

82.3 58.6 41.1 0.70 50 70
VF V6 VI PI AVR DIF

经颅多普勒基础与临床

王为 马伯扬·主编

华南理工大学出版社

经颅多普勒基础与临床

主 编: 王 为 马伯扬

编著者: (按姓氏笔画为序)

马伯扬 王 为 王 群 关 力
陈金城 张汝文 李大明 罗理坚
赵 敏 胡耀民 徐文锋 徐 义
谭 盛

华南理工大学出版社
· 广州 ·

图书在版编目(CIP)数据

经颅多普勒基础与临床 / 王为, 马伯扬主编. — 广州: 华南理工大学出版社, 1998.2
ISBN 7-5623-1243-5

- I. 经…
- II. ①王…②马…
- III. 脑血管疾病—检测—诊断
- IV. R743⑦

2028/23

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510641)

责任编辑: 罗月花 周莉华 卢家明

华南理工大学印刷厂印装

开本: 787×1092 1/16 印张: 17.5 插页 2 字数: 420 千

1998年2月第1版 1998年2月第1次印刷

印数: 0001-3000

定价: 38.00 元

前 言

经颅多普勒超声 (Transcranial Doppler, TCD) 自 1982 年诞生以来, 在国内得到广泛应用。它以无创性地检测颅底动脉血流动力学状况为特点, 为颅内疾病 (特别是脑血管疾病) 及其他系统疾病所导致的脑血流改变的观察, 以及进一步探讨其病理生理机制提供了可能, 对脑血管病的诊断开创了新的途径。

TCD 在国内外的迅速普及, 使其在颅脑超声领域占有越来越重要的地位。人们从新的侧面逐渐认识到许多疾病引起的脑血流病理性变化, 为基础与临床的相关研究提供了重要的手段。目前, 我国 TCD 技术已经开始进入区县级医院, 各级专业人员急需一部全面、实用、反映该领域最新进展的专著。第一军医大学解放军神经医学中心王为、马伯扬教授根据多年的基础研究与临床应用经验, 参阅了大量的国内外文献, 编写了《经颅多普勒基础与临床》一书, 从超声、生理、解剖、病理生理和临床应用等不同角度对 TCD 技术加以详尽介绍, 特别是针对基础研究的需要, 安排了有关动物实验的章节, 力求为有关人员进行 TCD 的动物实验研究提供有价值的信息。

全书共分为基础与临床两篇, 分别介绍 TCD 的应用概况及最新进展, 与其他相关检查的区别与联系, 脑循环生理, 脑血管解剖, TCD 原理及应用技术, 结果分析和 TCD 在动物实验领域的应用, TCD 在脑血管病和其他影响脑血流疾病诊治中的应用。

本书内容系统、全面, 既可作为基层医务人员的 TCD 入门书籍, 又可为高级专业人员进一步了解和掌握该技术最新动态提供参考。

本书在编写过程中得到了深圳先科西捷医疗电子有限公司隋政董事长和赵敏总经理的大力支持, 在此表示衷心的感谢。

作 者

1997 年 6 月于广州第一军医大学
珠江医院神经医学中心

目 录

第一章 国内外经颅多普勒应用概况	(1)
1.1 回顾与发展	(1)
1.2 国外、国内发展状况	(2)
1.3 TCD的应用范围	(4)
第二章 TCD 技术与其他颅脑检查技术的应用和评价	(5)
第三章 脑循环生理学	(11)
3.1 脑循环的生理特点.....	(11)
3.2 体内影响脑血流量的因素.....	(15)
3.3 脑血管疾病与脑循环生理.....	(20)
3.4 脑循环的血液流变学.....	(24)
第四章 脑动脉的应用解剖学	(32)
4.1 概述.....	(32)
4.2 颈内动脉系.....	(34)
4.3 椎-基底动脉系	(41)
4.4 脑底动脉环及脑动脉的侧支循环.....	(44)
第五章 经颅多普勒的基本原理	(54)
5.1 物理基础之一：声波与超声波.....	(54)
5.2 物理基础之二：多普勒效应.....	(58)
5.3 物理基础之三：流体动力学.....	(60)
5.4 经颅多普勒血流检测机理.....	(64)
第六章 影响经颅多普勒检测的因素	(71)
6.1 TCD 检测方法对多普勒测量结果的影响	(71)
6.2 TCD 的使用及操作对检测结果的影响	(74)
6.3 生理因素对检测结果的影响.....	(76)
第七章 经颅多普勒诊断仪的功能简介	(81)
7.1 TCD 功能概况	(81)
7.2 经颅多普勒诊断仪系统组成.....	(81)
7.3 AC-2000CV 型经颅多普勒诊断仪功能特色	(83)
第八章 经颅多普勒诊断仪的使用与维护	(88)
8.1 准备阶段.....	(88)
8.2 经颅多普勒诊断仪的操作.....	(88)
8.3 经颅多普勒诊断仪的维护.....	(92)
第九章 经颅多普勒检测中常用的临床试验	(94)
9.1 生理试验.....	(94)

