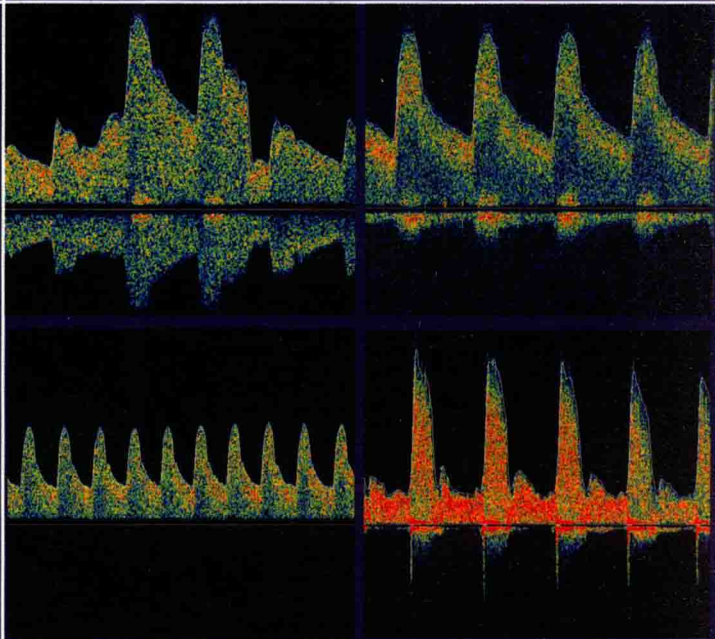


# 简明 经颅多普勒超声诊断

Clinical Application of TCD

主编 赵洪芹 李 宏



人民卫生出版社



| 可 可 |

# 经颅多普勒超声诊断

## Clinical Application of TCD

主 编 赵洪芹 李 宏

副主编 李展秀

审 阅 潘旭东

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 琨(青岛大学附属医院)

王 伟(青岛大学附属医院)

吕敬雷(青岛大学附属医院)

伊 帅(青岛市第八人民医院)

李 宏(青岛大学附属医院)

李展秀(青岛大学附属医院)

郑雪平(青岛大学附属医院)

赵洪芹(青岛大学附属医院)

胡 松(青岛大学附属医院)

聂淑敏(青岛大学附属医院)

高 翔(青岛大学附属医院)

韩世晓(即墨市龙泉卫生院)

人民卫生出版社

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

简明经颅多普勒超声诊断 / 赵洪芹, 李宏主编. —北京:  
人民卫生出版社, 2014

ISBN 978-7-117-19698-7

I. ①简… II. ①赵… ②李… III. ①多普勒诊断仪 -  
脑超声波检查 IV. ①R651.104

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 195024 号

人卫社官网	<a href="http://www.pmph.com">www.pmph.com</a>	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	<a href="http://www.ipmph.com">www.ipmph.com</a>	医学考试辅导, 医学数 据库服务, 医学教育 资源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

## 简明经颅多普勒超声诊断

主 编: 赵洪芹 李 宏

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787 × 1092 1/32 印张: 6.5

字 数: 135 千字

版 次: 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-19698-7/R · 19699

定 价: 45.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: [WQ@pmph.com](mailto:WQ@pmph.com)

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

# 前 言

经颅多普勒超声(TCD)从20世纪90年代在我国开始应用,到现在已经走过二十几个春秋,这二十几年走过的是一条探索并不断发展、完善的道路,从开始简单的血流速度增快及减慢的描述,到现在根据血流动力学改变诊断颅内、外血管的狭窄、评价侧支循环、微栓子检测与卒中危险性评估、脑血管支架置入术及颈动脉内膜剥脱术中脑血流检测、危重病患者脑血流改变的检测与预后评价等,TCD在医学领域的应用越来越广泛。

