

LINCHUANG  
XUELIU  
TUXUE

● 增订本 ●

郑裕然 编著

临床  
血流  
图学

吉林人民出版社

## 内 容 提 要

本书在第一版的基础上，系统地介绍了血流图方法应用的历史，血流图的基本原理和仪器的结构。临床应用方面介绍了直接式血流图；对一阶导数图等新技术亦作了较为详细的介绍，并着重阐述了心、肺血流图的最新发展情况及有关Kubicек计算式的运用。结合我国实际情况对其它部位的血流图，也作了增补。重点内容均有附图示范，简明易懂。

本书可供从事电诊工作的专业人员、临床各科医生、医学生物工程人员参考，亦可作为医学院校学生的课外读物。

## 临 床 血 流 图 学

(增订本)

郑豁然 编著

\*

吉林人民出版社出版 吉林省新华书店发行

吉林铁路印刷厂印刷

\*

787×1092毫米32开本 16.25印张 插页4 351,000字

1980年12月第1版 1980年12月第1次印刷

1985年3月第2版 1985年3月第2次印刷

印数：5,150—13,290册

统一书号：14091·76 定价：3.10元

## 再 版 说 明

本书第一版出版时是国内电桥式血流图仪盛兴时期。那时在临床应用上多以脑血流图为主，当时限于国内应用电子技术条件，不可能引用更多的国外资料，尤其是直接式血流图仪即四电极法，其中最为突出的是 Kubicek 计算式的应用没有作详细的介绍。因此，在第一版中，对心、肺等部位的血流图只作了概括性的介绍。显然，若仅以定性检查作为我国发展血流图诊断的唯一手段和途径，我国血流图技术发展将是十分缓慢的，并且是缺乏理论基础的。

近年，特别是一九八〇年全国第二届阻抗式血流图学术会议以来，血流图学无论在理论基础或临床应用上都有了迅速的发展，已从波形分析等定性阶段，进入了定量检查阶段。尽管如此，我们亦应看到我们所采用的生物电阻抗测定技术，有的是国外已于六十年代末到七十年代中期就应用了。因此，作者愈发感到，把我国血流图技术从基础上提高一步，确是一项迫切的任务。

本书第一次出版后，作者不断受到广大血流图工作者的鼓励，许多人提出再版的要求，但限于手头资料有限给修订工作带来很大困难。一九八一年八月正值第五届国际生物电阻抗会议召开，作者有幸收集了能够反映当代血流图水平的一些资料，便以此作为修订本书的借鉴。为了阐明临床血流图学和其它电诊技术的时相关系，以及能够反映血流速率等方法学上的一些先进技术，作者对本书有关章节都重新加以

撰写。这样，就使该书本版第七章的内容有了较大的变动；其它部分的内容也作了新的安排，并增加了眼、鼻、肾、女性盆腔等部位的血流图。由于广大读者希望本版能在第一版的基础上作个别的修改，而这对作者来说是一项不无困难的工作。在此次编辑出版过程中作者尽量收集增加了一些新资料，然而从全书来看，有些内容还不能充分反映世界先进水平。

为了使本书内容不断完善，充实和提高，使它对提高医疗水平，保障人民健康，实现科学技术现代化能有一些帮助，作者衷心希望国内有关专家及广大读者不吝赐教，对书中尚存的缺点或错误给予指正。

这次再版曾得到中国阻抗式血流图研究会有关专家的指教，研究会学术组顾菊康理事提供部分资料，南昌医学院吕井新教授审阅了本书有关章节，在此致以衷心的感谢。

编者

一九八三年五月

## 前 言

采用血流图方法来研究某些血管搏动功能障碍，虽然已有近半个世纪的历史，但由于方法学等问题，人们对血流图本质的认识亦各有不同，因此，在一定程度上限制了其应用范围。近年来，随着电子技术的发展，对血流图这一新兴技术的进展也起到了推动作用。很多地方已把血流图检查应用于临床；有些地方还利用血流图方法来研究中医中药。同时，在血流动力学的研究等方面也取得了可喜的成果。

