

临床脑血流图

天津市人民医院

天津师范学院



临床脑血流图

颜宪秋 周明华 王吉广

编 著

石毓澍 教授 审 阅



天津市人民医院

内 容 简 介

本书简述脑血流图学的基本理论，介绍了常见脑血流图的波形种类、变化规律、临床意义、参数指标及其测标方法；重点叙述了正常脑血流图及心、脑血管疾病、大脑肿瘤及职业病等脑血流图表现及诊断要点；简要介绍了血流图仪的线路结构和工作原理。

本书阐述简明，通俗易懂，是脑血流图学的基本知识读物，可供内科、神经科、肿瘤科医师、血流图工作者和有关医务人员临床参考。

前 言

血流图学是医学科学中的一门新兴的专业技术。它对诊断脑、心、肺、肝、肾及肢体等疾疒提供科学根据。脑血流图在脑、心及其它血管疾疒的防治和科研中尤有特殊的诊断价值，亦可做为生理性描记，故可用于老年保健。

当前国内外对血流图学的理论与临床应用发巳很快，但由于血流图仪的规格不一、波型种类、参数指标及诊断标准略有所异，故形响互相交流和学习，至今有关资料甚少，为了进一步使血流图更好地为人民健康服务和适应内科、神经科、肿瘤科医师、血流图工作者及有关人员的需要，本着国内外多数学者的忌见和我们肤浅的体会，在祖国科学的春天里、在我国首届科学大会东风的吹拂下，编写了《临床脑血流图》一书，作为向适国卅周年的献礼。

本书共分九章廿八节，主要介绍脑血流图学的基本理论；常见的脑血流图波型、变化规律、临床应用、参数指标及其测标方法；扼要介绍血流图仪的线路结构及工作尻理。为了便于学习和理解，书中附有图解133幅、表格23幅、主要参数指标推标表4张。

本书是在天津市人民医院党委的指导下完成的。编写中承些天津医学院石毓澍教授审阅。天津市肿瘤研究所周延昌所长、金显宅教授、天津市人民医院张天泽主任、[金家瑞主任、赵子华主治医师，天津市第一中心医院脑系科罗涛主任，天津

医学院二附院内科舒麟荪主治医师的指正，天津市人民医院周祖达同志为本书作了插图，天津师范学院党委对本书的出版给予了极大的关心和支持，并责成该院印刷厂的同志们帮助我们精心地印制，在此一并致谢。

本书的质与形势对我们的要求差距很大。由于我们水平较低，加之编写时间仓促，书中定会存在许多缺点和错误，衷心希望读者提出批评指正。

编 者

1978年1月于天津

目 录

第一章	血管与血流	(1)
第一节	血管的组织学及生理机能	(1)
一、	心动周期及心输出量	(1)
二、	血管的组织学	(1)
三、	血管的生理机能	(4)
第二节	血液循环的调节	(8)
一、	支配心脏血管的传出神经	(8)
二、	调节心脏和血管运动的各级中枢	(10)
三、	血液循环机能的反射性调节	(11)
四、	体液因素对血液循环机能的调节	(13)
第三节	脑血管的解剖及生理特点	(15)
一、	脑血管的解剖特点	(15)
二、	脑血液循环的生理和病理生理	(23)
	(一) 脑血液循环的重要性	(23)
	(二) 影响脑血流的因素	(25)
第二章	血流图的历史简介和基本原理	(29)
第一节	历史简介	(29)
第二节	基本原理	(32)
第三章	脑血流图的描记	(35)
第一节	血流图仪的原理和构造	(35)
一、	仪口的原理	(35)