有人说现在有了更高级的检查手段,可以替代TCD了。其实不然,尽管现在拥有了磁共振血管造影(MRA)、CT血管造影(CTA),这些检查手段虽然能直观显示血管的解剖结构,但不能对血管内的血流动力学进行实时监测,有时还有夸大血管狭窄程度的可能。脑血管造影(DSA)是目前脑血管检查的“金标准”,可以实时检测血流动力学的改变,但由于是一种有创伤性检查手段且价格昂贵,不能用于临床一线筛选。TCD检查技术具有无创伤性及检查结果可重复性的特点,目前已经成为脑血管病的一线筛查手段。

TCD的临床应用目前已经得到了业内人士充分的认可,TCD诊断技术也非常成熟。但仍有一些医疗单位,由于对TCD知识的匮乏,TCD技术被乱用的现象依然存在;甚

至一些三级甲等医院的神经科医师,也对 TCD 的诊断缺乏了解,只看结果,不会分析数据的现象依然存在。这些医师需要进行 TCD 知识的培训,但目前有关 TCD 培训教材较少。本书就是为 TCD 的初学者,包括神经科医师、研究生及进修医师而编写的。

笔者于 2002 年到首都医科大学宣武医院师从华扬教授学习 TCD 技术,老师的言传身教及严谨的治学态度深深的影响着我。在学习的过程中一直期盼有一本 TCD 方面的教材。后来华扬教授的《实用颈动脉与颅脑血管超声诊断学》及高山教授的《经颅多普勒超声(TCD)的诊断技术与临床应用》相继面世,才使广大临床医师在 TCD 方面的学习变得容易。这两本著作内容全面、系统,但由于内容多、信息量大,初学者想在短期内掌握 TCD 知识存在困难;因此,笔者便有了为神经内科医师编写一本更加简明的 TCD 书籍的打算。笔者完成进修学习后的 10 余年一直不断的继续学习,积攒临床病例,学习并整理文献资料,时至今日终于完成了本书的编撰。

在本书编写过程中得到了我院 TCD 室多位医师真诚的帮助,在此一并表示感谢!同时,还要特别感谢我的启蒙老师华扬教授及导师潘旭东教授多年来给予我的帮助与支持!

由于本人学识水平有限,书中的缺点与错误之处在所难免,恳请前辈、同道和广大读者批评指正,以便日后修改、完善。

赵洪芹

2014 年 6 月

---

# 目 录

---

## 上篇 TCD 应用基础

第一章 脑血管解剖学基础	2
第一节 脑动脉供血系统	2
第二节 脑动脉系统的侧支循环	7
第三节 脑血管变异	9
第二章 经颅多普勒超声的原理	13
第一节 TCD 检测的基本原理	13
第二节 描述脑血流的参数及其临床意义	15
第三节 操作过程中需要调整的参数及其临床意义	22
第三章 TCD 检测方法及颅内血管的识别	25
第一节 TCD 检测脑血流的部位——声窗	25
第二节 TCD 检测脑血管的方法及识别	29
第三节 压颈试验在脑血流检测过程中的作用	47
第四章 TCD 检测结果的分析	48
第一节 正常多普勒频谱分析及其临床意义	48
第二节 异常多普勒频谱分析及其临床意义	50
第五章 颅内动脉狭窄或闭塞的 TCD 诊断	58
第一节 颅内动脉狭窄的病因及临床表现	58

第二节	颅内动脉狭窄的 TCD 诊断	58
第三节	颅内血管狭窄的鉴别诊断	68
第四节	颅内动脉闭塞的 TCD 诊断	71
第六章	颈内动脉狭窄或闭塞的 TCD 诊断	75
第一节	颈内动脉狭窄常见病因及临床表现	75
第二节	颈内动脉狭窄或闭塞的 TCD 诊断	79
第三节	颈动脉狭窄的治疗	95
第七章	锁骨下动脉盗血综合征的 TCD 诊断	98

## 下篇 TCD 临床应用

第八章	脑血流微栓子监测	114
第九章	脑底异常血管网病	126
第十章	脑动静脉畸形	137
第十一章	大动脉炎	147
第十二章	卵圆孔未闭	163
第十三章	TCD 与脑血管反应性	172
第十四章	脑死亡	176
第十五章	超声助溶与脑血管病治疗的基础研究	183
参考文献		193
常用缩写词语		200