9.2 药物试验	(101)
第十章 经颅多普勒检测血管的确认	(103)
10.1 MCA 的确认	(103)
10.2 TICA 的确认	(106)
10.3 ACA 的确认	(107)
10.4 PCA 的确认	(108)
10.5 ACOA 的确认	(109)
10.6 PCOA 的确认	(110)
10.7 OA 的确认	(111)
10.8 CS 的确认	(111)
10.9 BA、VA 和 PICA 的确认	(112)
第十一章 经颅多普勒检测结果分析	(114)
11.1 正常 TCD 的判别	(114)
11.2 检测结果分析及临床评价	(121)
第十二章 TCD 在动物实验中的应用	(127)
12.1 方法学	(127)
12.2 正常频谱和检测参数值	(129)
12.3 TCD 在动物实验中的应用进展	(130)
第十三章 脑动脉硬化	(137)
13.1 病因和发病机理	(137)
13.2 临床表现	(137)
13.3 TCD 表现	(138)
13.4 临床意义和评价	(141)
第十四章 短暂性脑缺血发作	(142)
14.1 病因与发病机理	(142)
14.2 临床表现	(142)
14.3 TCD 表现	(143)
14.4 临床评价	(145)
第十五章 脑梗塞	(147)
15.1 脑血栓形成	(147)
15.2 脑栓塞	(156)
第十六章 蛛网膜下腔出血	(159)
16.1 病因与发病机理	(159)
16.2 临床表现	(159)
16.3 TCD 表现	(160)
16.4 蛛网膜下腔出血的 TCD 诊断	(161)
16.5 TCD 对蛛网膜下腔出血的临床研究	(162)
第十七章 动脉瘤	(164)
17.1 病因及发病机理	(164)

17.2	临床表现	(165)
17.3	TCD 表现	(165)
17.4	脑动脉瘤的 TCD 诊断	(165)
17.5	TCD 对脑动脉瘤的临床研究	(166)
第十八章	动静脉畸形	(167)
18.1	病因及发病机理	(167)
18.2	临床表现	(168)
18.3	TCD 表现	(168)
18.4	脑动静脉畸形的 TCD 诊断	(171)
18.5	TCD 对脑动静脉畸形的临床研究	(171)
第十九章	颅内高压	(174)
19.1	颅内高压的病因	(174)
19.2	颅内压及其生理调节	(174)
19.3	脑内压与脑血流的关系	(175)
19.4	颅内压增高的 TCD 特点	(175)
19.5	临床意义及评价	(179)
第二十章	脑死亡	(180)
20.1	脑死亡标准的建立	(180)
20.2	脑死亡病理过程的多普勒表现	(180)
20.3	交替血流的意义	(181)
20.4	脑死亡的多普勒诊断标准	(183)
20.5	临床意义及评价	(184)
第二十一章	偏头痛	(185)
21.1	病因和发病机理	(185)
21.2	临床表现	(186)
21.3	TCD 表现	(187)
21.4	临床意义和评价	(190)
第二十二章	TCD 在神经外科的应用	(193)
22.1	烟雾病	(193)
22.2	颈内动脉海绵窦瘘	(194)
22.3	颅脑外伤	(196)
22.4	手术中监测	(199)
第二十三章	TCD 在心血管疾病中的应用	(201)
23.1	体外循环	(201)
23.2	高血压病	(202)
23.3	心脑综合征	(204)
23.4	心律失常	(205)
23.5	药物对脑血流的影响	(208)

第二十四章 经颅多普勒在儿科中的应用	(209)
24.1 小儿 TCD 检测的特点	(209)
24.2 新生儿缺血缺氧性脑病.....	(214)
24.3 动脉导管未闭.....	(217)
24.4 偏头痛.....	(217)
24.5 其他应用.....	(218)
24.6 经颅多普勒的儿科应用前景.....	(220)
第二十五章 经颅多普勒在耳鼻喉和眼科中的应用	(221)
25.1 TCD 在眼科中的应用	(221)
25.2 TCD 在耳鼻喉科中的应用	(226)
第二十六章 经颅多普勒在其他疾病诊治中的应用	(234)
26.1 高脂血症与血粘稠度增高.....	(234)
26.2 糖尿病.....	(235)
26.3 Alzheimer 氏病(AD)及多发梗塞性痴呆(MID)	(235)
26.4 直立性低血压.....	(237)
26.5 镰状细胞病.....	(239)
26.6 妊娠高血压综合征.....	(240)
26.7 贫血与真性红细胞增多症.....	(242)
26.8 脑膜炎.....	(243)
26.9 睡眠呼吸暂停综合征.....	(247)
26.10 脑型疟疾	(247)
第二十七章 经颅多普勒的其他相关研究	(248)
27.1 病理状况下的 TCD 相关研究	(248)
27.2 生理状况下的 TCD 相关研究	(251)
参考文献	(256)
附录一 文字编辑	(268)
附录二 例程	(269)
缩略语	(271)

第一章 国内外经颅多普勒应用概况

1.1 回顾与发展

经颅多普勒超声技术 (Transcranial Doppler, TCD) 在医学上的应用是对医疗诊断技术的重大贡献。它的无创伤性、方便、直观已被临床广泛应用并大大促进了脑血管病的研究进程。但从超声波的发现到今天日臻完善的经颅多普勒仪的临床应用却经历了一个多世纪的历程。它凝聚着一个多世纪以来科学家们不懈的努力和艰苦的探索。1842年, 39岁的奥地利数学和物理学家克约斯琴·约翰·多普勒 (Christian Johann Doppler; 1803—1853) 首先发现“在连续介质中, 当波源相对于接收体运动时, 接收体所接收到的波的频率发生了变化, 波源与接收体互相接近时, 频率增加; 相反, 两者相背离时则频率减少”, 提出了著名的多普勒效应, 其后 Baysballo 在声学研究中发现了多普勒效应适用于声波并总结出计算频率变化的计算公式, 为多普勒效应在生物医学中的应用奠定了基础。