从国内来看，目前血流图应用的经验尚不够丰富，因而，常出现血流图和临床不一致的情况，临床和专业工作者均有争论。这里应当说明，血流图是一种动态的观察和记录，不同的心血管疾病，病情的轻重，伴发病的有无以及个体在不同情况下的差异等，均可出现相似甚至完全相同的血流动力学状态。所描记的血流图波形有如血压、脉搏，同样是一种动态的记录。血流图专业人员 and 临床工作者如忽略了这些重要因素，看待不同客观条件下波形的变异，不加深地了解不同生理条件、方法、仪器、正常指标和技术操作上存在的问题，而片面的作出血流图诊断，必然导致错误的结论。

这本原名《血流图方法学及其临床应用》的小册子，曾于一九七五年印制过，分发国内各高等医学院校及有关人员，广泛征求各界意见。为了适应医疗卫生事业的发展，帮助从事血流图工作的同志和临床医师比较系统地了解 and 掌握

血流图方法学，此次付印前，作者将原书做了修订，并根据一些读者的要求，又增添了一些新内容。

本书修订工作，是在吉林市第四人民医院党组织督促和帮助下完成的。

在编写过程中，承蒙中国医学科学院、河北新医大学第二医院都本杰教授、北京阜外医院刘伯仁同志、上海胸科医院心脏血管疾病研究室顾菊康医师给予热诚的帮助，初稿完成后承白求恩医科大学王牧教授审阅，在此致深切的谢意。

编 者

1980年1月

# 目 录

|     |                      |        |
|-----|----------------------|--------|
| 第一章 | 血流图的概念及历史概况          | ( 1 )  |
| 第二章 | 人体电阻和血流图的基本原理        | ( 7 )  |
| 第三章 | 仪器的原理与结构             | ( 12 ) |
| 一、  | 电桥式血流图仪的原理           | ( 12 ) |
| 二、  | 电桥式血流图仪的结构           | ( 13 ) |
| (一) | 高频电流发生器              | ( 13 ) |
| (二) | 精密的惠斯登(Wheatstone)电桥 | ( 13 ) |
| (三) | 放大器                  | ( 14 ) |
| (四) | 输出网路                 | ( 14 ) |
| (五) | 记录器                  | ( 15 ) |
| 三、  | 直接式血流图仪的原理与结构        | ( 15 ) |
| 四、  | 血流图仪的技术指标            | ( 19 ) |
| (一) | 桥式血流图仪               | ( 19 ) |
| 1.  | 型式基本参数               | ( 19 ) |
| 2.  | 技术要求                 | ( 19 ) |
| 3.  | 气候环境试验条件             | ( 20 ) |
| 4.  | 机械强度试验条件             | ( 21 ) |
| 5.  | 气候环境和机械强度试验顺序        | ( 21 ) |
| 6.  | 试验规则                 | ( 21 ) |
| 7.  | 验收方法                 | ( 24 ) |
| 8.  | 标志、包装、运输与保管          | ( 25 ) |
| 9.  | 编制内容说明               | ( 26 ) |
| (二) | 直接式血流图仪              | ( 28 ) |

|                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| 1. 恒流源频率 .....                  | ( 28 )        |
| 2. 恒流源电流 .....                  | ( 28 )        |
| 3. 恒流源输出阻抗 .....                | ( 28 )        |
| 4. 基础阻抗 ( $Z_0$ ) 测量范围及精度 ..... | ( 28 )        |
| 5. $\Delta z$ 测量范围 .....        | ( 28 )        |
| 6. $\Delta z$ 频率响应 .....        | ( 28 )        |
| 7. $\Delta z$ 输出电压 .....        | ( 28 )        |
| 8. $\Delta z$ 输出噪声 .....        | ( 28 )        |
| 9. $dz/dt$ 输出电压 .....           | ( 28 )        |
| 10. $dz/dt$ 频率响应 .....          | ( 28 )        |
| 11. 定标讯号 .....                  | ( 28 )        |
| <b>第四章 血流图的检查方法 .....</b>       | <b>( 29 )</b> |
| <b>一、电极 .....</b>               | <b>( 29 )</b> |
| (一) 电极大小 .....                  | ( 29 )        |
| (二) 电极形状 .....                  | ( 30 )        |
| <b>二、导联选择及位置 .....</b>          | <b>( 31 )</b> |
| (一) 横向脑血流图导联 .....              | ( 31 )        |
| 1. 额~乳突导联 .....                 | ( 32 )        |
| 2. 枕~乳突导联 .....                 | ( 32 )        |
| 3. 枕颞导联 .....                   | ( 32 )        |
| 4. 其它导联 .....                   | ( 32 )        |
| (二) 纵向脑血流图导联 .....              | ( 32 )        |
| 1. 颞浅动脉纵向导联 .....               | ( 32 )        |
| 2. 颈部椎动脉纵向导联 .....              | ( 32 )        |
| (三) 眼血流图导联 .....                | ( 32 )        |
| (四) 鼻血流图导联 .....                | ( 33 )        |
| (五) 心血流图导联 .....                | ( 33 )        |