## 上 篇

# TCD 应用基础



# 第一章

## 脑血管解剖学基础

脑部的供血动脉起自主动脉弓,弓上有三个主要的分支,自右到左分别为头臂干、左侧颈总动脉(common carotid artery, CCA)及左锁骨下动脉,头臂干由主动脉弓发出后再分出右侧的锁骨下动脉及右侧 CCA;双侧 CCA 走行于胸锁乳突肌的内缘,在甲状软骨上缘处分为颈内动脉与颈外动脉。双侧椎动脉起自锁骨下动脉。

### 第一节 脑动脉供血系统

脑部的血液供应主要来自两个系统,即颈内动脉系统和椎-基底动脉系统。颈内动脉系统又称为前循环,主要负责大脑半球前 3/5,包括额叶、顶叶、颞叶大部、基底节区及内囊的血供。椎-基底动脉系统又称为后循环,负责大脑半球后 2/5,包括枕叶、脑干、小脑、丘脑、颞叶内侧和下部的血供。

#### 一、颈内动脉系统

颈内动脉(internal carotid artery, ICA)向后外侧上行,颈外动脉向后内侧上行,颈内动脉分为颅外段和颅内段,颅

外段无任何分支,起始部梭形膨大为颈动脉球部。

颈内动脉进入颞骨岩部的颈动脉管外口,沿颈动脉管向前向内侧走行,此段动脉为硬脑膜所包围,最后颈内动脉出颈动脉管至破裂孔,进入颅腔,在后床突处穿入海绵窦,为海绵窦的内膜所包围。在前床突附近,颈内动脉重新出海绵窦,穿通硬脑膜而进入蛛网膜下腔,在此处向后急转,形成虹吸部,并发出眼动脉、后交通动脉、脉络膜前动脉、大脑前动脉、大脑中动脉。颈内动脉颅内段(图 1-1、图 1-2)可以分为 5 部分,岩骨段(C5)、海绵窦段(C4)、膝部(C3)、床突上段(C2)、终末段(C1)。海绵窦段(C4)、膝部(C3)、床突上段(C2)合称虹吸部。

