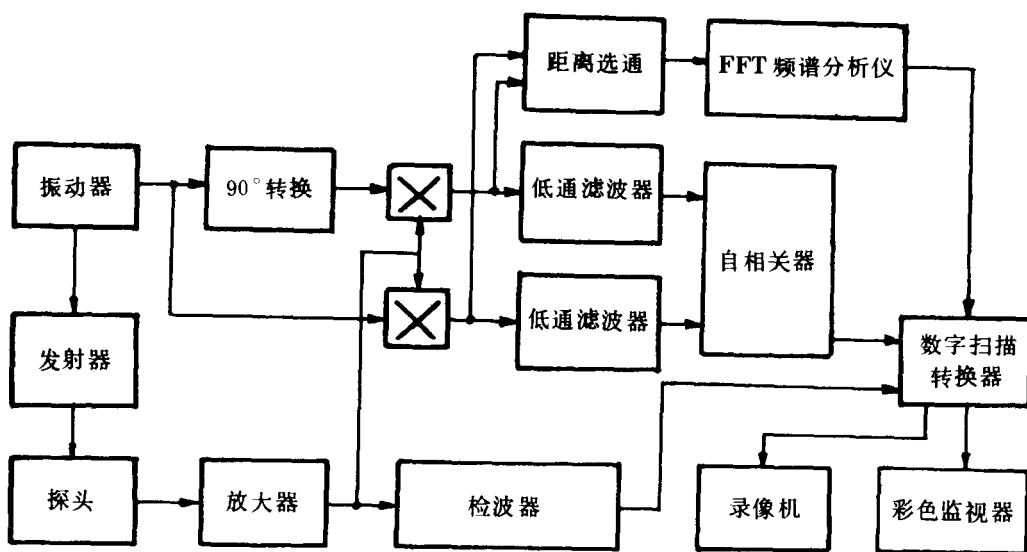


图1 彩色多普勒血流显象仪工作原理方框图

必须保证足够的图象帧数，仪器在30毫秒内必须分析15000个以上的取样点的多普勒频移信号，这么多信息在瞬间处理，仍然采用实时频谱分析的方法，计算速度远远达不到上述要求。所以彩色多普勒技术中采用了新的自相关频率分析方法。

所谓自相关是将不同时刻的信号取值进行相关关联的技术，它由延迟电路、复数相乘器和积分器组成。由于血细胞群流速的差别，在每一取样部位，探头在每一瞬间都接收若干频移信号，采用这一技术的目的是利用积分器将这些频移信号加以平均以获得平均血流速度。再经彩色编码将多普勒信号转变成彩色信号，通过数模转换器即可在显示器上显示彩色图象，有如下三种显示方式：

1. 速度显示 (Velocity mode): 用于显示多普勒血流信号速度的大小与方向。速度的大小以不同的色调来表示。流速越高、色调越高，色彩越亮；反之，流速越低，色调越低，色彩越暗。根据血流的方向不同，显色不同。对于朝向探头的血流，流速越高，红色的亮度越大；对于背离探头的血流，流速越高，蓝色的亮度也越大。类似于脉冲波多普勒，红色的流速代表正向频移，蓝色的流速代表负向频移，两者之间为零线。零线无流速而不显色，从零线开始，正向频移值越大，红色越亮；而负向频移越大，蓝色越亮，红蓝两色的最大亮度代表尼奎斯特频率极限。一般将红蓝两色各分为16个色调或亮度等级（图2）类似于频谱显示中的频率成分。如果流速超过了尼奎斯特频率极限，则发生频率失真，彩色血流出现颜色逆转现象，类似于脉冲波多普勒中的正负折叠现象。

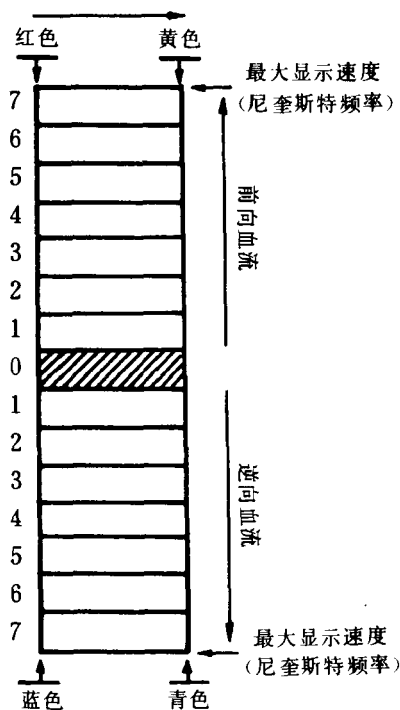


图2 流速与湍流16个色调亮度等级图

此外,与脉冲波多普勒同样,速度的大小受到声束与血流夹角的影响,即使同一速度的血流,如果血流方向和扫描声束的方向之间发生变化时,所显示的彩色亮度亦随之改变。例如,对于同一流速的血流,当声束与血流方向平行夹角为 0° 时,血流朝向探头显示为红色且最亮;当声束与血流夹角逐渐增大时,血流显示为红色且逐渐变暗;当声束与血流方向垂直夹角达到 90° 时,血流无色彩显示;当声束与血流夹角继续增大,血流显示为蓝色且逐渐变亮;当声束与血流方向再次平行,夹角达到 180° 时,血流完全背离探头,显示为蓝色且最亮。所以,在检查中应选择适当的切面,尽量使声束与血流方向的夹角越小,以越有利于显示血流颜色。