二、仪口的构造·····	(35)
第二节、脑血流图的检查法·····	(40)
一、电极·····	(40)
二、导联·····	(42)
三、操作·····	(43)
第三节、影响脑血流图描记的因素·····	(45)
一、物理因素·····	(45)
二、生理因素·····	(46)
三、其它因素·····	(49)
第四章、正常脑血流图·····	(53)
第一节 波形形态与各节命名·····	(53)
第二节 参数指标的分析与测标·····	(56)
第三节 参数指标的选择·····	(69)
第四节 波形与参数指标的正常范围·····	(71)
第五章 波形的形成及主要参数指标的生理变化·····	(75)
第一节 波形的形成与生理变化·····	(75)
第二节 主要参数指标的生理变化·····	(82)
第六章 机能与药物实验·····	(90)
第一节 机能与药物实验的种类和方法·····	(90)
第二节 机能与药物实验的临床应用·····	(90)
第七章、常见脑血流图波形形态及意义·····	(94)
第八章 脑血流图的临床应用 ·····	(102)
第一节 脑血管疾病 ·····	(102)
一、脑动脉硬化症 ·····	(102)
二、脑出血 ·····	(105)
三、颅脑外伤和脑压迫 ·····	(107)
四、硬膜下血肿 ·····	(108)

五、脑栓塞和血栓形成	(109)
第二节 大脑肿瘤及肝癌	(111)
第三节 血管性头痛和偏头痛	(117)
第四节 心血管疾疒	(120)
一、高血压	(120)
二、低血压	(124)
三、大血管疾疒	(124)
(一) 颈动脉损害	(124)
(二) 椎动脉损害	(126)
(三) 大动脉炎	(126)
(四) 动脉粥样硬化	(126)
四、心脏疾疒	(126)
(一) 冠心病	(126)
(二) 风心病	(128)
(三) 先天性心脏病	(128)
第五节 休克	(128)
第六节 职业疾疒	(130)
一、二硫化碳	(130)
二、笨、锰和铅	(131)
三、高频电磁场	(131)
四、振动疾疒	(132)
五、缩丁醛	(132)
第七节 其他应用	(133)
一、观察脑血液动力学改变	(133)
二、观察治疗效果	(135)
三、观察药物的疗效及其作用	(137)

第九章	脑血流图检查的申请、阅读分析、诊断报告及保存	
		(139)
第一节	申请	(139)
第二节	阅读分析	(144)
第三节	诊断及报告	(146)
第四节	保存	(148)
附 录		(150)
一、	十七种典型波形形印	(150)
二、	24例临床病历形印	(154)
三、	主要参数指标推标表	(173)
	(一) 波幅推标表	
	(二) 波幅差推标表	
	(三) 转折高比值、阻力指数推标表	
	(四) 流入容积速度推标表	
四、	表 6 国内各省市医疗单位脑血流图正常范围	
五、	表23机能、葯物试验报告单	

第一章 血管与血流

第一节 血管的组织学及生理机能

一、心动周期及心输出量

循环系统是机体的一部分，其机能活动情况时刻随着机体活动情况的变化而变化。当机体某一部分活动增加时该部分血流也就增加；反之，在活动较少时其血流也就减少。心脏不断地进行着有节律地舒缩活动，一舒一缩称为一个心动周期，包括心房的收缩和舒张，心室的收缩和舒张这四个过程。从第一次心房收缩到第二次心房收缩所经历的时间为一个心动周期需要的时间，正常人心跳频率每分钟约75次，平均每一个心动周期约需0.8秒，其中心房收缩约0.1秒、心房舒张约0.7秒、心室收缩0.3秒、心室舒张约0.5秒，心房心室共同舒张时间约为0.4秒，当心室收缩开始时心房已经开始舒张，而在心室舒张的末期心房又开始收缩。

心室收缩时所射出的血量称为心输出量，每次心室收缩所射出的血量称为每搏输出量，正常人约50~80毫升。每分钟心脏所射出的血量称为每分输出量，因此，如果已知每搏输出量及心搏频率，则二者之乘积即为每分输出量。左心室和右心室的输出量相等，通常所说的心输出量一般指每分输出量而言。

