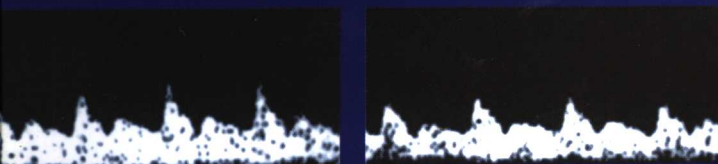
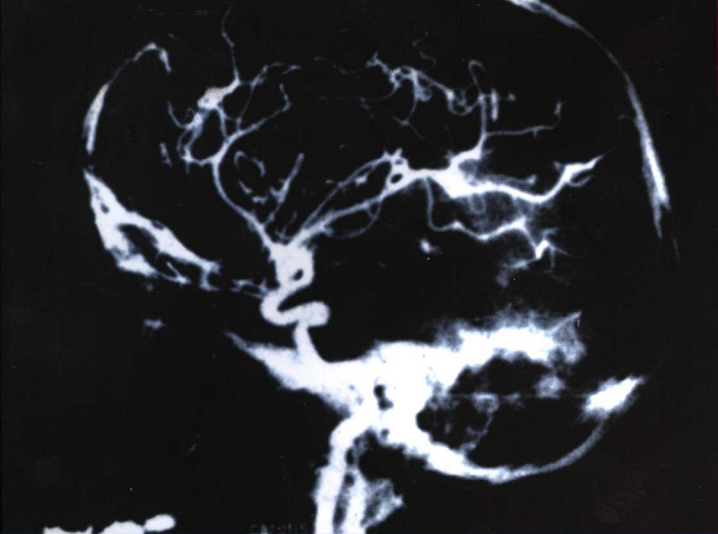


JIANCE YU LINCHUANG

JINGLU DUOPULE

顾慎为 编著



经颅多普勒检测与临床

(第2版)

复旦大学出版社

经颅多普勒检测与临床

(第2版)

顾慎为 编著

復旦大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

经颅多普勒检测与临床/顾慎为编著. —2版. —上海:
复旦大学出版社, 2004. 3
ISBN 978-7-309-03934-4

I. 经… II. 顾… III. 多普勒诊断仪-应用-脑血管
疾病-诊断 IV. R743.04

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第016762号

经颅多普勒检测与临床(第二版)

顾慎为 编著

出版发行 复旦大学出版社 上海市国权路579号 邮编 200433
86-21-65642857(门市零售)
86-21-65118853(团体订购) 86-21-65109143(外埠邮购)
fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

责任编辑 肖英
装帧设计 马晓霞
总编辑 高若海
出品人 贺圣遂

印刷 江苏扬中市印刷有限公司
开本 787×1092 1/16
印张 10 插页 34
字数 243千
版次 2007年1月第二版第五次印刷
印数 9 201—10 800

书号 ISBN 978-7-309-03934-4/R·595
定价 36.00元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

第 2 版 序

近年来,超声医学发展迅速,尤其是超声诊断设备更是日新月异,进一步提高了超声诊断水平和在临床影像诊断学中的地位。超声检查是临床各科诊断中的常规检查项目,同样,经颅多普勒超声(TCD)也已成为超声诊断学的一个重要分支,是超声医学的一个重要组成部分。

由顾慎为教授主编的《经颅多普勒检测与临床》一书,自1993年初版以来,深受广大TCD超声诊断工作者和有关临床医师的欢迎,成为临床实践用的工作用书,推动和促进了TCD在临床上的应用和发展。

数年来,经上海市超声医学工程学会TCD专业委员会的领导和组织,在上海多次举办了学术讲座、全国性学习班和提高班,本书被选作主要教学和参考用书,这是一本理论联系临床实践的实用参考书籍,因此受到广大学员的重视和好评。

鉴于经颅多普勒技术的发展和临床应用范围的扩展、大量经验的积累,技术队伍日益壮大,为适应当前发展需要,并应诸多读者的建议,作者在近期对本书又作了全面的修订和充实,以适应各方面对TCD参考书的需要。

编写和修订本书的作者都是在TCD临床工作和研究中具有较高学术水平、丰富的临床经验的专家。因此,本书的再版,将为进一步提高TCD在临床诊断中的应用和水平,并在基层医疗单位中推广、普及起到积极的促进作用。

复旦大学医学院附属肿瘤医院 **朱世亮**

2000年11月18日

第 2 版前言

《经颅多普勒检测与临床》(第 1 版)一书自 1993 年 11 月问世以后,深受广大医护工作者的厚爱,在较短时间内很快销售一空。近年来要求再版的呼声日益增多。经颅多普勒是 1982 年由 Aaslid 创建的应用超声多普勒技术进行脑血管功能及病变的无创伤性检查方法,我国 1988 年引进这一先进技术,由于当时国内应用时间较短,尚未完全普及,因此当时主要是研究其基础理论、基本操作技术,故在本书第 1 版中主要介绍了经颅多普勒的基础知识、基本的检测技术及当时开展的临床应用,目的是期待用正确的理论和合理的方法来普及经颅多普勒的检测技术及规范检测方法,正确指导临床应用。在本书第 1 版问世以来的七八年时间里,经颅多普勒检测在国内外得到了迅速发展,新仪器、新技术不断涌现。特别令人高兴的是,近年来经颅多普勒检测在国内得到极大的发展与普及,几乎普及到全国各地大小医院。经颅多普勒的临床应用范围得到了很大的扩展,不仅在神经外科、神经内科,而且在许多内科常见病的诊断及病因诊断中有着重要的作用,为临床治疗提供依据。目前经颅多普勒检测已成为医院的一种常规检查方法。为了适应经颅多普勒日益普及和发展的需要,本书再版不仅对原有的基础理论、基本操作技能的内容进行了修订,而且结合近年来临床应用的经验总结及发展,对临床应用部分作了较大的修订和补充,结合临床更新了全部图谱,并对国内外近年来经颅多普勒的新进展作了详细的介绍,使本书不仅成为直接操作与检查的医护人员的工具书,而且期望能成为临床医护人员应用经颅多普勒指导临床诊断、病因诊断和治疗的有用参考书。