2. 方差显示 (Variance mode):用于显示多普勒信号的速度分布范围。在脉冲波多普勒中,取样容积内血流速度以频谱的宽度来表示,而在彩色多普勒中,取样部位内血流速度以自相关器中计算的速度方差来表示。当血流速度方差超过仪器所规定的阈值

时,血流图象中即出现绿色斑点状血流,表明有湍流的存在。与速度显示方式相似,速度方差值越大,绿色的亮度就越大;反之,速度方差值越小,绿色的亮度就越小。

在实际彩色血流中无纯绿色显示,是由于红、蓝、绿三种基本颜色相加产生二次呈色的原因。如图3所示,红色加绿色产生黄色;蓝色加绿色产生青色;红色加蓝色产生品红色。黄色、青色和品红色称为二次色。当红、蓝、绿三种基色混合或将二次色与相对应的基色混合时则产生白色(又称为全色)。彩色多普勒利用了这三种基色分别表示流速方向和湍流的存在。如果湍流血流方向朝向探头,红色加绿色将产生黄色,出现以红色为主五色相间血流图象;如湍流血流方向背离探头,蓝色加绿色将产生青色,出现以蓝色为主五色相间血流图象。

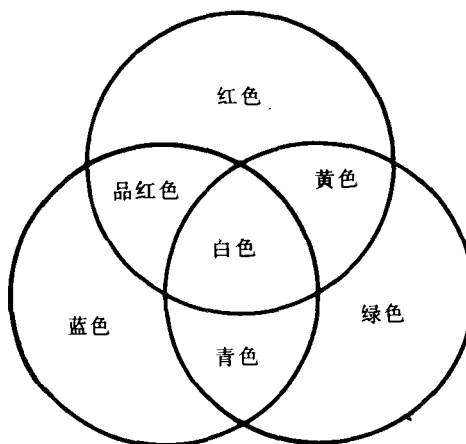


图3 红、蓝、绿三基色相加色谱图

3. 能量显示 (Power mode): 用于显示多普勒信号能量大小。速度显示和方差显示仅对多普勒信号的频率进行彩色编码, 用于显示流速的变化。但是流速的大小受声束与血流夹角的影响。当夹角较大时, 血流显色变暗或不显色。在临床上艾森曼格综合征和右向左分流的先天性心脏病, 由于血流速度较慢, 速度显示和方差显示均可不显示血流颜色。为了克服这一缺点, 能量显示对多普勒信号的振幅—频率曲线以下的面积即能量进行了彩色编码。在能量显示中, 红蓝两种颜色仍表示血流的方向, 但色彩的亮度表示信号能量大小。能量越大, 色彩越亮; 反之, 能量越小, 色彩越暗。与速度显示方式相同, 能量显示中的红蓝两种颜色亦各分为16个等级。任何多普勒频移信号, 只有其能量值高于仪器所特定的能量阈值, 且其频率高于仪器的滤波阈值, 均可在能量显示得以血流颜色。由于信号能量大小取决于取样容积中具有相同流速的血细胞相对数量的多少, 因而不受声束与血流夹角的影响, 高速和低速血流在能量显示中均可显色。

能量显示具有如下意义:

- ① 在速度显示中, 当由于流速超过尼奎斯特频率极限而发生彩色逆转时, 可导致血流方向识别困难, 能量显示有利于辨别血流的方向。
- ② 在某些产生低速血流的心脏病中, 能量显示可清楚显示血流的空间分布。
- ③ 因能量显示空间分布均匀, 利用此种显示方法测量血流直径或横截面积时, 较速度显示方法测值更为精确。

第五节 彩色多普勒血流显象检查方法

受检者体位: 与常规的M型及2D E检查时相同, 一般取平卧位及左侧卧位。检查剑突下区时取平卧双腿屈位, 使腹部肌肉放松, 有利于探头接近心脏。探查胸骨上切迹时取坐位或半坐位, 头向后仰。有时体位要根据血流显象的质量而作不同程度地变动。因为取得一个清晰的图象需要使声束与组织结构间的介面垂直, 而取到最大多普勒频移则需要使声束与血流方向平行。一般瓣膜病容易取得满意的图象, 例如二尖瓣狭窄并关闭不全时, 用心尖四腔心位探查时, 二尖瓣口周围装置与声束方向近于垂直, 而狭窄及关闭不全异常的血流束与声束平行。但在房间隔缺损时, 难以获得与房间隔垂直的声束位置。而心房水平左向右异常分流的血流束与声束难以平行, 即使同一种病由于病变的部位、程度不同, 异常血流束的形态、方向亦不同。所以不能用固定的体位及标准切面作探查, 否则难以获得清晰的结构与血流图象。

常用探查切面: 彩色多普勒深度敏感度低, 要求切面应尽量减少探查部位与探头的距离。儿童可用常规标准切面, 成人常用胸骨旁左缘各轴切面, 但因左心室长轴切面血流方向与声束接近垂直, 所以常改用低位左心室长轴, 即探头置于胸骨左缘1~2肋间探查标准左室长轴切面, 显示的左室长轴切面主动脉离探头较心尖部近, 清晰显示流入道朝向探头和流出道背离探头的血流图象。为缩短两心房与探头的距离, 可将标准四腔心改用斜短四腔心而将探头位置上移, 使房室瓣血流与声束平行。为显示特殊方法的异常血流束, 可用追踪法, 转动声束探查平面获得理想的图象。