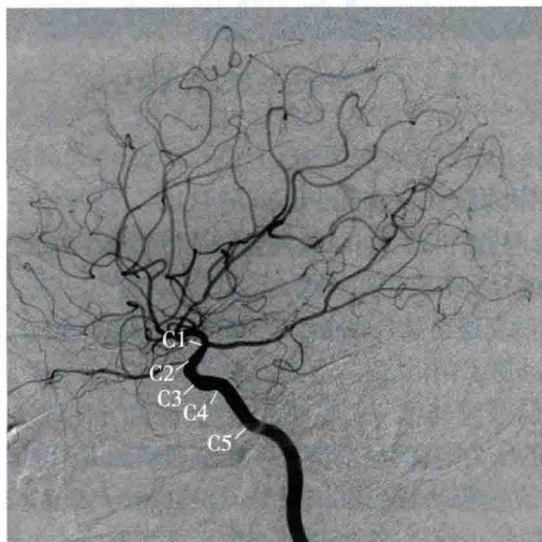


图 1-1 颈内动脉造影侧位像及分段

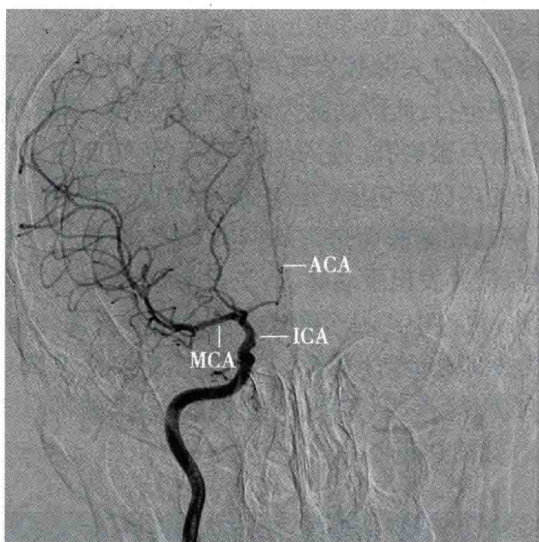


图 1-2 颈内动脉造影正位像及分支

颈内动脉的主要分支有：

1. 眼动脉 (ophthalmic artery, OA) 是由颈动脉虹吸弯发出, 与视神经一起向眼眶方向走行。颈内动脉与颈外动脉通过 OA 实现相互贯通。

2. 后交通动脉 (posterior communicating artery, PcoA) 由颈内动脉 C1 段发出, 连接颈内动脉与大脑后动脉, 沟通颈内动脉系统与椎 - 基底动脉系统, 血流方向取决于两系统之间的压力均衡, 通常情况下后交通动脉不开放。

3. 大脑前动脉 (anterior cerebral artery, ACA) 是颈内动脉的较小终支, 在视交叉上方折入大脑纵裂, 于大脑内侧面延伸, 主要的分支有眶动脉、额极动脉、额叶内侧动脉、

胼周动脉和胼缘动脉等。左、右 ACA 转入正中裂之前在中线处借前交通动脉相连,有时双侧 ACA 由一条主干发出。ACA 的皮质支主要供应大脑半球内侧面前 3/4 和额顶叶背侧面上 1/4 皮质及皮质下白质,深穿支主要供应内囊前肢、尾状核、豆状核的前部和下丘脑。以前交通动脉为界,将 ACA 分为交通前段(A1)和交通后段(A2)。

4. 大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA) 是颈内动脉的直接延续,呈水平位向前外横越前穿质,进入外侧裂,发出多数分支。主要分支有豆纹动脉、额眶动脉、中央沟前动脉、中央沟后动脉、中央沟动脉、顶后动脉、角回动脉和颞后动脉等。MCA 在解剖上分为 4 段:水平段(M1)、脑岛段(M2)、岛盖段(M3)及皮质支(M4)。

自颈内动脉分出后到发出分支之前称为 M1 段。M1 段自 ICA 分叉部起点延伸至侧裂;M2 段始于 MCA 主干转向后上形成膝部处,终于环状沟顶端,包括 6~8 支位于脑岛上方;M3 段起自环状沟顶部,在侧裂向外侧走行,止于侧裂表面;M4 始于侧裂表面, MCA 各分支在皮质表面延伸。MCA 供应大脑半球背外侧面 2/3,包括额叶、顶叶、颞叶和岛叶、内囊的膝部后肢前 2/3、纹状体及尾状核。TCD 只能检测到 MCA 的 M1 段,难以检测 M2 及 M3 段。

## 二、椎 - 基底动脉系统

椎动脉(vertebral artery, VA)自双侧锁骨下动脉发出,向上走行在第 6 颈椎(C<sub>6</sub>)至第 1 颈椎——寰椎(C<sub>1</sub>)的横突孔内,经枕骨大孔入颅,在脑桥腹侧下部双侧椎动脉汇合成基底动脉。主要供应大脑半球后 2/5 部分、丘脑、脑干和小

脑的血液。

椎动脉分为 4 段：

1. 颈段(V1 段) 椎动脉自锁骨下动脉发出向后上走行至入颈 6 横突孔之前。椎动脉起始部是动脉硬化的好发部位。

2. 椎间孔段(V2 段) 椎动脉垂直走行于 C<sub>6</sub> 至 C<sub>3</sub> 之间的颈椎横突孔内,上行并转向外出枢椎,并呈倒“L”字形通过枢椎(C<sub>2</sub>),再通过 C<sub>1</sub> 横突孔上行。颈椎骨质增生或颈部过度旋转可以压迫或损伤椎动脉。