本书是笔者近年来经颅多普勒临床应用的经验总结,并结合国内外先进经验编写而成。部分章节曾经多次在上海举办的全国经颅多普勒提高班作为教材试用,吸收了广大医护工作者的意见又作了修订。尽管这样,限于笔者的水平与经验,难免有许多错误和遗漏之处,恳请广大读者予以批评指正。

本书在再版过程中得到了复旦大学医学院(原上海医科大学)物理教研室曹善静教授的大力支持,在百忙之中为本书的“经颅多普勒超声的物理基础”一章作了精心的修订。上海超声医学工程学会主任委员、复旦大学医学院附属肿瘤医院朱世亮教授给予指导和帮助,并再次为本书再版作序。本书编写过程中得到上海医科大学出版社的大力支持,在此一并表示衷心感谢。

顾慎为

2000 年 11 月于上海

目 录

第一章 绪论	1	第四章 经颅多普勒仪的组成、功能与使用	44
多普勒超声的应用及发展	1	第一节 经颅多普勒仪的组成与功能	44
经颅多普勒检测方法的建立	2	经颅多普勒仪的基本组成	44
经颅多普勒检测的临床价值与评价	3	经颅多普勒仪的基本功能	46
经颅多普勒临床应用范围	5	第二节 经颅多普勒仪的操作与使用	47
经颅多普勒应用现状和展望	6	500M 型经颅多普勒仪的操作特点	47
第二章 经颅多普勒检测的物理基础	9	操作系统的菜单设定	48
第一节 超声的基础知识	9	操作屏幕使用	49
波动的基本概念	9	文件管理系统	53
超声波的物理性质	14	第五章 经颅多普勒超声检测技术	55
第二节 多普勒超声检测血流速度的原理	18	第一节 颅外血管检测技术	55
多普勒效应	18	颅外血管检测的意义	55
血流速度检测	20	颅外血管检测的方法	55
脉冲波多普勒和连续波多普勒	23	第二节 颅内血管检测窗	56
多普勒血流信号频谱分析	24	颞窗	57
第三章 经颅多普勒超声检查的生理学基础	27	眼窗	58
第一节 脑动脉的解剖结构	27	枕窗	58
脑动脉颅外段的解剖结构	27	第三节 颅内血管检测的判别	59
颈内动脉颅内段	28	颅内血管检测的判别原则	59
椎基底动脉	32	颅内各血管检测的判别	64
大脑动脉环	34	第四节 有关经颅多普勒检测中的几个问题	66
某些脑部组织的血液供应	36	各检测窗对脑血管多普勒频移信号检出率	66
第二节 脑血流动力学的生理基础	37	各脑血管多普勒频移信号检出率	67
脑的血液循环生理	37	影响经颅多普勒对血管检出率的因素	68
脑血流的自动调节	39	第六章 经颅多普勒检测的结果分析	70
第三节 脑血管疾病的病理生理学基础	41	第一节 经颅多普勒频谱图像分析	70
脑内外盗血	41	正常经颅多普勒频谱图像	70
脑缺氧和脑缺血	42	经颅多普勒频谱图像的变异及异常	72