|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| (六) 肺血流图导联 .....               | ( 33 )        |
| 1. 全肺血流图 .....                 | ( 33 )        |
| 2. 区域性肺血流图 .....               | ( 33 )        |
| 3. 全胸血流图 .....                 | ( 33 )        |
| 4. 肺通气流图 .....                 | ( 33 )        |
| (七) 肝血流图导联 .....               | ( 34 )        |
| (八) 肾血流图导联 .....               | ( 34 )        |
| (九) 盆腔血流图导联 .....              | ( 34 )        |
| (十) 肢体血流图导联 .....              | ( 34 )        |
| (十一) 其它部位的血流图导联 .....          | ( 34 )        |
| 三、检查方法 .....                   | ( 36 )        |
| (一) 电桥式血流图仪 .....              | ( 36 )        |
| (二) 直接式血流图仪 .....              | ( 37 )        |
| 1. 与生理记录仪插接方式及描笔的分配 .....      | ( 38 )        |
| 2. 电极安放位置 .....                | ( 38 )        |
| 3. 开机前仪器面板旋钮位置 .....           | ( 39 )        |
| 4. 定标 .....                    | ( 39 )        |
| 5. 定 $dz/dt$ 基线 .....          | ( 40 )        |
| 6. 测量 .....                    | ( 40 )        |
| <b>第五章 血流图波形的形成和观察指标 .....</b> | <b>( 42 )</b> |
| 一、图形的形成 .....                  | ( 42 )        |
| 二、图形解释 .....                   | ( 44 )        |
| (一) 陡直波 .....                  | ( 46 )        |
| (二) 低平波 .....                  | ( 46 )        |
| (三) 正弦波 .....                  | ( 46 )        |
| (四) 三峰波 .....                  | ( 46 )        |
| (五) 三峰递增波 .....                | ( 47 )        |

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| (六) 平顶波 .....               | ( 47 ) |
| (七) 速降波 .....               | ( 47 ) |
| (八) 低张波 .....               | ( 47 ) |
| (九) 转折波 .....               | ( 47 ) |
| (十) 倾斜波 .....               | ( 47 ) |
| (十一) 三角波 .....              | ( 47 ) |
| (十二) 单收缩波 .....             | ( 47 ) |
| (十三) 双顶波 .....              | ( 48 ) |
| (十四) 失律性颤动波 (即锯齿波) .....    | ( 48 ) |
| (十五) 其它 .....               | ( 48 ) |
| 三、观察指标 .....                | ( 48 ) |
| (一) 波形测量 .....              | ( 48 ) |
| (二) 血流图的时间指标 .....          | ( 51 ) |
| 1. 脉搏波搏动时间(T) .....         | ( 51 ) |
| 2. 流入时间 $\alpha$ .....      | ( 51 ) |
| 3. 流出时间 $\beta$ .....       | ( 51 ) |
| 4. 快速流入时间 .....             | ( 52 ) |
| 5. 波传播时间 .....              | ( 52 ) |
| (三) 血流图的波幅指标 .....          | ( 52 ) |
| 1. 波幅 .....                 | ( 52 ) |
| 2. 转折高比值 .....              | ( 53 ) |
| (四) 时间与波幅关系指标 .....         | ( 53 ) |
| (五) 其它指标 .....              | ( 53 ) |
| (六) 直接式血流图仪的参数测量及计算方法 ..... | ( 54 ) |
| 1. $Z_0$ .....              | ( 54 ) |
| 2. $L$ .....                | ( 55 ) |
| 3. $\rho$ .....             | ( 55 ) |