3. 枕段(V3 段) 椎动脉出 C<sub>1</sub> 横突孔之后,止于穿过硬脑膜处。

4. 颅内段(V4 段) 经枕骨大孔入颅后向前内走行在斜坡的下部走向上,在脑桥与延髓交界处或其附近双侧的椎动脉合并形成基底动脉。

椎动脉在颈部发出肌支与脊髓支,肌支供给颈部深部肌肉,脊髓支与其他(如甲状颈干或咽升动脉)动脉吻合供血给脊髓及被膜。椎动脉的颅内分支包括数支,有脑膜动脉、脊髓前动脉、脊髓后动脉及小脑后下动脉(PICA),其中 PICA 是椎动脉的最大分支、变化最多的动脉,供应延髓背外侧、小脑后皮质、小脑扁桃体及齿状核。

基底动脉(basilar artery, BA) 走行在脑桥腹侧正中沟,在脑桥与中脑交界处分为双侧的大脑后动脉(posterior cerebral artery, PCA),92%BA 的终末分支位于脚间池。正常 BA 管径为 3~4mm,平均长 32mm。基底动脉的主要分支有:脑桥支、小脑前下动脉、内听动脉、小脑上动脉及大脑后动脉。PCA 是基底动脉的终末支,其血流多数情况下来

自椎 - 基底动脉系统,但 25%~30% 存在正常变异,PCA 起自颈内动脉,血液来自颈内动脉系统,又称为胚胎型大脑后动脉。以后交通动脉为界,大脑后动脉分为交通前段(P1)和交通后段(P2)。

## 第二节 脑动脉系统的侧支循环

### 一、颈动脉的侧支循环

1. 颈内动脉和颅外动脉的吻合 此种吻合位于眼、耳、鼻区,以眼区更为重要。眼动脉是颈内动脉的分支,它与颈外动脉的分支颞浅动脉、上颌动脉、面动脉的鼻外侧动脉等分支间有广泛的吻合。常见的吻合有眼动脉的鼻背动脉与面动脉的鼻外动脉的吻合;眼动脉的泪腺支与颞浅动脉的额眶动脉的吻合;眼动脉的鼻背动脉与颌内动脉的眶下动脉的吻合。另外,大脑中动脉与上颌动脉的脑膜中动脉吻合。当颈内动脉颅外段发生严重狭窄或闭塞时,颈外动脉通过上述侧支通路向颈内动脉远端供血。

2. 颈部颅外动脉的吻合 一侧或双侧颈外动脉之间有相应的分支进行广泛的吻合。由于这种广泛的吻合,当一侧颈总动脉闭塞时,血流可经过这些吻合支由健侧流入患侧颈外动脉,再由颈外动脉的侧支循环流入颈内动脉,保证了病变侧脑部的供血。

3. 颈外动脉和椎动脉的吻合 颈外动脉与椎动脉在颈部有许多分支,在椎动脉起始端闭塞时,颈外动脉起到强大的代偿作用。其中颈外动脉的分支枕动脉作用最为重要。

## 二、脑动脉的侧支循环

1. 脑底动脉环(Willis 环) 脑底动脉环由成对的大脑前动脉 A1 段、颈内动脉终末段 C1 段、大脑后动脉 P1 段、后交通动脉以及单一的前交通动脉组成(图 1-3)。脑底动脉环为双侧颈内动脉系统之间、颈内动脉系统与椎 - 基底动脉系统之间建立了侧支循环,可代偿颈部一支或多支动脉发生狭窄或闭塞时的血液供应。如一侧颈内动脉起始端闭塞,颅内大脑前动脉、大脑中动脉供血发生障碍,前交通动脉开放,由健侧颈内动脉系统向患侧供血;也可经由后交通动脉由椎 - 基底动脉系统向病变侧颈内动脉系统供血,以上分别称为前交通动脉侧支循环开放与后交通动脉侧支循环开放。因此,在脑动脉发生病变时,颅底 Willis 环发生