二、血管的组织学

血管分为动脉、静脉和毛细血管

(一) 动脉：是从心脏向外运送血液的血管，富有弹性，

其管径大小不一，由心脏开始的主动脉口径最大叫大动脉，由主动脉分支成为内脏和四肢的动脉叫中动脉，由中动脉分支成小动脉。大、中、小三种动脉在构造上没有大的差别，是逐渐过渡的，三者之间没有明显的界线。动脉管壁的构造可分为三层即内膜、中膜和外膜。

1、大动脉：包括主动脉、肺动脉、无名动脉和锁骨下动脉等，它能缓冲每次心搏的压力，并传导这种压力到各动脉中去，又能容纳每次心脏排出的血量，保持较小血管内的血量。大动脉管壁内的主要成分是弹性结构，因此又称大动脉为“弹性型动脉”。内膜：分三层最内层是一层内皮，内皮下层较其它血管为厚，由纤细的胶原纤维、弹性纤维和成纤维细胞构成。最外层是一层弹性膜，由多层弹性纤维密织而成，膜上有许多小孔，所以也叫“窗膜”，膜间有结缔组织纤维和少量平滑肌。中膜：很厚，占管壁的主要部分，为弹性纤维、胶原纤维和平滑肌组成，以弹性纤维为主，形成窗膜，它们分层地环绕在管壁的周围，每层有许多分枝和邻层相联结。人的主动脉约含窗膜50—60层，其间有结缔组织和环形排列的平滑肌。外膜：比较薄，其外弹性膜较为致密和中膜的弹性膜相连续，最外层逐渐为普通的结缔组织，并含有小血管和神经。

2、中动脉：除大动脉外，凡在解剖学上命名的动脉都可以列入中动脉的范围。标准的中动脉有枕动脉、胫动脉、腋动脉、脾动脉和肠系膜动脉等，这类动脉的特点是中膜较厚，内含多量平滑肌，也称肌型动脉，其作用是分布血液到身体各下，借肌层收缩协助血液进入小动脉。内膜：分三层，最内层是一层内皮细胞，内皮下为一层结缔组织，最外层是较厚的波浪形弹性膜。中膜：特别厚，由20—30层环形平滑肌组成，肌细胞间有少量结缔组织和弹性纤维。外膜：较厚，在外膜的内侧和中层

相交界处，有几层不规则波浪状的弹性膜叫外弹性膜，其余大部分是结缔组织，外膜内有营养该动脉的小血管并有神经，在脾动脉和阴茎背动脉等处的外膜可见到纵行的平滑肌纤维束。

3、小动脉：是接近毛细血管的动脉，具有控制血液进入毛细血管的作用，对维持血压有密切的关系，其管壁内膜由两层组织组成，内层是内皮，外层为内弹性膜，是弹性薄膜，小动脉横断面的弹性膜常呈波浪状。中层是由几层环行平滑肌所构成，平滑肌间有弹性纤维，外膜由结缔组织组成。

（二）静脉：是运送血液返回心脏的血管，多与动脉相并行，也分为大、中、小三种，其管壁较同行的动脉为薄，管壁上的平滑肌和弹性纤维较少。静脉管壁可分为内膜、中膜和外膜三层，但是，因为没有清楚的内外弹性膜，所以这三层膜没有显著的界限。

1、大静脉：内膜是一层内皮和薄的内皮下层，也能有一个不完全的内弹性膜，中膜很薄，有时不存在。外膜很发达，占管壁厚度的大部分，为成束的弹性和胶原纤维，纤维束间含有纵行的平滑肌束。

2、中静脉：除单行的皮静脉外，中静脉都和中动脉并行，内膜有一层内皮和薄的内皮下层；中膜有几层环行平滑肌；外膜较厚是结缔组织，内含神经和小血管。

3、小静脉：内膜由一层内皮组成，中膜是很少的环行平滑肌，外膜是结缔组织。

4、静脉瓣：四肢的静脉在其管腔中每隔相当的距离即有成对的半月状的瓣膜，叫静脉瓣，静脉瓣防止血液倒流的结构是由内膜间管腔折叠而成，瓣膜的两面被有内皮，中间含有结缔组织和弹性纤维。