|   |      |
|---|------|
| 4. $dz/dt_{max}$ 测量 .....                           | (55) |
| 5. 射血期 (LVET) 测量 .....                              | (55) |
| 6. 射血前期 (PEP) 的测量 .....                             | (55) |
| 7. 射血前期/射血期 (PEP/LVET) 的计算 .....                    | (55) |
| 8. 左室功能指数 ( $Q-dz/dt_{max}$ 亦称 $Q-Z$ )<br>的测量 ..... | (55) |
| 9. 心排出量计算 .....                                     | (55) |
| 10. 心输出量计算 .....                                    | (56) |
| 11. 心脏指数计算 .....                                    | (56) |
| (七) 指标选择和正常值 .....                                  | (57) |

## 第六章 影响血流图的因素和血流图机能与药物测

|                     |      |
|---------------------|------|
| 验 .....             | (59) |
| 一、影响血流图的因素 .....    | (59) |
| (一) 局部因素 .....      | (59) |
| (二) 生理因素 .....      | (60) |
| 1. 呼吸 .....         | (60) |
| 2. 二氧化碳张力增加 .....   | (61) |
| 3. 氧饱和度的改变 .....    | (61) |
| 4. 位置改变 .....       | (62) |
| 5. 先天性缺陷 .....      | (63) |
| 6. 红细胞压积 .....      | (64) |
| 7. 组织间液 .....       | (64) |
| 8. 电场范围 .....       | (64) |
| 9. 颈动脉造影 .....      | (64) |
| 10. 心律失常 .....      | (64) |
| 11. 颈动脉窦反射和血压 ..... | (66) |
| (三) 个体特性 .....      | (66) |

|                           |               |
|---------------------------|---------------|
| (四) 药物影响 .....            | ( 67 )        |
| 1. 组织胺 .....              | ( 67 )        |
| 2. 氨茶硷 .....              | ( 67 )        |
| 3. 亚硝酸异戊酯 .....           | ( 67 )        |
| (五) 其它因素 .....            | ( 67 )        |
| 1. 电源电压影响 .....           | ( 67 )        |
| 2. 电桥失衡 .....             | ( 68 )        |
| 3. 地线接触不良 .....           | ( 69 )        |
| 4. 干扰抑制的运用 .....          | ( 70 )        |
| 5. 外界电源干扰 .....           | ( 70 )        |
| 二、血流图机能与药物测验 .....        | ( 70 )        |
| (一) 测验的价值及其应用 .....       | ( 70 )        |
| (二) 适应症及其意义 .....         | ( 71 )        |
| (三) 测验的种类和方法及其评价 .....    | ( 71 )        |
| 1. 机能测验 .....             | ( 71 )        |
| 2. 药物测验 .....             | ( 74 )        |
| <b>第七章 血流图的临床应用 .....</b> | <b>( 79 )</b> |
| <b>一、脑血流图 .....</b>       | <b>( 80 )</b> |
| (一) 脑部的血液供应及其生理 .....     | ( 83 )        |
| (二) 方法及观察指标 .....         | ( 87 )        |
| 1. 双电极法 .....             | ( 87 )        |
| 2. 四电极法 .....             | ( 87 )        |
| 3. 单极脑血流图 .....           | ( 88 )        |
| (三) 正常值 .....             | ( 89 )        |
| (四) 正常脑血流图 .....          | ( 92 )        |
| 1. 青少年组 .....             | ( 92 )        |
| 2. 中年以上组 .....            | ( 92 )        |