第二节 经颅多普勒频谱的参数分析·····	73	中的临床意义·····	93
血流速度·····	73		
搏动指数·····	76		
阻力指数·····	77		
收缩期血流速度与舒张末期血流速度的比值·····	77		
第三节 经颅多普勒检测异常结果的临床意义·····	78		
血流方向的异常·····	78		
血流速度的异常·····	78		
搏动指数及阻力指数的异常·····	80		
收缩期血流速度与舒张末期血流速度比值的异常·····	80		
第七章 高血压病的经颅多普勒检测·····	81		
第一节 高血压病经颅多普勒检测的病理基础·····	81		
高血压病的概述·····	81		
高血压病的病因与发病机制·····	82		
高血压病的病理及经颅多普勒检测的病理基础·····	83		
高血压病的临床症状·····	84		
第二节 高血压病的经颅多普勒表现及其临床意义·····	84		
高血压病的经颅多普勒表现·····	84		
经颅多普勒检测在高血压病患者诊断中的临床意义·····	86		
第八章 脑动脉硬化症的经颅多普勒诊断·····	88		
第一节 脑动脉硬化症经颅多普勒检测的病理基础·····	88		
概述·····	88		
脑动脉硬化症的病因与发病机制·····	88		
脑动脉硬化症的病理及经颅多普勒检测的病理基础·····	89		
脑动脉硬化症的临床症状·····	90		
第二节 脑动脉硬化症的经颅多普勒诊断标准及其临床意义·····	90		
脑动脉硬化症患者的经颅多普勒表现·····	90		
脑动脉硬化症的经颅多普勒诊断标准·····	93		
经颅多普勒检测在脑动脉硬化症诊断中的临床意义·····	93		
		第九章 急性脑血管疾病的经颅多普勒诊断·····	96
		第一节 缺血性脑卒中的经颅多普勒检测·····	96
		缺血性脑卒中经颅多普勒诊断的病理基础·····	96
		缺血性脑卒中的经颅多普勒表现·····	99
		缺血性脑卒中的经颅多普勒诊断·····	100
		脑动脉炎引起脑梗死的经颅多普勒表现及诊断·····	101
		经颅多普勒检测在缺血性脑卒中诊断中的临床意义·····	102
		第二节 出血性脑卒中的经颅多普勒检测·····	103
		出血性脑卒中的经颅多普勒诊断的病理基础·····	103
		出血性脑卒中的经颅多普勒表现·····	104
		出血性脑卒中的经颅多普勒诊断·····	105
		经颅多普勒检测在出血性脑卒中诊断中的临床意义·····	105
		蛛网膜下腔出血·····	106
		第三节 短暂性脑缺血发作的经颅多普勒检测·····	108
		短暂性脑缺血发作经颅多普勒检测的病理基础·····	108
		短暂性脑缺血发作的经颅多普勒表现·····	109
		经颅多普勒检测在短暂性脑缺血发作诊断中的临床意义·····	110
		第四节 脑腔隙性梗死的经颅多普勒检测·····	111
		脑腔隙性梗死经颅多普勒检测的病理基础·····	111
		脑腔隙性梗死的经颅多普勒表现·····	113
		脑腔隙性梗死患者的经颅多普勒表现与年龄、临床症状关系·····	114
		经颅多普勒检测在脑腔隙性梗死诊断中的临床意义·····	115
		第十章 经颅多普勒检测对头痛的病因学诊断·····	116

第一节 经颅多普勒检测头痛的病		功能性眩晕的经颅多普勒表现	131
理基础	116	功能性眩晕的经颅多普勒诊断	132
头痛概述	116	第十二章 脑血管畸形的经颅多普勒	
血管性头痛的发病机制与临床表现	117	检测及诊断	133
肌紧张性头痛的发病机制与临床表现	119	第一节 脑动静脉畸形的经颅多普勒检	
脑血管疾病引起的头痛	120	测及诊断	133
第二节 头痛的经颅多普勒检测及其病		病因与病理	133
因学诊断	120	脑动静脉畸形的临床表现	134
血管性头痛的经颅多普勒表现及诊断	120	脑动静脉畸形的经颅多普勒表现及诊	
肌紧张性头痛的经颅多普勒表现及诊		断	134
断	122	经颅多普勒检测对脑动静脉畸形的临	
脑血管疾病引起头痛的经颅多普勒表		床意义	136
现及其病因学诊断	122	第二节 脑动脉瘤的经颅多普勒检测及	
第十一章 经颅多普勒检测对头晕、眩		诊断	137
晕的病因学诊断	124	脑动脉瘤的经颅多普勒检测的病理基	
第一节 经颅多普勒检测头晕、眩晕的		础	137
病理基础	124	脑动脉瘤的经颅多普勒表现	138
眩晕概述	124	脑动脉瘤的经颅多普勒诊断	139
眩晕的病因与发病机制	124	经颅多普勒检测对脑动脉瘤患者的临	
眩晕的分类	125	床意义	139
第二节 梅尼埃病的经颅多普勒检测及		第十三章 椎基底动脉缺血性疾病的	
诊断	125	经颅多普勒检测及诊断	140
梅尼埃病的病理与发病机制	125	椎基底动脉供血不足	140
梅尼埃病的临床表现	126	锁骨下动脉盗血	143
梅尼埃病的经颅多普勒表现	127	第十四章 经颅多普勒应用新进展:脑	
梅尼埃病的经颅多普勒诊断	127	循环中的栓子监测	145
第三节 脑血管性眩晕的经颅多普勒检		栓子检测原理	145
测及诊断	128	栓子检测技术与判断	146
椎基底动脉供血障碍性眩晕的经颅多		栓子检测的实验研究与临床研究概况	147
普勒检测	128	目前对经颅多普勒检测脑循环中微栓	
脑动脉硬化性眩晕的经颅多普勒检测	130	子的评价	150
第四节 功能性眩晕的经颅多普勒检测			
及诊断	131		
功能性眩晕的病因与发病机制	131		
功能性眩晕的临床表现	131		

第一章 绪 论

经颅多普勒(transcranial Doppler,简称 TCD)是利用超声多普勒效应来检测颅内脑底动脉环上的各个主要动脉血流动力学及各血流生理参数的一项无创性脑血管疾病检查方法。由挪威神经外科学家 Rune Aaslid 教授在 1982 年创建了 TCD 检测技术,应用低频脉冲多普勒技术,通过特定的透声窗,直接记录颅内血管多普勒信号,为无创伤性脑血流循环的研究及脑血管疾病的诊断,开创了一个新的领域。由于其仪器简单,操作便利,重复性好,反映面广等优点,10 多年来在国内外得到了迅速发展,成为目前脑血管疾病诊断的重要手段之一。