（三）毛细血管：毛细血管的直径有7—10微米，仅能允

许一个红血球通过，它是连接动脉和静脉的细小血管网。毛细血管壁是由一层内皮细胞构成，外周有少许网状纤维包绕，内皮细胞呈扁平形，边缘成锯齿状，细胞的长轴和毛细血管的长轴平行，细胞有伸缩性。此外在其管腔上还有交感神经末梢，以控制毛细血管的收缩和扩张。毛细血管和身体其它组织的细胞接近，血液只能在毛细血管和组织细胞间进行物质交换，交换的动力为扩散、滤过和渗透。

血管的营养血管、淋巴管和神经：极小的血管壁很薄，只有二、三层细胞，通过管腔的血液就可以为本身的营养需用，在直径较大的血管壁内就有小血管，称为“营养血管”，是从邻近的血管来的，主要存于外膜也有进入中膜者，在静脉还可以达到内膜。较大的血管壁上有淋巴间隙，后者也可进入中膜，动脉的三层壁上都有神经纤维，司感觉和支配肌肉之用。

三、血管的生理机能

血管是血液流动的管道，大动脉管壁富于弹性纤维，弹性大，能耐受心脏传来的很高的压力。小动脉管壁主要为平滑肌纤维，具有收缩性，富于收缩和舒张，因此小动脉管的直径能改变，成为血流阻力的主要部位。毛细血管仅由一层内皮细胞构成，具有一定的通透性，为血液与组织间隙之间进行物质交换的场所。毛细血管也略有收缩性，静脉管壁较动脉为薄，弹性纤维不发达，虽然具有少量平滑肌纤维，但收缩性很弱，多数静脉具有向心性开放的瓣膜可阻止血液倒流。

（一）动脉血压：流动的血液对管壁的压力称为“血压”，在动脉管里则称为“动脉血压”。离心脏近的动脉压高，远离心脏的动脉压较低。动脉血压随心脏的收缩与舒张而有升降。心

室收缩时动脉血压所达到的最高值，称为“收缩压”，当心室舒张末期动脉压下降到最低值即称为“舒张压”或称“最低压”，收缩压与舒张压的差数称为“脉搏压”。

动脉血压的形成决定于两个基本因素：一为心脏的收缩活动，这是推动血液前进的动力，具体表现为心脏的每分钟输出量；二为血液流过周围小血管时所发生的阻力，总称外周阻力，这主要决定于小血管，尤其是小动脉的口径，其次决定于血液的粘滞性。心脏动力和血流阻力两方面的相互作用才能使动脉压维持一定高度。除以上两个基本因素外，大动脉管壁的弹性，乃是使血管中保持连续流动不致因心室舒张而发生血流中断的必要条件，并由此而决定了收缩压和舒张压的相对高度。在人体测定血压时，通常采用间接测定法，身体各个部位的血压都不一样，成年人在安静状态下，上臂肱动脉处的收缩压平均为120毫米汞柱、舒张压为80毫米汞柱，脉压差为40（120—80毫米）汞柱。

（二）血流速度与器官的血流量

1、血流速度：平常所测的血流速度系指血流的平均线速度，即血液的某一质粒于单位时间内在血管中流过的平均距离。根据物理学的原理，血液流动的平均线速度（ V ）与单位时间内血流量（ Q ）成正比，而与血液经过的管壁之横断面总面积（ A ）成反比，公式如下： $V \propto \frac{Q}{A}$ 。循环系统中各段血管的口径大小不同，主动脉最粗，横断面面积约2.5平方厘米。人在休息时，主动脉的血流速度约为500毫米/秒。在外周各血管虽然每一血管的口径越来越小，但许多小血管的横断面面积的总和则愈益增大，故小血管中的血流速度愈益减慢。毛细血管的总横断面面积约1700平方厘米，即约为主动脉的700倍，故毛细血

