

# 血液净化学

## BLOOD PURIFICATION



主编 王质刚


北京科学技术出版社

# 血液净化学

**BLOOD PURIFICATION** 4th Edition

第4版

主 编 王质刚  
副主编 郑法雷 史振伟

 北京科学技术出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

血液净化学/王质刚主编. —4 版. —北京: 北京科学技术出版社,  
2016. 9

ISBN 978 - 7 - 5304 - 8554 - 5

I. ①血… II. ①王… III. ①血液透析 IV. ①R459.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 206583 号

---

### 血液净化学 第4版

主 编: 王质刚

责任编辑: 李金莉 张晓雪 刘瑞敏

责任校对: 贾 荣

责任印制: 李 茗

封面设计: 异一设计

出 版 人: 曾庆宇

出版发行: 北京科学技术出版社

社 址: 北京西直门南大街 16 号

邮政编码: 100035

电话传真: 0086-10-66135495 (总编室)

0086-10-66113227 (发行部) 0086-10-66161952 (发行部传真)

电子信箱: [bjkj@bjkjpress.com](mailto:bjkj@bjkjpress.com)

网 址: [www.bkydw.cn](http://www.bkydw.cn)

经 销: 新华书店

印 刷: 北京捷迅佳彩印刷有限公司

开 本: 889mm × 1194mm 1/16

字 数: 3756 千字

印 张: 118.75

版 次: 1992 年 12 月第 1 版 2003 年 9 月第 2 版 2010 年 10 月第 3 版 2016 年 9 月第 4 版

印 次: 2016 年 9 月第 8 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5304 - 8554 - 5/R · 2146

---

定 价: 480.00 元



京科版图书, 版权所有, 侵权必究。

京科版图书, 印装差错, 负责退换。

《血液净化学》全面地介绍了血液净化的基本理论和与时俱进的现代理念;概述了血液净化的基本设备和新的进展;全面地阐明了血液净化的新技术、新方法、新模式;重点描述了血液净化相关的临床问题,包括透析治疗引起的急、慢性并发症,以及引起这些并发症的新机制、新理论。

为了跟上该领域的快速发展,本版增添“体外循环疗法(extracorporeal treatment, ECT)”,内容涵盖传统的体外循环,即心肺分流术(cardiopulmonary bypass, CPB),以及血液净化(blood purification)和体外循环器官支持(extracorporeal organ support, ECOS)的新技术,顺理成章地浮现出“体外循环生命支持系统(extracorporeal life support system, ECLS)”的新概念。如针对多器官功能衰竭(MOF)和脓毒症开展的配对血浆滤过吸附(coupled plasma filtration adsorption, CPFA)、血浆滤过吸附透析(plasma filtration adsorption dialysis, PFAD),以及体外膜式氧合法(extracorporeal membrane oxygenator, ECMO)在心肺衰竭中的应用,被视为 ECLS 中重要的技术支持。

近年连续肾脏替代疗法(continuous renal replacement therapy, CRRT)技术不断革新,在抢救危急、重症患者中发挥重要作用,但也存在不足,将有可能被新的组合技术——杂合肾脏替代疗法(hybrid renal replacement therapy, HRRT)所替代。本书还论述了人工肝(MARS、Prometheus)在肝衰竭中的应用。近年来,吸附、透析、滤过相结合的新技术,在 MOF、脓毒症以及风湿免疫性疾病中发挥重要作用。对于上述新观点和新技术本书都做了专题论述。

本版还增添一章,论述“生物人工肾”,内容包括干细胞移植、器官克隆、肾脏组织工程和异种肾移植。

另外,本书也介绍了尿毒症毒素的新发现和新认识,从而为防治透析治疗引起的慢性并发症提供理论依据和新的治疗方法。

# SUMMARY OF MAIN CONTENTS

---

*Blood Purification*, attempts to provide readers with an overview of blood purification ranging from basic principles to recent state-of-the-art theories in the field. The book largely focuses on new techniques, new methods, and new modalities that have developed since the second edition. In particular clinically-related topics, including acute and chronic complications of hemodialysis, have undergone significant revision in this new edition to reflect new mechanisms and theories.