【多普勒超声的应用及发展】

超声多普勒现象是由奥地利物理学家克约斯琴·约翰·多普勒(Christian Johaun Doppler,1803~1853)在 1842 年首次发现的一种物理效应。多普勒效应是指观察者对超声波源作相对运动时,观察者接收到的超声回波频率和波源发出的频率并不相同的现象。当两者互相接近时,接收到的频率升高;当相互离开时,接收到的频率降低,并可利用一定的数学公式,计算出物体移动的速度。多普勒现象发现后的很长一段时间内,多普勒效应主要是应用在工业中测定移动物体的速度。近年来,在导航、卫星、天体等领域内得到广泛的应用。

将超声多普勒技术应用于医学临床较晚,仅在多普勒效应发现一个多世纪之后。当时发现用一超声束通过皮肤、肌肉射向血管,由于血液内红细胞的流动,通过红细胞的散射而接收到的信号频率与发射频率不同,同样适用多普勒效应,可以利用此法来测定血液流动的方向和流速。1959 年 Satomura 首先利用多普勒超声方法来研究周围血管经皮的血流速度。1960 年 Satomura 和 Kaneko 利用此法描述了周围血管的阻力变化。由于颅骨对超声束的严重衰减,当时使用的 5~10 MHz 的超声探头难以记录到颅内血管的血流信号。故长期以来,各国学者均以测定颅外血管的方法来间接判断颅内血管的血流动力学变化及各种疾病的病理改变。1965 年 Mijazaki 和 Kato 利用多普勒超声记录了颅外的血流移动曲线。von Reutern(1977)和 Diener(1981)研究了由于颅内动脉瘤引起颈动脉血流速度增加。Matejosko(1975)和 Budingen(1978)描述了海绵床窦的颅外血流动力学效应。Nornes(1977)、Budingen(1979)和 Steiger(1981)报道了头部外伤颅内压增高下颅外颈动脉血流变化。Bradley(1972)研究了不同生理状况下血流速度的特点。在此期间有些学者,例如 Kaneko、Muchaidze 和 Volpe 等通过对小孩未闭的囟门以及成年人通过枕骨大孔进行颅内动脉的血流速度测定。Brawley、Handa、Norner、Friedrich 等在神经血管手术期间进行颅内多普勒超声检查,以取得血管狭窄和阻塞的资料。但真正能直接检测颅内血管的血流动力学状态及其生理参数,仅在 1982 年 Aaslid 创建应用低频脉冲技术建立的经颅多普勒方法后

才能得到真正的实现。在此之前应用多普勒超声方法测定心脏血流、了解各瓣膜间的血液状况及病理情况下的血流返流也有较多的报道。

【经颅多普勒检测方法的建立】

长期以来,由于超声技术的限制,超声常被颅骨所吸收而致严重衰减,因此利用常规的多普勒超声检查方法不能对颅内血管进行血流动力学的检测。直到1982年Aaslid创建了一个带有发射2 MHz的脉冲多普勒装置后,才有可能直接记录脑底动脉环(Willis环)上各分支血管的血流动力学状况。经颅多普勒检测的建立是在工业上、医学上解决了以下5个问题后才得到实现。

一、改变超声发射频率

过去应用的超声发射频率一般为5~10 MHz,由于超声特性,其发射的频率越高,穿透力越低,只能反映浅表的血流情况,如四肢的周围血管血流测定,即使目前使用的3.5 MHz频率,能检测腹部、胸腔内脏器及其血流,但也受骨质的吸收的影响,遇到骨组织即发生严重衰减。因此,要达到颅内深层组织,必须使用低频率的超声发射,检测深部血管血流变化,减少颅骨对超声的吸收。

二、改变超声发射方式

一般超声检查大多采用连续波的超声发射,即连续波多普勒,超声发射为连续不间断信号;同时接收不间断的回波信号。当超声束作用部位同时存在着2根或2根以上血管时,超声回波可同时被接收而无法区别超声束回波的来源,因此也就缺乏距离选通能力,无法进行精确的定位。由于颅内血管丰富,各个血管相互交叉,因此,使用连续波多普勒无法对所测量的血管进行精确定位。经颅多普勒的检测改变了超声发射方式,采用了脉冲多普勒方式,即是间断性的发射超声,间断性接受超声回波。探头在发出一组超声波之后,即作为接收器接受超声回波。其特点是改变延迟时间,可得到不同深度的超声回波信号,因此具有定位检测能力,即有距离选通功能,这样就能增加定位检测的准确性,这对正确判断颅内血管具有十分重要的意义。

三、寻找和确定一个合适的超声进入颅内的途径

颅内各血管均被颅骨所包围,颅骨又能吸收超声,因此超声波较难进入颅内。为此必须寻找一个合适的超声进入颅内的途径,这就是要建立一个特定的经颅窗,超声束由经颅窗进入颅内,才能直接描记出脑底动脉的血流多普勒信号。目前已有3个公认的经颅多普勒的经颅窗,即颞窗、枕窗、眼窗。颞窗是在颞部,颞骨的鳞状部分,这部分骨质较薄,年轻人还有颞缝,超声束较易进入,经颞窗可以检测到大脑中动脉、大脑前动脉、大脑后动脉、前交通动脉、后交通动脉及颈内动脉的终末段等。枕窗是枕骨下经枕骨大孔超声束进入颅内,枕骨大孔是头颅的自然通道,无骨质阻碍,故超声束较易进入颅内。通过枕窗主要检测椎基底动脉系统的各血管如椎动脉、基底动脉、小脑后下动脉等。眼窗是由眼眶,通过视神经孔的通道使超声束进入颅内。视神经孔是视神经进入颅内的一个自然通道,超声束较易进入。经眼窗主要检测眼动脉、视网膜动脉、颈内动脉的虹吸段等血管。通过这3个经颅窗,基本上可全面的检测脑底动脉环上各血管的血流信号。