管中血流速度只有0.5—1.0毫米/秒。毛细血管的总百积最大和血流最慢的特点，确是有利于血液与组织间隙的物质交换的。到了静脉愈接近心脏，静脉横断百积愈小，故血流速度又逐渐增快。

动脉血流速度也不是均匀的，是随心动周期而变化，心脏收缩时动脉血流加快，心脏舒张时血流减慢，血流速度的这种周期变化越到小动脉就越小，通过毛细管后血流速度就成为匀速了。此外，血流速度也受外周血管阻力的影响，而外周阻力大小，则视小动脉或毛细血管舒缩的程度和区域的大小而定，如小血管的口径改变不大则影响较小，如收缩区域很小则仅该收缩区的局部血流速度，其它部分的血流并不受影响，反之局部的小血管扩张亦反增加该处的血流速度。例如，耳朵的血管扩张时，全身动脉血流并不因之而改变，只有耳朵局部血流加快；如小血管舒张区域很大，例：腹腔内的小动脉紧张性降低时，则外周阻力大减，全身动脉压降低，于是全身血流速度均减慢。

2，器官的血流量：单位时间内流经某一器官的血量，称为该器官的血流量。其大小取决于两个因素：一为该器官内血管的舒缩情况；一为进入该器官的动脉血压的高低。这两个因素与血流量的关系可以用流体力学的公式加以说明，当血液的粘滞性及血管的长度不变时，血流量（ Q ）与动脉压（ P ）成正比，与血管的横断百积的平方（ A^2 ）成正比： $Q \propto PA^2$ 当器官内的血管缩小时，或当进入该器官的动脉血压降低时则流经该器官的血量减少，反之则增多，倘若血管缩小的区域很大，如几个器官的血管同时缩小，则因外周阻力加大，全身动脉血压升高，此时器官血流量的或增或减，要决定于这两个因素的比较。若血压升高适足以克服由血管缩小所增加的阻力，则血流量可以不变。从另一方面看倘若某器官的血流量不变，而某动

脉血压已超出正常人水平时，可由上列公式推想该器官的血管必然发生异常的收缩。

正常情况下器官血流量的多少与该器官的代谢水平密切联系。某器官的活动增强，由于小动脉及毛细管的扩张而使该器官的血流量增加，下列数值为每分钟每100克器官组织的血流量之平均值：

