

主编 秦任甲

# 临床血液流变学

LINCHUANG XUEYE LIUBIANXUE

修订版

北京大学医学出版社

# 临床血液流变学

(修订版)

主 编 秦任甲

副主编 晨 阳 阮 萍 张 翼

编 者 阮 萍 陈世新 张 翼 秦任甲

晨 阳 温彦生 虞达英

北京大学医学出版社

# LINCHUANG XUEYE LIUBIANXUE

## 图书在版编目(CIP)数据

临床血液流变学/秦任甲主编. —北京:北京大学医学出版社,2003.6

ISBN 7-81071-419-8

I. 临… II. 秦… III. 血液流变学 IV. R331.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 016530 号

## 临床血液流变学(修订版)

---

主 编:秦任甲

出版发行:北京大学医学出版社(电话:010-82802230)

地 址:(100083)北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址:<http://www.pumpress.com.cn>

E-mail: [booksale@bjmu.edu.cn](mailto:booksale@bjmu.edu.cn)

印 刷:北京地泰德印刷有限责任公司

经 销:新华书店

责任编辑:张彩虹 责任校对:周励 责任印制:张京生

开 本:850mm×1168mm 1/32 印张:7.5 字数:189千字 (插页 2)

版 次:2003 年 10 月第 1 版 2006 年 1 月修订版 2006 年 1 月第 2 次

印刷 印数:5 001~12 500 册

书 号:ISBN 7-81071-419-8/R·419

定 价:15.00 元

版权所有,违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

## 主 编 简 介

秦任甲,生于1939年5月,广西壮族自治区临桂县人,1963年毕业于广西大学物理系,桂林医学院教授,河池学院兼职教授,中国生物医学工程学会医学物理分会(CSMP)理事,CSMP临床血液流变学专业委员会主任委员,多家杂志的常务编委或编委,著名血液流变学专家。他担任桂林医学院科研处长等行政职务16年。长期从事医学物理学、血液流变学科研、教学和临床应用推广。论著甚丰,出版个人编著或主编的书籍8种16版,其中血液流变学3种5版。这些书获全国和自治区内多项奖励。应邀到13个省(自治区、市)的全国性、地方性学术会议,医院和医学院校做学术报告。60多岁了还在孜孜不倦地开展研究,著书撰文,培养年轻人,努力办好CSMP临床血液流变学专业委员会,定期每两年主持举办一次全国性血液流变学学术会议和教学研讨班,为推动全国各地血液流变学科研、教学和临床应用全面深入发展而不懈努力。

## 序 言

血液流变学基础理论和临床实践,近 20 年在我国呈现飞速发展的势态,尤其是临床血液流变学在全国县级中西医院得到了普及。检测仪器不断更新,检测手段日臻完善,为社会的医疗、预防和保健等卫生事业发挥着积极的作用。

深入研究血液的宏观与微观流变学特性,将为阐明心脑血管疾病、恶性肿瘤及糖尿病等多种疾病的发病原因、途径及转归提供有价值的信息,为诊断治疗某些疾病的重要参考。血液流变性异常是引起生理病理变化的初始条件,因此从检测血液成分,血流状态和血管功能变化过程,来认识自身的健康状况,对于提高生活质量是很有意义的。

从当前对人群疾病谱的分析中已知,“亚健康”群体在我国 40 岁以上的人群中占 70%,这是一个严峻事实,应引起我们的极大关注,并积极加以改善。降低血液黏度、提高微血流速度、增强新陈代谢功能,是促使从“亚健康”转向健康状态的有效途径。可见血液流变学因素对于保持人体最佳健康状态起着决定性的作用。

近年来许多医学院校开设了血液流变学课程。为适应教学和临床的急需,秦教授在已完成两本血液流变学专著的基础上,以他渊博的知识,丰富的教学与管理、临床与科研的经验又编写出新著作。本书内容丰富系统、理论简明、通俗易懂、方法实用、可操作性强,是临床应用很有价值的指导书,是科研、医疗和检验人员的好读本,是一本新型的、适用的好教材。

秦教授是我国从事血液流变学科研、教学和临床应用推广较早的学者之一,在长期承担繁重的学院教学和管理工作的同时,还经常组织、参加全国性的学术会议,到许多省市讲授血液流变学。