|                      |       |
|----------------------|-------|
| (五) 异常脑血流图 .....     | (92)  |
| 1. 脑动脉硬化 .....       | (92)  |
| 2. 脑血管意外 .....       | (99)  |
| 3. 动静脉瘘及脑血管瘤 .....   | (105) |
| 4. 婴儿和儿童的脑血管病 .....  | (105) |
| 5. 颅脑损伤和脑压迫 .....    | (105) |
| 6. 颅内肿瘤 .....        | (106) |
| 7. 血管性头痛和偏头痛 .....   | (109) |
| 8. 颈椎病 .....         | (110) |
| 9. 高血压 .....         | (112) |
| 10. 心脏疾病 .....       | (112) |
| 11. 休克 .....         | (114) |
| 12. 职业病 .....        | (117) |
| 13. 其它 .....         | (120) |
| 二、眼血流图 .....         | (126) |
| (一) 眼球的血液供应 .....    | (126) |
| (二) 实验性眼血流图 .....    | (129) |
| (三) 检查方法 .....       | (133) |
| (四) 正常人的眼血流图 .....   | (134) |
| (五) 眼血流图的临床应用 .....  | (134) |
| 三、鼻血流图 .....         | (135) |
| (一) 鼻的血液供应及其生理 ..... | (136) |
| (二) 正常鼻血流图 .....     | (136) |
| (三) 鼻血流图的应用 .....    | (137) |
| 四、心血流图 .....         | (138) |
| (一) 电桥式心血流图 .....    | (138) |
| 1. 二尖瓣血流图 .....      | (140) |

|                                   |              |
|-----------------------------------|--------------|
| 2. 主动脉血流图 .....                   | (142)        |
| 3. 心脏功能测定 .....                   | (142)        |
| (二) 直接式心血流图 .....                 | (145)        |
| 1. 心血流图 $\Delta z$ 和心动周期的关系 ..... | (145)        |
| 2. 心输出量测定 .....                   | (147)        |
| 3. 微分波 (一阶导数图) 的测定 .....          | (163)        |
| 4. 二阶导数图 .....                    | (177)        |
| 5. 导纳微分图 .....                    | (180)        |
| 6. 心脏收缩时间间期测定 .....               | (186)        |
| 7. 基础阻抗 $Z_0$ 值的测定 .....          | (194)        |
| 8. 血管的顺应性 .....                   | (196)        |
| 9. 心血流图的临床应用 .....                | (197)        |
| (三) 心血流图操作常规 .....                | (201)        |
| <b>五、肺血流图</b> .....               | <b>(203)</b> |
| (一) 肺循环的特点 .....                  | (205)        |
| (二) 正常肺血流图波形的形成和解释及观察指<br>标 ..... | (206)        |
| 1. 阻断肺动脉血流实验 .....                | (208)        |
| 2. 分别阻断右肺上叶及中下叶血流实验 .....         | (209)        |
| 3. 阻断下腔静脉血流实验 .....               | (209)        |
| 4. 人工气胸肺萎陷实验 .....                | (209)        |
| 5. 缺氧实验 .....                     | (209)        |
| (三) 关于 a 波的认识 .....               | (212)        |
| (四) S 波的形成 .....                  | (214)        |
| (五) D 波 .....                     | (215)        |
| (六) 生理变异与肺部阻抗变化的关系 .....          | (215)        |
| 1. 肺内含气量 .....                    | (215)        |