超声波和声波在本质上是一致的, 都是机械振动在介质中传播所形成的一种机械波, 是机械能的一种表现形式。多普勒超声诊断技术是利用超声能量在血液流动产生的多普勒效应成像来诊断血管病变。多普勒超声应用于临床医学始自于1956年, 日本学者里村茂夫和仁村大治等人用多普勒超声技术研究心脏的血流。1961年美国学者 Rushmer, Frankin, Barker 等用超声多普勒频移技术探测血流。1965年 Kata 和 Miyazaki 用多普勒超声检测了脑血管颅外段的血流速度和血流搏动曲线。这些早期的研究, 为多普勒超声技术的进一步发展奠定了初步的基础。1969年瑞典学者应用世界上第一台连续式多普勒超声仪 (Doptone), 首次记录到正常二尖瓣和二尖瓣狭窄的血流频谱。连续多普勒对血流速度的测定有一定的意义, 然而它不能确定血流的部位和深度, 仅能在皮肤的浅层区域使用, 临床应用受到很大的限制。1970年脉冲式多普勒的新技术研制成功。脉冲多普勒仪的突出贡献在于它能选择性地探测某一深度的血流方向、性质和速度。1975年, 第一台脉冲式多普勒仪问世, 由于它所使用的探头是5~10MHz, 颅骨可使超声能量严重衰减 (约80%), 无法记录到颅内血管的血流速度, 因而主要用于颅外颈部血管的研究。此后, 不少学者作了多方面的努力来研究不同生理状态下, 如颅内血管瘤、颅脑损伤后颅内高压状态时颈部血管的血流速度变化特点。Kaneko, Muchaidze 和 Volpe 等人试图通过幼儿未闭的囟门来探测颅内血管的血流状况, 但毕竟未能应用于正常颅骨时颅内血管血流速度及状态的测定。

1982年挪威物理学家 Rune Aaslid 巧妙地将脉冲多普勒技术与2MHz的低频发射频率相结合, 使超声声束得以穿透颅骨较薄的部位及颅骨上的天然孔道 (枕骨大孔及眼眶), 直接描记脑底动脉血流的多普勒信号, 从而使测定脑底动脉的血流速度得以实现。

他与德国 EME 公司共同开发出世界上第一台经颅多普勒 (TCD) 仪——TC2—64 型, 开创了无创伤性脑血管疾病诊断技术的新纪元, 标志着多普勒技术新时代的开始。TCD 技术的问世给超声工作者极大的鼓舞和信心。Aaslid 在以后的研究中又采用了 2MHz 低频率的超声发射, 使超声束得以穿过较薄的颅骨部位, 获得脑底大血管内的血流速度, 同时他又设计了脉冲发放的多普勒超声, 结合距离选通技术, 能够在规定的深度使得超声束仅仅发射到该部位的血管上, 因而能够实现定位检测。1985 年 EME 公司生产出 TCD 监护探头, 为心血管医师在手术中提供脑底动脉的重要监控指标。由于电子计算机技术的高度发展, TCD 仪的性能逐步改进, 并逐渐向小型化、多功能和自动化方向发展。不少高分辨率实时智能化多功能的 TCD 诊断仪已相继用于临床。一机多用、兼容性强的优越功能为临床提供了强有力的诊断依据。1986 年推出 TC2—64B 型多频 TCD 仪, 具有 2/4/8MHz 探头, 既可测量颅内血管, 又可测量颅外血管。1987 年推出世界上第一台彩色三维 TCD 仪——Trans—scan, 兼有频谱分析, 彩色三维血管分布图和彩码标识血流变化等功能。1986 年又开发出 TC2000S 型智能化多功能 TCD 仪, 具有频谱分析, 彩码指示血管分布图, 连续血管监护等功能。它具有 2/4/8MHz 三种脉冲频率, 除可检测颅内血管病变外, 4MHz 可对颅外段颈动脉、股动脉、髂动脉等检测, 8MHz 探头还可用于外周浅表血管的检测。同时它还具有智能化、高灵敏度、高分辨率、独特的声学效应及强大的后处理功能。最近以色列 RIMED 公司改进了以前用 DOS 电脑操作系统支持 TCD 工作状态, 推出第五代 INTRA-VIEW 型经颅多普勒。它带有 windows95 微软视窗经颅多普勒操作系统。有 2, 4, 8 和 16MHz 四个探头, 涵盖了各种临床和血管检测领域, 适用于颅内、颅外、周身血管检测及手术中诊断。探测方式有①双向同步检测——可用 2MHz 探头对颅脑两侧血管同时进行检查。②多深度同步检测——实现对某一血管的不同深度同时进行检测。③多频率同步检测——可在 2, 4, 8, 或 16MHz 探头中任选探头组合, 同时检测两根不同的血管。INTRA-VIEW 型 TCD 具有功能强大的软件系统实现血栓的自动检测, 并自动计数颅脑两侧血栓出现的总量; 还有综合评估显示的特点, 能将所有被检测的颅内、外两侧血管频谱可全部显示于一屏, 便于对颅内外血管功能状况作综合评估, 并可利用屏幕上的颅脑内外解剖图作病理标记。INTRA-VIEW 型 TCD 的监护及检测功能可对具有血流速度平均值及峰值趋势曲线的多普勒频谱外加多达 7 种外部模拟量信号输入作连续监护, 尤其适应于手术室及 ICU 病房。另外, 还可提供诸如血管舒缩反应及自动调节检测等多种特殊检测功能。