现担任中国生物医学工程学会医学物理分会理事及其下属的临床血液流变学专业委员会主任委员,还任全国4家杂志的常务编委和编委。六十多岁了还在孜孜不倦地为我国血液流变学的发展做出新贡献。

本书的出版,为蓬勃发展的流变学这座百花盛园增添了新秀。它必将激励我们从事血液流变学工作的同仁们,也为学科的发展和临床应用做出新的努力。

中国医学科学院  
中国协和医科大学 血液学研究所

李贵山 研究员

2003.3.5

## 前 言

二十几年来,血液流变学这门新兴边缘学科在我国获得了很大发展。基础研究和临床应用研究广泛开展,硕果累累,检测仪器技术水平大为提高,临床应用积累了较丰富的经验,在校教育发展很快,开设这门课的医药院校已达三、四十所。血液流变学临床应用广泛普及到全国各地的中、西医院,许多地方甚至普及到乡、镇医院。今年8月中旬中国生物医学工程学会医学物理分会(CSMP)临床血液流变学专业委员会在北戴河召开第二次学术会议,到会医生、医学检验人员纷纷呼吁全国各地医药院校为临床医学、中医学、医学检验和药学等专业开设血液流变学课,广泛培养出具有系统血液流变学理论的医药人才,才能适应全国各地血液流变学临床应用广泛发展和不断提高的需要。到会医药院校的物理教师深受鼓舞,有几位当即表示回去后要力争开出这门课。这本《临床血液流变学》2003年出第1版,现已脱销。我颇受血液流变学发展的大好形势所激励,作为CSMP临床血液流变学专业委员会的主任委员深感义不容辞,下决心抓紧时间撰稿改稿,尽快出此修订版,以适应各方面的需要。

修订版将第1版作了适当修订,并增加第十一章,书末附仪器彩照,以供阅读参考。全书虽然篇幅不大,但能从临床应用实际需要出发,并考虑到适用于教学,编入了临床应用所必备的基本理论和基本技术知识。主要内容有基础理论,基本检测仪器,血液和血细胞流变性,临床应用血液流变学指标及其检测,血液流变学疾病及其诊断、治疗,治疗药物和方法等,形成临床血液流变学较完整的知识体系。考虑到阅读对象的数理基础,书中避开了数学推导和复杂的数理公式,表述上深入浅出,条理清楚,简明扼要,便于广

大临床工作者,在校中、西医临床医学、医学检验和药学等专业学生阅读、理解和应用。

本书是二十几年来我国血液流变学临床应用与研究的基本归纳,10余年教学经验的总结,第三次教学内容重大修改的成果,企盼成为较好的临床应用参考书和血液流变学教科书。

本书由秦任甲编写绪论,与阮萍合编第十一章;晨阳编写第一、五章,与秦任甲合编第七、八、十章;阮萍编写第二章,与虞达英合编第九章;张翼编写第三章,与温彦生合编第六章;陈世新编写第四章。全书由秦任甲统一审改整理定稿。

此书编写和出版过程中,得到了虞达英、黄少禧、梁玉娟的热情关心、支持和帮助,在此表示感谢!

临床血液流变学涉及面广,又多有不成熟之处,限于编著者水平有限,书中难免存在错漏和不足之处,敬请读者批评指正。

秦任甲 于河池学院

2005年7月22日



## SA-5600 全自动血流变测试仪



## SA-5000 自动血流变测试仪



## SC-2000 血小板聚集测试仪



### 仪器特点：

- 国际标准的圆环磁棒搅拌方式，测试重复性好、精度高；
- 四通道测试、效率高；
- 大屏幕液晶显示、中文菜单、操作简单方便；
- 报告批量打印功能；
- 报告模式：数据+图形；
- 各通道预温提示功能；
- 检测时间可选：180s、300s、600s。

## SD-100 血沉 / 压积测试仪

### 测试功能：

- 可同时测试20个(40个)样品，即插即测；
- 血沉数据30min读取，压积数据即插即读；
- 可打印动态血沉曲线；
- 可存储200人份的血沉/压积测试数据；
- 可与血流变仪进行联机、数据传输；
- 数据传输及自打印报告可同时进行。



