



TCD 与神经 电生理学诊断

TCD YU SHENJING DIANSHENGLIXUE ZHENDUAN

主编 丁 宁 陈 伊 郑美华



东北林业大学出版社

责任编辑：任 俐
封面设计：彭 宇

ISBN 7-81076-926-X



787810 769266 >

ISBN 7-81076-926-X

R·76 定价：20.00 元

TCD 与神经电生理学诊断

主 编 丁 宁 陈 伊 郑美华

东北林业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

TCD 与神经电生理学诊断/丁宁, 陈伊, 郑美华主编. —哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2006.8

ISBN 7-81076-926-X

I. T… II. ①丁… ②陈… ③郑… III. 神经系统疾病—电生理学—诊断 IV. R741.044

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 094052 号

责任编辑: 任 俐

封面设计: 彭 宇



NEFUP

TCD 与神经电生理学诊断

TCD Yu Shenjing Dianshenglixue Zhenduan

主编 丁 宁 陈 伊 郑美华

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

哈尔滨市工大节能印刷厂印装

开本 850 × 1168 1/32 印张 9.25 字数 232 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—1 000 册

ISBN 7-81076-926-X

R·76 定价: 20.00 元

编 委 会

主 编：丁 宁 黑龙江中医药大学附属第一医院

陈 伊 黑龙江中医药大学附属第一医院

郑美华 黑龙江中医药大学附属第二医院

副主编：徐博佳 黑龙江中医药大学附属第一医院

孙士红 黑龙江中医药大学附属第一医院

袁术玲 青冈县中医院

前 言

近年来,随着科学技术的不断进展,超声医学也在迅速发展,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。脑电图除应用于临床医学外,已广泛应用于航天医学、国防医学、生理学、生物学、药理学、生物医学工程学等领域。随着医学的飞速发展,头颅(CT)扫描、磁共振成像(MRI)、单光子断层扫描(SPECT)、正电子断层扫描(PET)等现代化影像检测技术广泛应用于临床,但是脑电图这门科学不但没有丧失其应有的价值和地位,而且其内容仍不断发展,越来越受到重视,并在许多疾病的早期诊断方面充分显示出它快速、简便、经济、客观的优点。因此,脑电图已成为临床诊断和治疗不可缺少的常规检测手段之一。与此同时,肌电图、诱发电位等神经电生理诊断技术,亦有了迅速的进展,但目前国内这些方面的专著较少,为了满足神经内外科、小儿神经科、五官科、内科等广大医务工作者,尤其是基层医务工作者的需要,笔者编写了这本《TCD与神经电生理学诊断》一书。本书第一章、第二章、第三章、第五章、第六章由丁宁编写;第四章、第九章(4~5节)、第十七章(5节)由袁术玲编写;第七章由徐博佳编写;第八章、第九章(1~3节)由陈伊编写;第九章(6~11节)、第十二章、第十三章、第十四章、第十五章由孙士红编写;第十章、第十一章、第十六章、第十七章(1~4节)由郑美华编写。

由于笔者学识浅薄,经验有限,书中如有缺点错误,敬请前辈、师长及广大读者批评指正。

编者

2006年8月

目 录

第一章 TCD 总论	(1)
第一节 多普勒超声的应用及发展	(1)
第二节 经颅多普勒检测方法的建立	(2)
第三节 经颅多普勒检测的临床价值与评价	(5)
第四节 经颅多普勒临床应用范围	(9)
第二章 脑动脉的应用解剖	(12)
第一节 颈内动脉系统	(12)
第二节 椎基底动脉系统	(21)
第三节 脑动脉的侧支循环	(24)
第三章 经颅多普勒超声的检测技术及正常参考 测值	(30)
第一节 超声窗	(30)
第二节 颅内动脉的检测	(32)
第三节 功能试验	(36)
第四节 颈动脉的检测	(38)
第五节 正常参考测值	(41)
第四章 经颅多普勒频谱图的测量与分析	(46)
第一节 经颅多普勒频谱图的构成	(46)
第二节 经颅多普勒频谱图的测量与分析方法	(48)
第五章 正常经颅多普勒频谱图的诊断标准	(54)
第一节 判断正常频谱图的必备条件	(54)
第二节 正常频谱图的诊断标准	(55)