TCD 技术以获取的颅内动脉血流动力学参数, 来反映脑血管的功能状态, 成为影像诊断技术的重要佐证。TCD 技术问世虽仅十余年, 由于它具有简便、快速、无创伤性、无射线辐射、实用性强等特点, 得以在世界范围内迅速发展。TCD 技术被广泛应用于临床和科研。目前, 有关 TCD 临床应用和科研文献日益增多。

1.2 国外、国内发展状况

自从 1982 年将低频与脉冲超声波技术结合后, 标志着 TCD 技术应用的开始, 自那以后, TCD 仪和 TCD 的应用得到了迅速的发展。从早期的 EME TC2—64 型和 TC2—

64B型多频TCD仪到TC2000和TC2020型及近来以色列推出的INTRA-VIEW型TCD和深圳先科西捷公司推出的AC-2000CV新一代脑血流TCD诊断系统等；从单探头到目前的四探头，TCD仪得到迅速的发展并日臻完善。目前TCD技术已在世界各地广泛应用。TCD发展的早期阶段，国外学者作了大量的研究工作，积累了丰富的资料，促进了TCD的发展。1986年Aaslid和Harders分别撰写了《经颅多普勒检查》及《经颅多普勒超声检查的神经外科应用》两部专著。同年在意大利的罗马召开了第一届国际TCD会议。1988年又在多普勒的故乡奥地利的萨尔茨堡召开了第二届国际TCD会议。现在世界上许多国家和地区都相继成立了有关TCD专业委员会。各种超声学会议或其他专业会议都有大量的TCD论文报告。特别是1994年2月在美国San Diego召开的第八届国际脑血流动力学会议和9月在德国召开的国际脑血流会议上，关于应用TCD的研究报告占80%~90%。目前也有不少动物实验的报告发表。

我国自1987年引进EME公司的TCD诊断仪以来开辟了我国超声医学的应用新领域，并迅速发展壮大。在我国引进了德国EME公司的TC2-64B型，Trans-scan3D型和TC2000S型；以及美国Medasonic公司的Transpect型和CDS型；现在我国也有7家单位从事TCD生产及销售工作。近来，深圳先科西捷公司推出AC-2000CV新一代脑血流TCD诊断系统。AC-2000CV设计先进，具有功能强大的全中文系统和操作系统。其卓越性能表现在：①先进的全中文操作系统，可选用汉语拼音、五笔字型及英文输入法；②全功能型设计，集检测、观察、分析、病例管理和监护于一身的TCD新概念；③高品质的探头及信号接收系统，完成对颅内、面部和颈部血管群，以及肢体外周血管系统的高灵敏无创伤检测；④电影回放与“感兴趣窗口(Interest window)”，回顾分析及血栓检测；⑤超大容量病例存储，更完善的病历管理；⑥最新技术的超大容量、超轻型数字闪光卡记录器实现3通道24~48小时动态心电的全数字保真记录，具有磁带记录器难以匹敌的高精度、极佳频响和近乎零的故障率的动态心电诊断监护系统。

我国应用TCD技术特点是：起步晚、发展快、应用广、成效大。1989年在上海、北京、哈尔滨等城市，先后举办了TCD技术讲习班和学术交流会。目前，全国各大中小城市及部分县、乡等医疗、教学、科研单位开展了这一技术。在国内各地召开的神经病学、脑血管病学、老年病学、超声医学、医学影像学、生物医学工程学等学术会议上，都有TCD技术在临床诊断和科研应用的论文报道。近年来，在国内各级医学杂志上发表了一批有关TCD技术应用的学术论文。1991年徐绍彦、陈保健、张聿武等编著的《经颅多普勒超声与临床》一书问世，1993年张雄伟等编著的《临床经颅多普勒超声学》和顾慎为编著的《经颅多普勒检测与临床》，以及1995年焦明德主编的《实用经颅多普勒超声学》和杨波等编写的《经颅多普勒超声应用和实践》等有关书籍出版发行，特别是1993年4月在南京召开了全国首届TCD学术会议，标志着我国TCD技术开始走向成熟发展阶段。来自全国27省市的222名代表出席了会议，宣读了262篇论文，总结了6年来TCD技术在国内应用的成果，明确了今后的努力方向；会议期间选举了中国超声医学工程学会颅脑诊断委员会，它将领导和推动TCD事业的发展，并开展国际间的学术交流活动。1994年10月7—10日在青岛召开了全国第二届TCD学术会议。这次会议论文的质量较上届有明显的提高。除临床应用论文外，还有一些科研性论文，内容主要包括：TCD