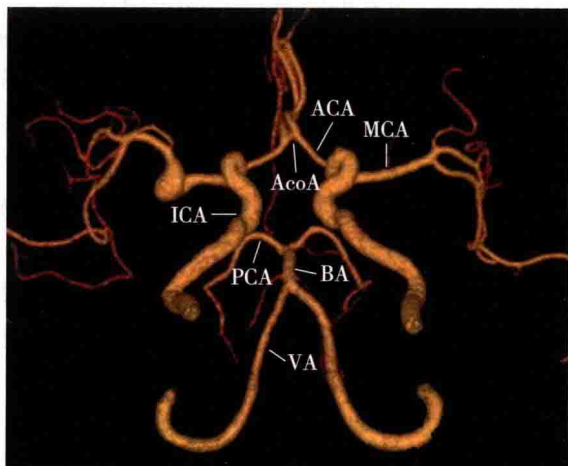


图 1-3 颅脑 CTA 显示完整 Willis 环

强大的代偿作用。

2. 软脑膜动脉的吻合 大脑半球和小脑表面的软脑膜内有丰富的侧支循环。大脑前、中、后动脉在大脑半球表面形成一个软脑膜血管网,能使血液在大脑前、中、后动脉之间建立侧支循环,若某一大脑动脉的分支发生闭塞时,能起某种程度的代偿作用。

很多因素决定了能否建立有效的侧支循环。如果血管闭塞突然发生,侧支循尚未充分建立,很容易发生卒中;如果血管闭塞逐渐产生,有时间建立侧支循环,临床症状可以很轻,甚至无临床症状。

由此可见,大脑的供血系统是极其复杂的,动脉与动脉之间具有广泛的侧支循环,这就保证在一条或几条供血动脉发生病变时,大脑 - 人体最重要的器官能够正常工作,这也可以解释有时一条大的供血动脉发生严重血管狭窄或闭塞时,未发生脑梗死,也可无任何临床症状;但如果由于发育异常,造成侧支循环建立不良,则容易发生严重脑梗死。

### 第三节 脑血管变异

Willis 环是颈内动脉与椎 - 基底动脉系统之间的重要交通,正常情况下组成 Willis 环的各条动脉各司其职,供应各自的供血区域,当某条血管发生狭窄时,Willis 环是良好的侧支循环通道,发挥代偿作用。但是组成 Willis 环的动脉时常会发生变异,典型 Willis 环少见,表现为组成 Willis 环的动脉一处或几处发生形态变异。脑血管的变异与动脉瘤及缺血性脑血管病的发生密切相关,在 TCD 的检测过程



中要很好的区别正常变异与血管病变,判断与脑卒中的关系,具有重要的临床意义。

## 一、前循环变异

解剖标本中 10%~25% 的大脑前动脉 A1 段发育低下或缺如,此时对侧的 ACA 通过一支大的前交通动脉(anterior communicating artery, AcoA)及双侧正常的远段(A2)供血给部分或全部对侧半球 ACA 的供血区。由于一侧大脑前动脉 A1 段发育低下或缺如,当健侧 ACA 急性闭塞,可引起双侧 ACA 分布区脑梗死。

前交通动脉变异有发育低下或缺如,双支、三支甚至多支 AcoA。AcoA 发育低下或缺如,当一侧颈内动脉起始端发生严重狭窄或闭塞时,健侧不能通过 AcoA 向患侧供血,容易发生颈内动脉供血区大面积脑梗死。

## 二、后循环变异

双侧大脑后动脉管径不对称型,此型诊断需排除一侧颈内动脉严重狭窄或闭塞后,患侧大脑后动脉参与代偿,引起代偿性管径增粗。一侧大脑后动脉 P1 段发育低下或缺如,直接由颈内动脉发出大脑后动脉 P2 段,大脑后动脉的血流来自颈内动脉,这种变异称为“胚胎型”或“大脑后动脉胚胎型起源”(图 1-4),有关 PCA 胚胎型起源的发生率报道为 25%~30% 不等。PCA 胚胎型起源,当起源侧颈内动脉(图 1-5A)突然闭塞时,梗死不仅累及颈内动脉供血区梗死,还累及 PCA 供血区,梗死灶明显增大(图 1-5B)。后交通动脉变异有单侧或双侧发育低下或缺如。椎动脉变异多