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| 2. 肺血容量 .....                         | (216) |
| 3. 胸腔内的水分 .....                       | (216) |
| 4. 血液的导电率 .....                       | (216) |
| 5. 其它 .....                           | (216) |
| (七) 肺通气流图 .....                       | (217) |
| (八) 全胸血流图 .....                       | (218) |
| (九) 区域性肺血流图 .....                     | (219) |
| (十) 全肺血流图 .....                       | (221) |
| 1. 指标选择 .....                         | (221) |
| 2. 全肺血流图的正常值 .....                    | (223) |
| (十一) 微分波图 (一阶导数图) 在肺血流图中的<br>应用 ..... | (227) |
| 1. 右心室收缩时间间期 (STI) 的测定 .....          | (227) |
| 2. 右心室等容舒张期 (简称IVRT) .....            | (229) |
| 3. 收缩指数 (即 Heather 指数) .....          | (229) |
| 4. 右肺流量指数 (亦称右肺区域性血容量) .....          | (229) |
| (十二) 肺部疾病在肺血流图上的表现 .....              | (229) |
| 1. 慢性阻塞性肺气肿 .....                     | (232) |
| 2. 肺癌 .....                           | (233) |
| 3. 矽肺和尘肺 .....                        | (234) |
| (十三) 肺血流图对慢性肺原性心脏病的诊断价<br>值 .....     | (235) |
| 1. 主要条件 .....                         | (237) |
| 2. 次要条件 .....                         | (237) |
| (十四) 肺血流图在心脏病诊断中的应用 .....             | (237) |
| 六、肝血流图 .....                          | (240) |
| (一) 肝脏的解剖和血液循环的特点 .....               | (241) |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| (二) 正常肝血流图及其形成机理 .....          | (244) |
| 1. 收缩前波(a) .....                | (244) |
| 2. 收缩波(b) .....                 | (244) |
| 3. 收缩后波(c) .....                | (244) |
| (三) 分析指标、意义和方法 .....            | (248) |
| 1. 波幅指标 .....                   | (248) |
| 2. 时间指标 .....                   | (249) |
| (四) 检查方法和正常值 .....              | (250) |
| 1. 波形在各年龄组的分布 .....             | (252) |
| 2. 收缩波波幅值 .....                 | (253) |
| 3. 舒张波波幅值 .....                 | (255) |
| 4. 舒张波高与收缩波高之比 ( $h'/h$ ) ..... | (255) |
| 5. 阻力指数 .....                   | (256) |
| 6. 降中峡指数 ( $h_1/h$ ) .....      | (256) |
| 7. 收缩波上升时间 ( $\alpha$ ) .....   | (257) |
| 8. 收缩波时间与收缩后波比值 .....           | (257) |
| (五) 影响肝血流图的因素 .....             | (258) |
| (六) 异常肝血流图 .....                | (259) |
| 1. 急性肝炎 .....                   | (259) |
| 2. 慢性肝炎 .....                   | (261) |
| 3. 肝硬化 .....                    | (262) |
| 4. 肝脏瘀血 .....                   | (264) |
| 5. 中毒性肝脏损害 .....                | (264) |
| 6. 肝癌 .....                     | (265) |
| 七、肾血流图 .....                    | (270) |
| (一) 肾的大体解剖和血液供应 .....           | (270) |
| 1. 肾脏的位置和与周围主要器官的关系 .....       | (270) |



|                           |              |
|---------------------------|--------------|
| 2. 肾脏的血液供应 .....          | (271)        |
| (二) 实验性肾血流图 .....         | (272)        |
| (三) 方法及影响因素 .....         | (280)        |
| 1. 方法 .....               | (281)        |
| 2. 影响因素 .....             | (282)        |
| (四) 正常肾血流图及观察指标和正常值 ..... | (284)        |
| 1. 波形在各年龄组的分布 .....       | (288)        |
| 2. 收缩波波幅值 .....           | (289)        |
| 3. 舒张波波幅值 .....           | (290)        |
| 4. 舒张波高与收缩波高比值 .....      | (290)        |
| 5. 两侧波幅差 .....            | (291)        |
| 6. 流入时间 .....             | (292)        |
| 7. 流出时间 .....             | (292)        |
| 8. 快速流入时间 .....           | (292)        |
| 9. 周围阻力指数 .....           | (293)        |
| (五) 异常肾血流图 .....          | (294)        |
| 1. 肾动脉狭窄 .....            | (294)        |
| 2. 动脉性高血压 .....           | (295)        |
| 3. 肾脏机能损伤 .....           | (297)        |
| <b>八、盆腔血流图</b> .....      | <b>(310)</b> |
| (一) 盆腔的血液供应及其生理解剖特点 ..... | (310)        |
| (二) 检查方法及观察指标 .....       | (312)        |
| (三) 正常盆腔血流图 .....         | (312)        |
| (四) 异常盆腔血流图 .....         | (312)        |
| (五) 分娩时盆腔血流图 .....        | (314)        |
| <b>九、结肠阻抗测定</b> .....     | <b>(315)</b> |
| (一) 原理及方法 .....           | (315)        |