对脑中风的研究；对头痛的研究；对脑代谢及脑血流的综合研究；在外科领域的应用；在心血管与糖尿病中的应用；对脑供血不足的临床应用及在其他方面的应用。随着 TCD 仪不断的改进，功能不断的完善，在国内逐渐形成了一支 TCD 专业技术队伍，一批中青年专家脱颖而出，他们不仅作了大量的临床诊断工作，而且作了许多创新工作，例如，颅内压与脑血流速度间的定量关系的研究；实验性蛛网膜下腔出血后脑血管痉挛的观察；局部脑血流量的变化与经颅多普勒的相关研究及频谱图像分析等创新性工作的开拓。

1.3 TCD 的应用范围

TCD 是一门全新的技术，对临床科研的应用方面必然有一个探索、认识、总结、完善、发展的过程。TCD 主要应用于颅内血流动力学检查，临床上根据 TCD 提供的血流动力学参数来判断脑血管的功能状态，为脑血管疾病提供诊断依据。目前，TCD 技术的主要应用范围有：

1. 临床诊断和研究

(1) 判断脑血管狭窄和闭塞的范围和程度以及盗血或供血不足。

(2) 动脉瘤及动静脉畸形，特别是对动静脉畸形患者的手术或导管介入方法的前后评价，预后判断有较高价值，以及定位诊断及动静脉畸形的病理研究有一定意义。

(3) 诊断及监测脑血管痉挛，大部分报道是对蛛网膜下腔出血和动脉瘤破裂后的血管痉挛的诊断，认为 TCD 对脑血管痉挛的诊断比脑血管造影更具有优越性，如无创伤、方便、快捷、易重复性及可床边进行等，尤其是对大脑中动脉痉挛的诊断率更高。

(4) 异常侧支血流的检测。

(5) 手术后及放射治疗前后的评价和随访。

(6) 诊断脑动脉硬化症，判定病变部位和程度，林清云等人对于 300 例脑动脉硬化的患者做 TCD 分析认为 TCD 能为脑动脉硬化提供客观的诊断依据。

(7) 脑血流动力学的研究。

2. 监测和机能评价

(1) Willis 环侧支循环功能的评价；颈内动脉内膜剥脱术前钳夹效应的评价；阻塞疗法（栓塞，气球阻塞等）的术前评价；各种闭塞性疾患治疗措施前的估计。

(2) 脑血管外科及搭桥手术前、后的评价。

(3) 颅内压增高的监测和评价。

(4) 病变区脑侧支循环建立的评价。

(5) 研究线粒体脑肌病的脑血管 CO_2 反应性。

(6) 偏头痛、眩晕、颈椎病、大动脉炎、神经性耳聋以及药物治疗时脑血流动力学的监测和评价。

(7) 栓子的监测和评价。

(8) 脑死亡的评价。

第二章 TCD 技术与其他颅脑检查技术的应用和评价

TCD 技术是一种崭新的超声技术,实践证明它是神经血管学领域的一种实用技术,不论是用于临床诊断,还是用于科学研究,都有相当高的实用价值和广阔的开拓领域。它可以为数字减影(DSA)、CT、磁共振成像(MRI)、正电子发射型计算机断层术(PECT)、单光子发射型计算机断层术(SPECT)、血小板闪烁扫描术(PSC)、局部脑血流地形图(regional cerebral blood flow mapping, rCBF Mapping)等现代影像技术,提供脑血管血流动力学参数,成为影像诊断重要佐证,两者相辅相成,并驾齐驱。特别是 TCD 技术具有设备简单、操作容易、无创伤、无射线辐射、重复性好、可重复检测、床边检测和手术中监护等特点,是其他检测技术所不及的。

当然, TCD 技术也不是完美无缺的,由于它问世时间短,还有许多问题需要进一步研究和完善。如:

- (1) 对操作员的检查技术要求很高,必须具备相当水平者方可胜任。
- (2) 对骨化程度较高的颅骨,超声波严重衰减或超声波发射功率较弱,因而可能得不到某些血管的 TCD 信号。
- (3) 各项测量参数的临床意义和应用价值,尚未完全统一认识。
- (4) 如何应用流速估测局脑血流量。
- (5) 应用 TCD 准确测量脑底动脉腔口径。
- (6) TCD 与电生理检查的结合(如 EEG、SEP 等)。
- (7) 实现全机自动化,探头由电机驱动,自由选取采样点,自动绘出脑血管图像。
- (8) TCD 的空间实验方案。

因此,正确认识和使用 TCD 与其他影像学检查,使它们之间有机地结合起来,更好地为临床服务、为病人服务,这对临床医生来说是非常必要的。

1. 电子计算机 X 线断层扫描(CT)是 Hounsfield 于 1969 年首先设计的由 Ambrose 应用于临床,1972 年在英国放射学会的学术会上公布,1973 年在英国放射学杂志上发表的。这项检查技术是 X 线束从多个方向沿身体某一选定断层面进行照射,测定透过的 X 线量,数字化后经过计算得出该层层面组织各个单位容积的吸收系数,然后重建图像的检查方法。CT 对组织的密度分辨率比普通 X 线照片高 100 倍,高分辨率 CT 可显示直径 5mm 以内的小病灶。在图像上,脑灰质、白质、脑室、脑池等对比清晰,颅内病变如脑出血、脑梗塞、占位性病变、脑水肿、脑萎缩等很多都能显示清晰、定位准确。用造影剂使组织密度增强,根据不同病变被造影剂强化的程度不同,与造影前的普通扫描(平扫)对比分析,可提高 CT 对颅内病变的正确诊断率。用造影剂为 76%泛影葡胺 60~100mL,或优维显经肘静脉一次注入,15~20 分钟内扫描。对碘过敏者不宜做造影增强检查。