# nNF 非牛顿流体质控物



## nNF 非牛顿流体质控物特点：

- 通过 nNF 非牛顿流体质控物的标准参考值，解决各种血流变仪器临床检验的一致性问题；
- 通过血流变仪对 nNF 非牛顿流体质控物的各种检测数据，可以判定该仪器的准确性、稳定性及重复性；
- 血流变仪可通过 nNF 非牛顿流体质控物进行自动校准，修正仪器检测误差。

# SA-6000 全自动血流变测试仪

- 先进的锥板式测量方法；
- 先进的全自动并行工作模式，每小时 60 个样品测试；
- 先进的快速、全量程、逐点、稳态测量方式；
- 先进的吸吐式样品混匀方式；
- 先进的液面感应设计、血浆加样无需更换原试管；
- 先进的双路强力蠕动排水系统
- 独特的互换式样品盘，60 孔原试管样品位；
- 独特的挤压蠕动进样泵，进样量更加准确；
- 仪器通过 CMC 计量认证；
- 采用标准黏度油定标，非牛顿液质控；
- 全自动及手动双重测试模式；
- 对血凝具有报警功能；
- 清洗液不足报警功能；
- 样品测试与报告输入可同时进行；
- 开放式自定义报告单模式；
- 可与任何相关仪器及网络进行报告 / 数据传输。



# 目 录

## 绪 论

- 一、临床血液流变学的研究内容 ..... (1)
- 二、临床血液流变学的研究方法 ..... (1)
- 三、临床血液流变学的发展 ..... (3)

## 第一章 血液流变学基础理论

### 第一节 牛顿黏滞定律 ..... (7)

- 一、应力与应变 ..... (7)
- 二、速度梯度 ..... (8)
- 三、牛顿黏滞定律 ..... (10)

### 第二节 圆管内的泊肃叶流动 ..... (11)

- 一、流速分布 ..... (11)
- 二、泊肃叶定律 ..... (12)
- 三、斯托克斯公式 ..... (13)

### 第三节 卡森方程 ..... (15)

- 一、卡森方程 ..... (15)
- 二、表观黏度 ..... (16)
- 三、血液的卡森图和屈服应力 ..... (18)
- 四、物体的黏弹性 ..... (19)

## 第二章 血液流变学检测仪器

### 第一节 毛细管黏度计 ..... (21)

- 一、水平毛细管黏度计 ..... (21)
- 二、直立毛细管黏度计 ..... (22)

### 第二节 旋转黏度计 ..... (24)

- 一、锥-板黏度计 ..... (24)

二、旋转圆筒黏度计 .....	(26)
<b>第三节 细胞电泳仪</b> .....	(28)
一、电泳仪的工作原理 .....	(28)
二、电泳小室 .....	(29)
三、电泳时间的测量 .....	(31)
四、影响细胞电泳的因素 .....	(33)
<b>第三章 血流参量对血细胞流变性和动脉粥样硬化的影响</b>	
<b>第一节 血液在动脉狭窄、弯曲、分支管区的流动</b> .....	(34)
一、动脉局部狭窄区血液的流动 .....	(34)
二、动脉弯曲区血液的流动 .....	(37)
三、动脉分支管区血液的流动 .....	(38)
<b>第二节 血液流态对血细胞流变性的影响</b> .....	(40)
一、分离区血细胞的运动 .....	(41)
二、高剪应力对血细胞流变性的影响 .....	(44)
<b>第三节 动脉粥样硬化与血液流态的关系</b> .....	(44)
一、壁剪应力相关说 .....	(45)
二、流动分离相关说 .....	(46)
三、压力相关说 .....	(47)
四、湍流相关说 .....	(47)
<b>第四章 血细胞流变学</b>	
<b>第一节 红细胞的流变性</b> .....	(49)
一、红细胞的基本结构 .....	(49)
二、红细胞的流变性 .....	(51)
<b>第二节 血小板的流变性</b> .....	(57)
一、血小板的基本结构 .....	(58)
二、血小板的流变性 .....	(58)
<b>第三节 白细胞的流变性</b> .....	(64)
一、白细胞的基本形态与分类 .....	(64)
二、白细胞的流变性 .....	(64)

## 第五章 血液的流变性

第一节 血液的理化性质 .....	(68)
一、血液的组成 .....	(68)
二、血液的理化性质 .....	(69)
第二节 血液的黏度 .....	(71)
一、几种血液黏度的定义 .....	(71)
二、影响血液黏度的因素 .....	(72)
三、人血液流变性分区 .....	(78)
第三节 微循环的流变性 .....	(79)
一、红细胞的向轴集中和血浆层 .....	(80)
二、法-林效应及其逆转 .....	(81)