四、有一个正确识别颅内血管的方法

经颅多普勒的检测是将探头放置于颅外颅骨表面,因颅内血管丰富,超声束进入颅内后,遇到血管血流均可得到超声回波,得到多普勒血流信号,因此识别所得信号来源于何处

血管,对临床诊断是一个十分重要的问题,也就是需要有识别颅内血管的方法,否则就会引起临床诊断的失误。经过长期的临床研究,Aaslid 等建立了一套识别颅内血管的方法及原则。主要有 3 个方面:① 所得信号与探头之间的距离,由于颅内各血管行径与分布不同,在颅内分布位置不同,各血管与探头之间有一定的距离范围,即有一定的深度。根据不同的深度可确定不同的血管。② 血流方向。由于颅内各血管行走的方向不同,有的与探头位置相对而行,所得信号为正向血流,有的血管行走与探测头相背而行,故得到信号为负向血流,每个血管都有自己的特定的血流方向,也成为判别血管的一个主要依据。③ 采取一些特殊的功能试验,如压迫颈动脉试验、光刺激试验等,加以辅助判别。只有了解和遵循血管的识别原则,才能正确的了解所得信号来源于何处,才能正确地诊断疾病。

五、计算机处理的频谱分析

最初的超声检测主要根据超声回波进行分析,虽较简单,但信息较少,诊断的正确性较差。对血管血流多普勒超声检测时,由于血液内有大量的红细胞,其流动速度各不相同,因此对大量红细胞的超声反射信号进行综合分析,必须借助于现代高科技手段,特别是计算机的分析处理。现代经颅多普勒采用了计算机的快速富里叶(Fourier)转换的频谱分析,有可能对大量红细胞反射信号的频率与振幅进行综合性分析,改变了过去仅观察多普勒波形的简单分析,显示并计算了一系列的血流力学指标。如收缩峰速度、舒张末期血流速度、平均血流速度、搏动指数、阻力指数,等等。帮助临床获取更多的有用指标,有利于对各种脑血管疾病作出正确的诊断。

由于解决了以上 5 个问题,经颅多普勒的检测才真正得到实现。

【经颅多普勒检测的临床价值与评价】

一、经颅多普勒检测的临床价值及特点

自从 1982 年经颅多普勒检测问世,国内 1988 年引进临床应用以来,临床上得到广泛的应用,并日益显示其优越性。

1. 经颅多普勒是一个有效的无创伤性的脑血管检查法。经颅多普勒是属超声检查范围,因此对受检查者毫无创伤和痛苦。目前许多脑血管检查方法如放射性核素的脑血流量测定、脑血管造影、数字减影血管造影等,均具有一定创伤性,特别是脑血管造影具有一定的并发症,不易为病员所接受,不宜大规模的推广使用,而经颅多普勒由于其安全、无创伤性,深受病员欢迎,适宜于普遍的临床应用。

2. 经颅多普勒检测检查全面,它能分别检测颅内脑底动脉环上及颅外各血管及其分支。还有测定各支血管的各个节段,对每支血管可进行跟踪检测,其最大的分辨能力为 1 mm。因此如能进行细致的检测可发现脑血管上的微细的病变,如对微小的脑动脉瘤的检测。有的脑血管检测如脑阻抗血流图检测也是无创伤性检测,但其检测是区域性的脑血流检测,仅能测定颈内动脉系统、椎基底动脉系统的血流状况,不能单支血管的检测。

3. 经颅多普勒检测除能反映脑血管的器质性疾病外,如脑动脉硬化、脑血管狭窄、脑血管畸形等,还能较大程度上反映脑血管的功能性变化,这是许多脑血管检查方法所无法得到的。目前已经知道临床许多疾病,如血管性头痛、功能性头晕、眩晕、神经官能症、自主神经功能紊乱等均与脑血管功能紊乱有密切关系,经颅多普勒的检查对这类功能性疾病的病因学诊断有极重要的诊断价值,并可为临床治疗提供客观的依据。

4. 经颅多普勒检测能提供实时动态的血流动力学资料,经颅多普勒检测所提供的信息

并不是脑血管的形态学变化,而是提供较为广泛的动态血流动力学资料,包括血管的弹性、脑血管阻力、供血情况等一系列生理参数,不仅是瞬间的血流动力学资料,而且是一个动态的变化资料。

5. 经颅多普勒检测常用于神经外科手术及脑血管疾病、重危病员的长期脑血流动力学的监护。目前多数经颅多普勒仪均带有监护装置及监护分析软件,可对脑出血患者进行长期血流动力学检测,以便决定是否需要进行神经外科手术,及术后的情况,有的经颅多普勒仪如 MULTIGON 500M 型经颅多普勒仪,还可外接多种信号,如脑电、心电、血氧饱和度、二氧化碳分压等,进行同步监护,并可进行长达 24 小时监护,随时观察监护期间的脑血流动力学的变化。

6. 经颅多普勒检测重复性良好,可靠性强,因而能测定生理、病理及用药情况下的脑血流状况,特别是由于其无创伤性,操作简便常可反复监测,可根据治疗前后的脑血流动力学改变,以观察治疗的疗效及药物对脑血管的作用、药物的动力学状况等。