适用于 CT 检查的脑部疾病有：脑出血、脑梗塞、蛛网膜下腔出血、脑肿瘤、脑囊虫、颅脑外伤、脑萎缩。

适用于 CT 检查的脊髓疾病有：椎内肿瘤、脊髓空洞症、椎间盘脱出、脊椎外伤、椎管狭窄。

CT 检查能为这些疾病提供较为清晰的影像学佐证，但不能提供这些疾病的血流动力学特征以及局部代谢状况，而 TCD 正好能补充它的不足。

2. 动态 CT (Dynamic CT, DCT) 是一种由 CT 扩展的检查方法，即快速向血管内注射造影剂后，对检查区域内所选的层面进行一系列的连续扫描，测定兴趣区 (ROI) 的 CT 值，画出时间—密度曲线 (Time-density Curve)，以观察靶区的生理和病理变化。对于肿瘤的定性和鉴别诊断、对于了解脑动静脉畸形、脑动脉瘤以及脑动脉闭塞性疾病的血液动力学情况均很有价值。动态 CT 扫描这种检查方法的应用，扩大了 CT 检查的范围和研究领域。在进行动态 CT 前要先做平扫定位。以 OM 线为基线行常规扫描，选择好显示病变的最佳层面，输入编制好的动态程序。造影剂可用 76% Urografin 40mL 或 60% Conray 60mL，经自动注射器或手推注射器快速注入静脉，进药速度不低于 8mL/s。注药开始后第 5 秒开始第一次扫描，继而按动态程序进行动态 CT 检查。扫描完毕后，对所获得一系列的图像进行处理。分别对正常脑组织、大血管及病变实质在统一的窗宽和窗位条件下选取兴趣区 (ROI) 并测定其 CT 值。对所测得的数据资料，以时间值为 X 轴、CT 值为 Y 轴作图，按顺序连接各点就可得到其时间-密度曲线。时间-密度曲线反映了造影剂被注射后，靶区密度 (CT 值) 随时间迁移而发生的动态变化。臂-脑循环时间为 8 秒。注射造影剂后 5 秒进行第一次扫描的图像为增强前图像，可以此作为基线来观察靶区的强化及演变过程。正常脑质之动态曲线幅度低、变化小，较为平坦。正常大血管动态曲线在注药后快速上升，到达峰值后迅速下降，呈高耸陡峭的尖峰状，显示出密度速度骤降的曲线。时间-密度曲线以峰值为界分为峰值前的密度上升阶段即着色阶段，以及峰值后的密度下降阶段即廓清阶段。着色阶段是在静脉内快速注射造影剂后，碘剂随血液循环被送入脑，使靶区密度升高形成的。此阶段曲线上升的斜率和峰值的高度直接反映出靶区血流灌注和血管分布情况。廓清阶段反映出血液中造影剂团流过后 ROI 的密度变化，其主要取决于组织内残留碘量的多少，可提示组织内毛细血管壁血脑屏障的形成和破坏程度。

动态 CT 是通过对病变强化过程的动态观察，了解病变组织的血供及血管分布并做出评价。对于常规 CT 检查可以明确诊断的病变，动态 CT 可以提供更多的病理信息。如对脑肿瘤的定性诊断、血液供应、瘤体及血管的关系、手术治疗方案的制定或施行介入性治疗等均有帮助。对脑动脉瘤和血管畸形以及与肿瘤的鉴别诊断、闭塞性血管病的血液动力学评价等亦有价值。

动态 CT 主要应用于脑肿瘤如脑膜瘤、听神经瘤、垂体瘤、转移瘤、星形细胞瘤和血管性病变如脑动脉瘤、动静脉畸形等。

3. 脑血管 CT (cerebral computed angiography, angio-CT) 是在第三代或第四代 CT 机上进行，选用较少的碘造影剂，采用动态扫描与自动进床程序获得脑血管图像的方法。

检查方法

(1) 扫描体位：选取轴状位和改良冠状位。轴状位：常用于检查 willis 环处动脉瘤及鞍区占位性病变与血管的关系。报描时选鞍上池区域。改良冠状位：常用于显示颈内动脉床突上段、大脑中动脉大部分以及基底池、基底节区的血管结构，多与轴状位联合使用，其扫描层面与听眦线成 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 角。

(2) 扫描方式：①重叠扫描：指进床距离小于层厚，当层厚为 10.0mm 时，进床距离为 5.0mm，适用于检查较小的病变。特点是检查范围小、图像清楚、扫描时间短。②层面厚度与进床距离一致，其检查范围广，而不易遗漏病变，对于动静脉畸形、肿瘤、慢性硬膜下血肿等显示较好。缺点是扫描时间相对较长，血管显示效果和小病变的检出能力较差。③重复扫描：一次注入造影剂后，对选定区重复扫两次，层厚及进床距离可根据需要选择，可以显示血管与肿瘤等病变的不同强化时间和程度及其相互关系。