In order to keep up with the rapid progress in the field, the idea of extracorporeal treatment (ECT), which covers the traditional cardiopulmonary bypass (CPB), continuous blood purification (CPB), as well as newly defined extracorporeal organ support (ECOS), is elaborately introduced in this new edition. The development of ECOS underlies the new concept of an Extracorporeal Life Support System (ECLS). This new concept includes treatment modalities such as coupled plasma filtration adsorption (CPFA) and plasma filtration adsorption dialysis (PFAD) for the treatment of multi-organ failure and sepsis and the extracorporeal membrane oxygenator (ECMO) for heart and pulmonary failure.

Continuous renal replacement therapy (CRRT) has achieved tremendous progress in dealing with critically-ill patients in recent years, but still has shortcomings that need to be corrected. Hybrid renal replacement therapy (HRRT), a promising new modality that may replace CRRT in the near future. The new edition also reviews in detail the application of an artificial liver - molecular adsorbent recirculating system (MARS, and Prometheus). New combined modalities using adsorption, dialysis, and hemofiltration in multi-organ failure, sepsis, and immunological diseases like rheumatoid arthritis are reviewed.

The new edition is also added a chapter, this paper discusses the biological artificial kidney, including stem cell transplant, organ cloning, kidney tissue engineering, heterogeneous and kidney transplantation.

In addition, the new edition of *Blood Purification* also introduces recent research into uremic toxins and the possibilities this research holds for new directions in therapy.

## 编委名单

主 编 王质刚

副主编 郑法雷 史振伟

主编助理 庄守纲 季大玺 尹良红

编 委 (以姓氏笔画为序)

- |     |                      |               |
|-----|----------------------|---------------|
| 丁小强 | 上海复旦大学附属中山医院肾脏科      | 教授、博士生导师      |
| 于仲元 | 北京大学人民医院肾内科          | 教授、博士生导师      |
| 王 莉 | 四川省医学科学院, 四川省人民医院    | 教授、博士         |
| 王 梅 | 北京大学人民医院肾内科          | 教授、博士生导师      |
| 王力宁 | 中国医科大学附属第一医院肾内科      | 教授、博士生导师      |
| 王质刚 | 首都医科大学附属北京友谊医院肾内科    | 教授、博士生导师      |
| 王笑云 | 南京医科大学第一附属医院肾脏科      | 教授、博士生导师      |
| 尹良红 | 暨南大学附属第一医院 肾内科       | 主任医师、教授、博士生导师 |
| 甘建和 | 苏州大学附属第一医院感染科        | 教授、博士生导师      |
| 叶朝阳 | 上海第二军医大学附属长征医院肾脏科    | 教授、博士         |
| 史振伟 | 煤炭总医院肾内科             | 副教授、硕士生导师     |
| 付 平 | 四川大学华西医院肾内科          | 教授、博士生导师      |
| 吕维敏 | 浙江省医疗器械研究所医用水处理与检测中心 | 教授级高级工程师      |
| 庄守纲 | 上海同济大学附属东方医院肾内科      | 教授、博士生导师      |
| 刘必成 | 东南大学附属中大医院           | 教授、博士生导师      |
| 刘伏友 | 湖南医科大学附属第二医院肾内科      | 教授、博士生导师      |
| 刘惠兰 | 首都医科大学附属复兴医院肾内科      | 教授            |
| 刘璠娜 | 暨南大学附属第一医院肾内科        | 副主任医师、硕士生导师   |
| 孙世澜 | 华中科技大学同济医院           | 教授、博士生导师      |
| 孙雪峰 | 中国人民解放军总医院、全军肾脏病研究所  | 教授、博士         |
| 严海东 | 上海东方医院肾内科            | 教授、博士生导师      |
| 李清刚 | 中国人民解放军总医院肾内科        | 副主任医师、博士      |

邹和群	南方医科大学第三附属医院肾内科	教授、博士生导师
邹贵勉	中国人民解放军第 181 医院(全军肾移植与透析治疗中心)	副主任医师、博士
宋 伟	首都医科大学附属北京友谊医院肾内科	工程师
张 凌	中日友好医院肾内科	主任医师、硕士生导师
陈 楠	上海第二医科大学附属瑞金医院肾脏科	教授、博士生导师
范敏华	北京大学附属第三医院肾内科	教授
季大玺	南京军区南京总医院肾脏科	教授、博士生导师
季曙明	南京军区南京总医院肾脏科	教授、博士
周亦伦	首都友谊医院附属朝阳医院肾内科	副主任医师、博士
郑法雷	北京协和医院肾内科	教授、博士生导师
孟建中	济南军区总医院血液净化中心	教授、博士
赵 丽	中日友好医院肾内科	教授
袁伟杰	上海市第一人民医院肾脏科	教授、博士生导师
贾 强	首都医科大学附属宣武医院肾内科	教授
顾汉卿	天津市泌尿外科研究所	教授、博士生导师
郭维方	中日友好医院肾内科	教授
湛贻璞	首都医科大学附属安贞医院肾内科	教授、博士生导师
彭佑铭	湖南医科大学附属第二医院肾内科	教授、博士生导师
薛 骏	上海复旦大学附属华山医院附属肾脏科	副教授