## 第六章 临床常用血液流变学指标

第一节 血液黏度 .....	(83)
一、测量血液黏度的方法 .....	(83)
二、血液黏度测量结果的意义 .....	(85)
第二节 红细胞压积 .....	(86)
一、测量红细胞压积的方法 .....	(86)
二、测量红细胞压积的临床意义 .....	(89)
第三节 血浆纤维蛋白原 .....	(89)
一、微量热沉淀法 .....	(89)
二、测量血浆纤维蛋白原的临床意义 .....	(90)
第四节 红细胞变形性指标 .....	(91)
一、测量红细胞刚性指数 IR 和 TK 值 .....	(91)
二、测量红细胞滤速 EFR、红细胞变形指数 DI .....	(93)
三、测量红细胞滤过指数 IF .....	(94)
四、测量红细胞变形性指标的临床意义 .....	(95)
第五节 红细胞聚集性指标 .....	(96)
一、测量红细胞聚集指数 .....	(96)
二、测量血沉方程 K 值 .....	(97)

三、测量红细胞聚集性指标的临床意义 .....	(98)
第六节 血小板黏附率 .....	(99)
一、血小板黏附率的定义 .....	(99)
二、玻璃球瓶法测量血小板黏附率 .....	(99)
三、测量血小板黏附率的临床意义 .....	(101)
第七节 血小板聚集率 .....	(101)
一、比浊法测量血小板聚集率 .....	(101)
二、测量血小板聚集率的临床意义 .....	(104)
第八节 体外形成血栓指标 .....	(105)
一、测量方法 .....	(105)
二、测量体外形成血栓指标、药物溶栓率的临床意义 .....	(107)
第九节 红细胞电泳指标 .....	(107)
<b>第七章 血液流变学疾病</b>	
第一节 血液黏滞异常综合征 .....	(110)
一、血液黏滞异常综合征 .....	(110)
二、血液高黏滞综合征的分型 .....	(111)
第二节 血液高黏滞综合征的病因及危害 .....	(113)
一、血液高黏滞综合征的病因 .....	(113)
二、血液高黏滞综合征对健康的危害 .....	(113)
第三节 血液高黏滞综合征的诊断 .....	(116)
一、临床血液流变学指标检测报告单 .....	(116)
二、血液流变学指标检测的应用 .....	(118)
<b>第八章 一些疾病与血液高黏滞综合征</b>	
第一节 循环系统疾病与血液高黏滞综合征 .....	(121)
一、高脂血症 .....	(121)
二、冠心病 .....	(123)
三、高血压病 .....	(130)
第二节 肺心病与血液高黏滞综合征 .....	(132)
第三节 泌尿系统疾病与血液高黏滞综合征 .....	(134)



一、肾病综合征·····	(135)
二、慢性肾功能衰竭·····	(137)
第四节 糖尿病与血液高黏滞综合征·····	(140)
第五节 脑血栓形成与血液高黏滞综合征·····	(142)
<b>第九章 血瘀证与血液高黏滞综合征</b>	
第一节 血瘀证的血液流变学研究·····	(147)
一、病例分析·····	(147)
二、动物模型实验·····	(148)
第二节 血瘀证的血液流变性·····	(154)
一、血瘀证的病因与发病机理·····	(154)
二、血瘀证的血液流变性·····	(155)
第三节 活血化瘀药物及其抗血液高黏滞作用·····	(157)
一、活血化瘀药物·····	(157)
二、活血化瘀药物的抗血液高黏滞作用·····	(158)
<b>第十章 血液流变学疗法</b>	
第一节 治疗药物·····	(161)
一、常用药物的血液流变学作用·····	(161)
二、治疗血液高黏滞综合征各亚型的药物·····	(168)
第二节 血液稀释疗法·····	(169)
一、血液稀释度·····	(170)
二、血液稀释剂·····	(171)
三、血液稀释疗法的分类·····	(174)
四、等血容量血液稀释的实施·····	(176)
五、血液稀释的主要影响·····	(178)
第三节 非药物疗法·····	(179)
一、血浆置换疗法·····	(179)
二、光量子血疗法·····	(180)