第六章 异常经颅多普勒频谱图的诊断标准	(57)
第一节 脑底动脉血流信号消失	(57)
第二节 血流速度增快	(58)
第三节 血流速度减慢	(60)
第四节 两侧血流速不对称	(61)
第五节 脉动参数增高或减低	(61)
第六节 血流方向异常	(62)
第七节 血流音频信号异常	(63)
第八节 频谱图异常	(64)
第九节 特殊异常图形	(64)
第七章 几种疾病的经颅多普勒超声诊断	(65)
第一节 脑动脉硬化症的经颅多普勒超声诊断	(65)
第二节 短暂性脑缺血发作的经颅多普勒超声诊断	(69)
第三节 脑动脉狭窄与闭塞的经颅多普勒超声诊断	(72)
第四节 蛛网膜下腔出血的经颅多普勒超声诊断	(82)
第五节 颅内压增高的经颅多普勒超声诊断	(85)
第六节 血管性头痛的经颅多普勒超声诊断	(87)
第七节 肌紧张性头痛的经颅多普勒超声诊断	(95)
第八节 脑梗死的经颅多普勒超声诊断	(97)
第九节 椎基底动脉供血不足的经颅多普勒超声 诊断	(100)
第十节 椎基底动脉供血障碍性眩晕的经颅多普勒 超声诊断	(104)
第八章 脑电图总论	(106)
第一节 脑电图学概要	(106)
第二节 脑电图检查的一般方法	(107)
第三节 脑电图的成分和临床意义	(117)
第四节 脑电图检查诱发试验及意义	(121)

第五节	健康成人脑电图	(125)
第六节	儿童脑电图	(129)
第七节	脑电图的分析及诊断标准	(134)
第九章	有关疾病的异常脑电图	(138)
第一节	癫痫脑电图	(138)
第二节	颅内肿瘤脑电图	(150)
第三节	颅内感染脑电图	(159)
第四节	颅脑损伤脑电图	(165)
第五节	脑血管病的脑电图	(169)
第六节	睡眠障碍的脑电图	(172)
第七节	智能障碍的脑电图	(175)
第八节	脱髓鞘性疾病的脑电图	(177)
第九节	代谢性疾病的脑电图	(178)
第十节	精神疾病的脑电图	(180)
第十一节	其他疾病	(184)
第十章	脑电地形图简介	(185)
第一节	脑电地形图的含义	(185)
第二节	脑电地形图的处理过程	(186)
第十一章	脑电地形图的临床应用	(188)
第一节	癫痫	(189)
第二节	脑部占位性病变	(189)
第三节	脑外伤	(190)
第四节	脑血管病	(190)
第五节	脑部感染性疾病	(191)
第六节	老年痴呆	(191)
第十二章	脑诱发电位的特征	(193)
第一节	脑诱发电位的概念	(193)
第二节	脑诱发电位的原理	(194)

第三节	脑诱发电位的神经传导通路及神经发生源	(195)
第十三章	躯体感觉诱发电位 (SEP)	(196)
第一节	概述	(196)
第二节	体感诱发电位的临床应用	(201)
第十四章	视觉诱发电位 (VEP)	(208)
第一节	概述	(208)
第二节	视觉诱发电位的临床应用	(210)
第十五章	脑干听觉诱发电位 (BAEP)	(215)
第一节	概述	(215)
第二节	脑干听觉诱发电位的临床应用	(218)
第十六章	肌电图概述	(223)
第一节	肌电图的基本知识	(223)
第二节	肌电图的检查方法	(226)
第三节	正常肌电图	(227)
第四节	异常肌电图	(232)
第五节	神经传导速度	(240)
第十七章	肌电图的临床应用	(251)
第一节	上运动神经元病变的肌电图诊断	(251)
第二节	下运动神经元病变的肌电图诊断	(251)
第三节	肌源性疾病的肌电图诊断	(257)
第四节	神经肌肉接头疾患的肌电图改变	(260)
第五节	瞬目反射	(261)
参考文献		(285)

第一章 TCD 总论

第一节 多普勒超声的应用及发展

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伤性脑血管疾病检查方法。由挪威神经外科专家 Rune Aaslid 教授在 1982 年创建了 TCD 检测技术, 开始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 TCD 检测技术得到了迅速发展, 成为目前脑血管疾病诊断的重要手段之一。

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做相对运动时, 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, 仅在多普勒效应被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。Normes (1977)、Budingen (1979) 和 Steiger (1981) 报道于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、Normer、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。

第二节 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的。

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,才能正确地理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傅里叶(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比如收缩峰速度、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做出正确的诊断。

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。

第三节 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1999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，如血管性头痛非功能性头晕、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,及术后的监测。有的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 h 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。

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 ^{15}O 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