## 主编及副主编简介



**王志刚** 1964 年毕业于,从事普通内科、肾移植术后管理、肾小球疾病以及血液净化临床、科研、教学工作 50 余年。曾任北京友谊医院肾内科主任,现任首都医科大学教授、博士生导师,北京友谊医院学科建设专家组成员、药物评审伦理委员会委员,享受国务院特殊津贴。社会兼职有中国医院协会血液净化中心管理分会副主任委员、全国医用体外循环设备标准化技术委员会副主任委员、国家食品药品监督管理局医疗器械技术审评专家;《中国血液净化》杂志副主编、《国际移植与血液净化》杂志副主编。在国内率先开展多项血液净化技术,并多次获得相关科研成果奖,主编的《血液净化学》获北京市科技专著三等奖。发表论文 120 多篇,主编著作 11 部,副主编 3 部,参编 8 部。

**郑法雷** 1970 年毕业于中国协和医科大学,从医 40 余年。北京协和医院内科教授、博士生导师。1979 年后从事肾脏病的临床与研究,重点为慢性肾衰竭病理生理、肾间质纤维化机制与防治,以及药物肾毒性等方面的研究。1985 年 9 月后在比利时安特卫普大学肾脏病-高血压科做访问学者。近 30 年来已发表医学论文 260 余篇,主编医学专著 3 部,并参与 26 部专著的编写。曾获 1998 年国家科技进步二等奖,2008 年中华医学奖二等奖。现任中华医学会肾脏病分会常务理事、中华医院管理学会血液净化分会副理事长、《中国血液净化》杂志副主编、《中国中西医结合肾病杂志》副主编。历任北京市肾病学会主任委员(2000.1-2007.12);《国际老年肾脏病和泌尿科杂志(英文)》《中华内科杂志》《中华老年医学杂志》《中华肾脏病杂志》《中国糖尿病杂志》《中国实用内科杂志》《肾脏病与透析肾移植杂志》等杂志编委。



**史振伟** 医学博士,主任医师,煤炭总医院肾内科主任、硕士研究生导师,国家食品药品监督管理局体外循环技术委员会副主任委员、国家食品药品监督管理局审评中心专家委员会特聘专家、中国非公立医疗机构协会肾病透析专业分会委员、中国医院管理学会血液净化中心管理分会委员、中国医院管理学会血液净化中心管理分会血管通路学组委员、北京医师协会血管通路专业委员会常务委员、北京生物医学工程学会委员、北京市生物医学工程学会血管通路学组委员;《生物医学工程与临床杂志》《中国组织工程研究与临床康复杂志》等杂志编委。在 SCI 收录期刊、核心期刊发表论文 20 余篇,主编、参编《血液净化学(第 3 版)》《透析与肾移植手册》《血液净化模式及其临床应用》《肾脏病药物治疗学》《血液/浆吸附》《肾病饮食调养 100 招》等著作 6 部。







《血液净化学》荣获北京市科学技术进步奖三等奖

## 第4版前言

拙著《血液净化学》出版多年,再版已多次,非常感谢广大读者对本书的热爱。随着科技的进步,本书内容与当前知识水平差距越显增大。目前我想全面提升、改进本书,但在学识、精力、时间上均不允许,我想会后继有人的,而且相信一定会超过本书现有水平。

随着“再生医学”的发展,当前干细胞移植、器官克隆和组织工程发展迅速,动物实验取得显著成绩,距临床全面应用近在咫尺,鉴于很多年轻肾脏病医生对“再生医学”比较陌生,本人组织部分年轻学者撰写一章“生物人工肾”,内容包括干细胞移植、器官克隆和组织工程,分别阐述各自历史、现状和发展前景。因为作者年轻,学识不深,多望老专家不吝赐教。

由于法规和道德的限制,同种肾移植肾脏来源短缺,严重影响临床需要。异种肾移植,想法很好,也有初步成功的动物实验,很有发展前景,现在面临的主要困难是异种肾移植肾脏来源的优选、免疫耐受的调控等技术问题,相信在不久的将来,这些问题就会得到解决,让我们热切期待。

王质刚

2016年4月于北京

The *Blood Purification* has been in print and again for many years. We thank the readers for their appreciation of this book. With ongoing scientific and technical advances, there is an increasing gap between the contents in this book and current knowledge. My knowledge, energy and time are limited; it is impossible for me to fully upgrade and improve this book at this time. I believe that this work must be carried out by next generation of scholars.