7. 经颅多普勒检测仪体积小,检查成本低,操作简便,因此常受临床医师及病员的欢迎。

二、经颅多普勒与各种脑血管检查方法的比较

脑血管疾病是目前严重危害人体健康疾病之一,脑血液循环具有极重要的生理功能,一旦脑循环发生障碍,可导致脑功能紊乱,引起一系列的临床症状。因此,对脑循环的研究,对脑血管疾病的检测引起了临床医师的广泛关注。目前有许多无创伤性和有创伤性的脑血管及脑循环的检测方法,如放射性核素的脑血流量测定、头颅 CT、颅脑磁共振(MRI)、脑血管造影、脑阻抗血流图等,这些脑血管及脑循环的检测方法都有各自的特点,与经颅多普勒检测均有一定的关系,但各有特点,不能相互替代。

1. 放射性核素脑血流量测定 用放射性核素测定脑血流量的方法很多,如放射性核素清除法、放射性核素吸入法和静脉注射法、用¹⁵O 标记法测定局部脑血流量等。根据放射性核素在脑不同部位的分布,可计算脑各部位的血流的百分比,依次推算各部位的脑血流量。其特点是对脑血流量可作一粗略的估价。但由于此法带有一定的创伤性,如有的需动脉穿刺,有的需静脉注射,且放射性核素有的用量较大,对人体或多或少有影响。此法检查需一定的仪器设备、房屋条件,在一般医院难以实现,且不能反映脑血管的功能状态。

2. 头颅 CT 头颅 CT 检查也是目前脑血管疾病的一种常用方法,尽管目前可较为普遍的使用,但头颅 CT 主要反映大脑实质细胞损害及其形态学变化。CT 对脑血管疾病的诊断主要是通过脑血管疾病引起继发性脑实质细胞的形态改变来间接判断脑血管疾病。所以对有些脑血管疾病,如脑动脉硬化、脑供血不足等,不能早期诊断。另外,对脑血管疾病的功能性变化不能在 CT 上得到反映,如对脑血管功能障碍引起的血管性头痛其检测结果往往是正常的。

3. 磁共振(MRI) MRI 与 CT 检查性质相似,也是主要反映脑的形态学改变,但其清晰度、灵敏度高于 CT,且注射造影剂后,在某种程度上亦能反映脑血管病变。但同样它也不能反映功能性的脑血管疾病。对有的疾病如腔隙性梗死,能反映脑部散在性缺血灶,但对其形成的病因有时难以区别,往往易造成误诊。此外,MRI 仪器价格高,检查费用大,不易推广普及使用。

4. 脑阻抗血流图(REG) 亦是一种无创伤性脑血管功能的检查方法,它与 TCD 检测

性质类似,既能反映脑血管的器质性病变,也能反映脑血管功能性变化。我们曾对两者作对照研究,发现两者符合率较高,且 REG 成本更低,操作更简便,可大规模进行体检,对脑血管疾病作过筛之用。其缺点主要仅反映区域性的血流情况,不能单支血管和某一节段测定,其检测的精确度亦不如经颅多普勒。

5. 脑血管造影 主要可提供颅内动脉及其分支的解剖结构及形态学变化,其准确性较高,对某些脑血管疾病如脑血管畸形(脑动静脉瘤、脑动脉瘤)、脑出血、脑梗死等有较高诊断价值,且是神经外科手术前必须进行的检查。但脑血管造影,不能反映脑血管的血流动力学的各种生理参数,而且是反映瞬间的改变,不能动态进行观察。脑血管造影是一种创伤性检查方法,尤其是椎基底动脉系统造影其并发症更多,一般不易为患者所接受,且仪器要求高,检查费用贵,不能大规模推广应用。

经颅多普勒的检测有其自己固有特点,可以弥补其他各种脑血管检查方法的不足,但在许多方面也不能达到其他脑血管检查的要求,因此,经颅多普勒检查,如能与 CT、MRI 等各种方法相配合,相辅相成,才能对脑血管疾病作出准确的诊断与鉴别诊断,才能提高经颅多普勒检测的临床价值。

【经颅多普勒临床应用范围】

从 1982 年经颅多普勒问世以来,国外在开始应用时仅局限于神经外科领域,如对蛛网膜下腔出血、脑出血、脑血管畸形的诊断、监护、手术前后的观察等。我国在 1988 年引进后,国内在神经内科及各种内科疾病的临床中广泛应用。虽然仅 10 余年的历史,但在临床中取得了丰富的诊断经验,使经颅多普勒的检测应用范围日益扩大。到目前为止,经颅多普勒主要应用于以下几个方面:

一、对脑血管疾病的诊断

大量的临床资料表明,经颅多普勒对以下疾病诊断具有较高的诊断价值。

1. 动脉硬化,明确判断动脉硬化的部位及严重程度。
2. 脑供血不足,判断脑供血不足的部位(血管)及其程度。
3. 脑动脉狭窄,判断脑动脉狭窄的部位(血管、节段)及其程度。
4. 脑血管痉挛,判断其部位(血管)及其程度。
5. 脑血管意外的诊断与鉴别诊断,确定脑血管意外的部位(血管)及其程度。对缺血性脑卒中可了解侧支循环开放情况,以便判断预后。
6. 椎动脉及基底动脉系统疾患,判断病变部位(血管)、性质(缺血、闭塞、痉挛)及程度。
7. 椎动脉型颈椎病,椎动脉型颈椎病确定,除临床症状、颈椎 X 线摄片外,经颅多普勒的检测是诊断的重要依据。
8. 脑血管畸形,包括脑血管的动静脉瘤(AVM)、脑动脉瘤,可判断其病变部位(血管及其节段)。
9. 蛛网膜下腔出血,判断病变部位(血管)及其程度。
10. 锁骨下盗血综合征。
11. 颈总动脉、颈内动脉颅外段、颈外动脉狭窄。