(3) 强化方法：也与普通 CT 增强扫描相似，采用静脉注射碘造影剂法来显示血管结构及病变。一次静脉注射法也称造影剂团注法 (Bolus injection)，普通 CT 增强扫描多常用这种方法，而脑血管 CT 是在第三代或第四代 CT 机上进行，选用较少的碘造影剂，采用动态扫描与自动进床程序即能获得满意的脑血管图像。这种检查使造影剂用量明显减少，检查迅速，操作简单。

脑血管 CT 的特点在于造影剂用量小，对脑血管显影清楚。

脑血管 CT 主要应用于：脑动脉瘤、脑动静脉畸形、Moya-Moya 病及其他病变，如脑血管闭塞和狭窄、等密度硬膜下血肿。对颅内肿瘤的诊断亦很有价值。

4. 磁共振成像 (Magnetic Resonance Imaging, MRI) 技术是近 10 多年来随着计算机技术、电子技术、图像重建理论及超导技术的飞速发展而出现的一种生物磁学核自旋成像技术。为了使之与应用放射性元素的核医学技术相区别，突出这一检查技术不产生电离辐射的优点而被建议使用 MRI 这一术语。当这种获得人体空间信息的新技术出现在医学影像的领域时，就受到医学界的高度重视，被认为是医学诊断图像技术中最引人注目的新成就。40 年代人们发现在外加磁场作用下，正在旋进的某些原子核（如氢原子核）会发出一频率的无线电波，当用适当的射频电波从与主磁场垂直的方向上对旋进的原子核进行激励，可使旋进角增大；而在激励信号被截断后，原子核又逐渐恢复到原来的位置并发射出与激励波频率相同的射频信号，这一现象称为核磁共振现象。70 年代开始在医学上应用。核磁共振的理论用于临床，其基本原理是用磁场来标定人体某层面的空间位置，然后用射频脉冲序列照射，当被激发的核在弛豫过程中自动恢复到静态场的平衡状态时，由稳定的低能态跃进到不稳定的高能态，把吸收的能量发射出来，此即核磁共振。然后利用一个线圈来检测这种信号。由于这种技术具有深入物质内部、不破坏样品的优点，使我们能够利用对信号进行空间编码的方法来确定受检体中待测核空间分布及原子核在射频脉冲停止后逐渐回复到它原先进动状态的过程即磁场信号逐渐衰减过程（称弛豫过程）。其中由于主磁场作用，核旋体沿主磁场方向纵向恢复至原先取向的过程称纵向弛豫（以时间常数 T_1 表示）；而由于核旋体之间相互作用导致横向磁场逐渐衰减的过程称横向弛豫（以 T_2 表示）。MRI 即是借助接收器探测人体组织内蕴藏量最丰富的氢原子，在磁共振过程中所发出的电磁波信号，从而测出其氢原子的浓度 (P) 及其弛

豫时间 (T_1 , T_2), 作为成像的参数, 通过电子计算机运算和处理, 如同 CT 一样进行图像重建; 通过波谱分析, 还可了解组织器官及病变组织的代谢功能、生理和生化信息。它与传统的医学成像方法截然不同。

MRI 在神经科临床的应用: 各种颅脑肿瘤、脑血管疾病、脱髓鞘疾病、颅内感染性疾病、先天性和遗传性疾病、脑外伤、脊柱和脊髓疾病、骨髓肌肉系统疾病。

MRI 的优点是无辐射损伤, 无气体和骨性伪影, 成像参数多可对不同组织结构借助不同脉冲序列增强其对比系数, 借助流动效应观察血液的流动的瞬间情况, 并可任意取得冠状或矢状面的切层图像, 但其空间分辨率不如 CT, 扫描时间长, 且造价高, 也不可观察颅内血流的动态情况及局部血供状况。

5. 数字减影脑血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 是电子计算机技术与常规血管造影技术相结合而发展起来的一项新的血管造影技术。1981 年在比利时布鲁塞尔第 15 届国际放射学学术会议上首次公布, 被认为是继 CT 技术之后放射学诊断上的重大进展。其原理是将注入造影剂前后的二次组织图像采集并转换成数字信号输入计算机进行复杂的数据处理, 减除了相同结构的图像, 得到的是注入造影剂的血管影像。它广泛用于头、颈、胸、腹、心脏及四肢等血管造影检查, 其中在神经系统疾病应用上更为广泛, 它除具有无颅骨阴影干扰使血管影像显示极为清晰外, 还具有实时显像而不必像常规血管造影那样等待洗片, 并能借助多通道影像增强器进行电视录像、电影摄影和拍片, 可获得连续的动脉血管充盈、动静脉毛细血管、静脉和静脉窦充盈及廓清的全过程血管造影图像, 有利于观察血流动力形态学改变, 为诊断提供更为丰富的病理信息。其缺点是造影剂用量较大, 对细小血管病变显示欠清楚。

DSA 在脑部疾病中可用于动脉瘤、脑血管畸形、颅内动静脉瘘、动脉狭窄、闭塞性脑血管病、颅内血肿、脑动脉硬化、颅内肿瘤的诊断及脊髓的血管疾病检查。

6. 单光子发射型计算机断层扫描 (single photon emission computed tomography, SPECT) 是将单光子核素标记化合物注入人体内, 以形成体内感兴趣区 (ROI) 组织或器官中按某种规律分布的放射源, 通过探测器进行跟踪测定, 将正常和病变组织吸收和浓集放射性核素的差异, 经计算机进行数据处理而重建图像的一种核医学技术。SPECT 在早期诊断脑血液循环功能障碍时有重要价值。SPECT 以探测注入人体内放射性核素浓度变化为依据, 将正常或病变脑组织从形态学上加以区别, 更有意义的是它能反映局部脑血流量的变化。所以, SPECT 作为一种先进的脑血流显像仪在诊断神经系统疾病中具有特殊意义, 但它仍不能替代 TCD 来观察颅内血流的动态变化过程。