脑	55毫升
心	100毫升（冠状循环）
肝	150毫升（约1/3来自肝动脉，2/3来自门静脉）
肾	400毫升
骨骼肌	3毫升

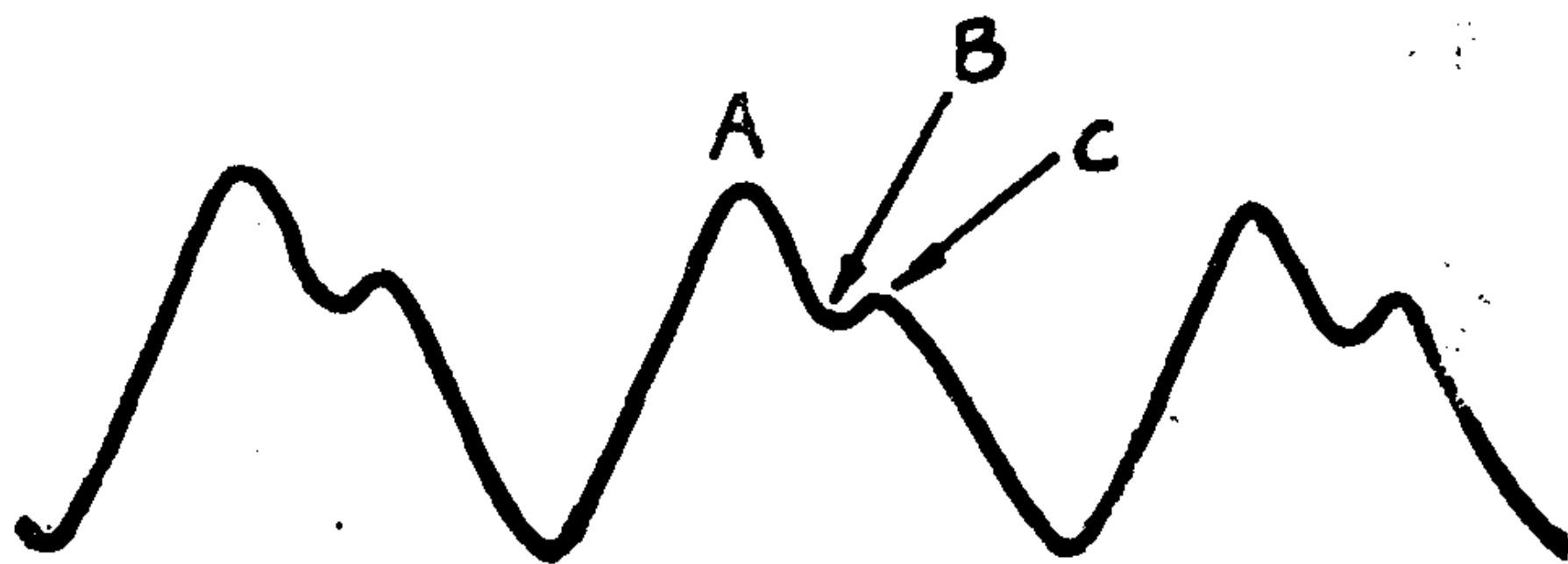
（三）脉搏和脉搏波：在每一心动周期中，随着心脏的收缩与舒张，于表浅的动脉管上可触到一次搏动，称为动脉脉搏或脉搏，脉搏起始于主动脉借动脉管壁的传递而作波形的扩散称为脉搏波。当脉搏波运行到小动脉的末段时因沿途阻力很大逐渐趋于消失，故从毛细血管至静脉已不复有脉搏的存在。至于胸下附近的大静脉，如颈静脉也往往发生搏动的现象，但其意义与动脉不同。

心室收缩时将血液射出至主动脉使管壁扩张，在减压射血期动脉管壁开始弹性回位，主动脉管的扩张和回位，即引起所有动脉管也跟着发生扩张和回位，故脉搏的频率在正常情况下，同心率频率完全一致。脉搏波传布速度不可与血流速度混为一谈，前者每秒为6——9米，而后者很少超过每秒0.5米。

脉搏波的传布好象水波的传布，系由于血液的推动而引起管壁的波动，并非由于血液分子的前进。脉搏波的传布速度与动脉壁的弹性有关，弹性小、硬度大则传布速度快，故老年人脉搏波的速度比年轻人快。脉搏的波动可用脉搏描记仪记录，其

波形如图 1。从图中曲线中可以看出有一升支和一降支，在降支中可见一降中峡和降中波。

图 1 正常人脉搏波记录：



第二节 血液循环的调节

血液循环的机能是由心脏和血管不断地受到神经系统和各种体液因素的调节而实现的。每当机体各部分活动和外界情况发生改变时，即将影响到有关感受器，通过传入神经而作用于中枢神经系统，中枢的兴奋再通过传出神经或神经——体液途径到达心脏和血管，从而改变其机能活动。这一系列的作用就是反射性调节，是实现机体完全统一性的基本生理过程。

一、支配心脏、血管的传出神经：从脑、脊髓发出支配心脏和血管的运动神经可分为两大类：即兴奋性的，能加快加强心脏的搏动和促进血管口径缩小；抑制性的，能减慢减弱心脏的搏动和促进血管口径扩张。

（一）心加速神经：属于交感神经系统。动物实验中刺激支配心脏的交感神经，将出现心率加快，心缩力加强，其加快加强的程度与原先心脏活动水平有关，同时还可引起血压升高，这是心脏机能加强心输出量增加的结果，交感神经是通过其末梢