二、对临床疾病的病因学诊断

1. 头痛的病因学诊断 诊断头痛病因包括神经血管性头痛及其类型(脑血管痉挛、扩张、脑循环不对称),颈肌紧张性头痛,脑血管病(动脉硬化、脑供血不足、脑血管狭窄及闭塞

等)引起的症状性头痛。

2. 头晕、眩晕的病因学诊断 确定头晕、眩晕病因包括功能性眩晕、椎基底动脉缺血性眩晕(颈性眩晕)、梅尼埃病(内耳微循环障碍引起的耳源性眩晕)等。

3. 脑腔隙性梗死的病因学诊断 确定脑腔隙性梗死(腔隙性缺血灶、散在性脑缺血灶)的病因如脑动脉硬化引起的脑缺血、脑血管狭窄、脑血管痉挛、椎基底动脉供血不足等。

三、脑血管功能状态评价

1. Willis 环的功能状态及侧支循环功能状态。

2. 在各种生理状态及各种药物影响下脑血管的功能状态及舒缩反应的评价。神经功能状态对脑血管功能的影响。

3. 病理状态下的脑血管功能状态,包括病理状态下选择脑血管手术时机。

四、脑血管疾病治疗前后的疗效评价

脑外科手术前后的疗效观察及血流动力学评价。

五、脑血流动力学监护

1. 危重病员的脑血流动力学监护。

2. 神经外科手术病员术前、术中、术后的脑血流动力学监护。

3. 急性脑血管意外患者的脑血流动力学监护。

【经颅多普勒应用现状和展望】

一、经颅多普勒应用现状

自从1982年经颅多普勒问世,1988年我国引进了经颅多普勒这一方法以来,由于其本身具有一定的优越性,且临床应用范围较广,在国内外均得到了较大的发展,尤其在我国各级医院中普遍开展了此项检查,取得了良好的社会效益与经济效益,深受广大医务人员及病员的欢迎。经颅多普勒的检测应用和研究已广泛深入到超声医学、神经内科、神经外科、老年医学、普内科等各学科领域,在全国有关的各专业杂志上已经发表了数以千计的论著、临床应用观察等有较高水平的学术论文,前后出版了有关经颅多普勒的专著5本,在中国超声医学工程学会下成立了全国及有关省市的颅脑超声(TCD)的专业委员会。TCD成为颅脑超声的主要工作。并从1993年至今已召开过四次全国性的TCD学术交流会。这些都为我国推广TCD,提高TCD的临床应用价值,作出了重大的贡献,但是值得注意的是由于TCD的临床应用普及过快,对操作人员的培训及临床医护人员对TCD检测结果的认识,还不能得到提高,再加上TCD的本身技术问题的改进和发展,所以在某些地区造成了对TCD临床价值有不同的争论,这完全是正常的现象,从10多年来TCD的临床应用经验,可以看出要提高TCD的临床应用价值,发挥TCD在脑血管疾病中的诊断优势,必须注意以下3个问题:

1. 仪器的性能与质量 经颅多普勒仪的性能与质量是提高TCD临床应用价值的关键。目前我国使用的经颅多普勒仪品种繁多,有最早引进的德国EME公司的TC各型仪,有美国Medsonic公司的Transpect和改进的CDS型,有美国MULTIGON公司的500V型及改进的500M型,也有新进入中国的法国D3000型,德国DWL公司的DWL各型,以色列的9000及其改进型。近年来国产的经颅多普勒仪各种型号大量的涌出,众多的经颅多普勒仪的出现,在其仪器的性能与质量上出现了良莠不齐,造成了当前临床使用的紊乱。好的经颅多普勒仪不仅提高其检出率而且能正确地反映脑的血流动力学状况,有助于正确诊断疾病。相反,如质量性能低下的经颅多普勒仪,则不仅检出率较低,而且不能正确反映脑血流

动力学状况,势必会贻误疾病的诊断。经颅多普勒临床应用奠基人之一的法国 J. B. Sywichoz 博士指出:经颅多普勒仪的本质在于 4 个因素,即足够的多普勒能量(EDE)、衰减量的控制(AEC)、精确的靶功能调节(PTA)、实时无伪的频谱和数据(RSP),其中最重要的是 AEC 及 PTA 技术。有的经颅多普勒由于其发射超声能量较低、噪声衰减控制不良、靶功能调节差,以致许多病例,特别是年老的女性患者往往在颞窗不能检出,检出率仅为 60%~80%。较好的仪器,如德国 EME 公司的产品及美国 MULTIGON 公司的 500M 型,其检出率较高,几乎可达 100%,所得频谱和数据往往较为准确,有利于对疾病的诊断。有些仪器由于技术条件限制,其上述 4 个本质功能性能较差,而在辅助功能,如汉化功能、储存功能及利用计算机模拟成像等作了精心的设计,但这并不能提高其检出的灵敏度与准确性,有时反会造成假象,得出错误的结论。所以在仪器的选择上一定要注意其内在的本质功能,这是提高 TCD 临床诊断价值的关键之一。