SPECT 主要临床应用于脑卒中、脑肿瘤、脑底异常血管网形成、脑动脉瘤和动静脉畸形、偏头痛、癫痫, 以及其他如外伤后的颅内血肿、硬膜下血肿均可发现异常改变。对于痴呆性疾病, 多发性脑梗塞痴呆正常压力脑积水等能进行鉴别诊断。

7. 正电发射型计算机断层扫描 (positron emission computed tomography, PET 或 PEECT) 是通过探测注入或吸入到人体内的放射性核素在衰变过程中产生的湮灭辐射而实现断层成像的一种新的核医学诊断技术, 被认为是核医学发展进程中的里程碑, 其性能大大优于 SPECT。由于它需要配备回旋加速器用以产生超短半衰期同位素, 设备费用十分昂贵, 在国外也仅限于发达国家的较大科研中心才使用。其基本放射核素衰变而产

生正电子 (positron), 它带有与普通电子 (electron) 相反的正电荷。正电子可以通过电离或激发过程与周围组织媒介的分子、原子相互作用而消耗其本身的能量。正电子寿命很短, 在人体内射程仅为数毫米。当其穿行这极短路径后, 能量即减少至几个电子伏特甚至丧失动能。因此, 很容易被周围的自由电子(负电子)所俘获而湮灭。电子对湮灭的粒子则放出两个能量均为 511keV 的湮灭光子 (photon), 并且沿相反方向离开湮灭点。利用正负电子撞击产生的两个高能湮灭光子束能量相等、方向相反的特性, 可以进行湮灭符合测定。PET 装置的两个闪烁探头放在机体两侧的相对位置, 其间联接于符合线路, 这种设计保证了只有当两个探头都接收到湮灭光子时才有信号发生。在两探头间与探头横截面相等的圆柱体空间为湮灭光子中有一个穿行敏感区外时, 均被两探头和符合线路删除, 称为无效辐射。PET 与 SPECT 不同, 它不需铅准直器对放射源(即衰变核)进行定位, 而是通过测定两探头间组织中湮灭光子的起点而推知放射源的位置。此定位方式起到了光子准直作用。因为起点与正电子的初始位置(放射源)的距离仅为几毫米。PET 用于脑功能检查主要有局部脑血容量、局部脑血流量、局部脑葡萄糖代谢和局部脑氧代谢。虽然 PET 描绘了人体内一个或多个组织内放射性同位素的浓度分布, 反映的是生理、生化过程, 显示的是功能代谢图像, 但仍不可代替 TCD 对颅内血管观察方法的简单、方便、费用低廉等优点。

PET 除了对中风、癫痫、肿瘤、痴呆、震颤麻痹、变性疾病和精神疾病等外, 还可为受体功能、氨基酸代谢、血脑屏障、神经递质、中医经络学说理论的研究以及镇静药、安眠药、抗癫痫药、抗精神病药等临床神经药理学研究工作开辟新路。

8. 颅脑超声波 (cerebral ultrasonography, CUS) 是利用超声波对颅脑进行检查, 亦称为脑回声图。此方法操作简便、迅速, 对病人无痛苦、无损害, 诊断的可靠性很高。

声波是一种弹性介质的机械振动。声波的频率高于 20 000Hz 时人耳不能听到, 此为超声波。颅脑超声波检查所用的仪器为脉冲反射式, 包括: ①探头(装有晶体), 其功能为发射与接收脉冲超声波; ②放大系统, 将接受到的回声放大; ③显示系统, 以阴极射线示波管显示检查结果。其工作原理是应用电能振动晶体, 产生超声波, 超声波在传导介质中传播遇到声阻(密度 \times 声速)不同的介质的临界面时, 有部分声能反射回(回声), 反射波由晶体接受, 并转为电能, 经过放大, 最后显示在示波管屏幕上。

近年来, 超声成像技术发展很快, 已有很多类型超声扫描仪用于临床, 如 A 型、B 型、P 型、BP 型、C 型、M 型等。其中与颅脑疾病诊断有关的为 A 型、B 型。

A 型超声: 是利用波幅来表示的一维图像诊断仪。反射回来的超声波脉冲, 在示波屏上显示为一个尖波(其振幅代表能量), A 型仪器的使用条件是频率 2.5MHz, 输出为 10, 增益为 10, 抑制为 0。检查时若底波或中线波不出现, 可改用频率为 1.25MHz, 增益与抑制适当调节。颅骨外超声探测采用的方法有颞部探测及前额部探测。当一侧在脑半球占位性病变引起脑组织移位时, 可出现脑中线偏移。因其性能差, 只有在较大病灶时才显示异常, 故临床已很少应用。

B 型超声: 为断层扫描, 用光亮点强弱来表示的二维图像。可用于颈部大血管病变, 如颈动脉狭窄或闭塞的诊断。也可用于颅内占位性病变的实时显示, 手术过程中对位置较深、体积较小的病变的定位有其优越性。