2. 操作技术人员的素质与技能 经颅多普勒检测是一种高科技的检测,要求操作人员必须具备一定的专业知识和技能,包括懂得超声的原理及超声多普勒的基础知识,熟悉脑血管的解剖及其生理特点,有一定的临床经验,善于将所得结果结合临床作出分析及诊断。如懂得超声束与血管之间的角度(透声角 θ)对血流速度的影响,可以采取各种手法,使透声角 θ 小于 30° ,甚至接近于 0° 。这样不仅可以大大提高血管的检出率,而且使所测得的血流速度接近于实际的血流速度,不致造成操作误差,而影响对疾病诊断。了解脑血管的解剖和生理,可以正确判别所测血管,减少人为的测量误差。

3. 向各级医务人员普及经颅多普勒检测的知识 经颅多普勒是一项较新的检测技术,广大医务人员对该项检测可能缺乏一定了解,要提高经颅多普勒的临床应用价值,一定要让临床医务人员了解经颅多普勒检测的适应证,所得结果的临床意义。TCD 检测与临床上各种检查方法相似,一种疾病可以有不同的 TCD 表现,而有时不同疾病可以有同样的 TCD 改变,所以对所得结果必须结合临床症状加以分析,才能得到正确的诊断结论。

性能优良的经颅多普勒仪、熟练和规范的操作技能、对检测结果合理的临床评价,这三大因素是应用经颅多普勒的必备条件,只有达到了这些要求,才能使经颅多普勒的检测临床价值提高,并能得以发展,否则会将经颅多普勒引入歧途。

二、经颅多普勒应用展望

虽然经颅多普勒近年来在临床应用中特别是在脑血管疾病的诊断中越来越显示其优越性,越来越引起人们的重视,但毕竟由于其应用时间较短,尚有许多问题有待解决。近年来国内外对经颅多普勒的研究也有了飞速的发展,主要是在两个方面得到发展:① 仪器的改进和提高。如有双通道的检测功能,可使左右两侧血管同时检测与监护;增加了对多普勒混淆现象的抑制,使高流速的血流速度能得到准确的反映;目前还在研究多位点同步检测,用同一探头同时显示 8 个不同水平各种血管的血流速度;进一步降低超声频率,1 MHz 的脉冲多普勒的探头亦已问世,不仅增加了检测的灵敏度,探测到更深层的脑血管,而且可使伪差信号大大降低;双功能经颅多普勒的应用,采用实时 B 超显现方式,取得脑部超声实时图像,然后选择所需血管,转换脉冲多普勒探头,检测所选择血管多普勒频谱图像,这样对血管判别更为准确和可信。② 对经颅多普勒的基础和临床研究的加强。如对脑部组织 B 超实时图像中解剖结构的研究,适应双功能经颅多普勒检测需要,临床上近年来开发了对栓子的检测,增加了栓子检测的方法和有关软件,可帮助检测脑循环中的栓子,确定其数量、性质和来

源,这就为许多脑栓塞或具有这种危险因子的患者提供了一个令人兴奋的新的诊断方法,对减少脑卒中发生及其防治有着重要意义。当然这些目前都是处于研究探索阶段,不仅有许多理论问题有待解决,而且有待临床观察进一步完善。但可以预料在不久的将来,经颅多普勒的临床应用必将会有一个飞跃。

第二章 经颅多普勒检测的物理基础

第一节 超声的基础知识

【波动的基本概念】

一、振动

振动是自然界很普遍的现象,物体(质点)在某一位置附近作来回重复运动叫机械振动。例如摆的运动、一切发声体的运动以及心脏的跳动,等等,都是机械振动。但振动并非只限于机械振动,任何一个物理量在一定数值附近来回作周期性变化时都可称为振动。

在各种振动现象中,最简单、最基本的振动是简谐振动,简称谐振动。任何复杂的振动都可以分解为若干频率不同的谐振动,所以谐振动是了解复杂振动和波动的基础。超声振动属于谐振动。

(一) 谐振动、谐振动方程

物体在弹性力(跟位移成正比的并且总是指向平衡位置的力)的作用下,在一定位置附近作周期性运动称谐振动。谐振动的方程为:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi)$$

式中 x 为物体离开平衡位置的位移。 A 为物体离开平衡位置的最大位移绝对值,称振幅。 ω 为角频率,即振动物体在 2π 秒时间内所完成的振动次数 $\left(\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}\right)$ 。 $(\omega t + \varphi)$ 为谐振动随时间而变化的瞬时位相角,称为振动的位相或周相。 φ 是 $t = 0$ 时的位相,称为初位相。

由于位移的结果,质点必然具有速度 v 和加速度 a ,它们是位移 x 对时间 t 求一阶导数和二阶导数。

$$v = \frac{dx}{dt} = -A\omega\sin(\omega t + \varphi) = A\omega\cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$
$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = \omega^2 A\cos(\omega t + \varphi + \pi)$$

可见,谐振动的速度和加速度也都是随时间而周期性地改变。

(二) 振动的能量

振动过程中物体的能量周期性地由动能转换成势能或由势能转换成动能。

振动物体的动能 E_k 为:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi)$$