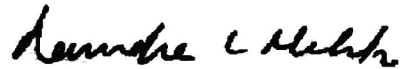
With the development of regenerative medicine, significant advances have been made in the fields of stem cell transplantation, organ cloning and tissue engineering. Thus, their clinical applications may not be far away. Since many young nephrologists are not yet familiar with regenerative medicine, I asked some up-and-coming young scholars to write a new chapter about the “Bioartificial kidney”, which includes history, current status and perspective from the stem cell transplantation, organ cloning, and tissue engineering.

Because of regulatory and ethical issues, there are not enough human kidneys for transplantation. It is a good idea to introduce xenogeneic transplantation, which has been successfully achieved in animal studies. Although there are still difficulties in the selection of xenografts and regulation of immune tolerance, it is believed that these issues will be resolved before long, and we look forward to their clinical application in the near future.

## 第3版序言

As blood purification professionals, it is our goal to do the very best job we can to make dialysis treatments as effective as possible in terms of patient survival and rehabilitation. I am happy to see that my Chinese colleagues have chosen a right direction. In my last few visits to China, I am so excited to find that blood purification technology has been widely applied and is developing at tremendous speed in China, especially in the past ten years.

I am very pleased to be invited to write a forward for this book. After reading the abstract and contents of this book, I realized that Professor. Zhigang Wang and his colleagues were to be highly commended for undertaking the demanding task of compiling new and much needed information in the area of blood purification. Dr. Yang Luo, a visiting scholar from China told me that the former two editions of this book had been regarded as one of the most important reference books in most of dialysis centers in China. This invaluable book is highly recommended to trainees and practitioners in nephrology, and to anyone involved in critical care wishing a comprehension of relevant areas of nephrology. By providing this wonderful instruction in blood purification theory and pragmatic working guidance, I believe that Professor. Zhigang Wang and his colleagues have ultimately served, and admirably so, the needs of the readers who want to get a panoramic view of blood purification.



**Ravindra L. Mehta, M.D., F.A.C.P**

Chairman of Acute kidney Injury committee of International Society of Nephrology, Professor of Medicine in the Division of Nephrology, Director of Clinical Nephrology and Dialysis Programs, UCSD Medical Center and an Associate Director of the GCRC.

## 序言译文

---

对于从事血液净化工作者而言,我们的目标就是尽一切努力提高透析治疗水平,最终达到延长患者生命和提高患者生存质量的目的。我非常高兴地看到,我的中国同道们已经选择了一条十分正确的道路。在既往10年我对中国的访问过程中,我看到血液净化技术在中国得到广泛应用并且发展迅猛。

我非常荣幸为此书作序。通过研读本书内容摘要和目录,我了解到王质刚教授和他的同事们在本版中加入了近年来血液净化领域众多亟待了解的新信息。据在我中心研修的罗洋博士介绍,该书前两版已经成为中国大多数透析中心必备的重要参考书之一。本书不仅适合于肾脏科医生阅读,同时也可作为重症监护中心(ICU)专业人员了解肾脏领域相关知识的参考书籍。通过对血液净化理论与实践的全面阐述,我相信王质刚教授及其同道们一定能为广大读者提供一部血液净化领域中全新的专业书籍。

## Prof. Ravindra L. Mehta 教授简介

---

Ravindra L. Mehta 博士,现任国际肾脏病协会急性肾损伤分会主席,目前就职于加利福尼亚大学圣地亚哥分校 Hillcrest 医疗中心,任该中心肾脏病科主任。Mehta 教授在肾脏病替代治疗领域的学术地位享誉世界,在国际著名杂志上发表论文 300 余篇,并且担任 New England Journal of Medicine、JAMA、Lancet、JASN、KI 等著名医学刊物的审稿人。其主持执行的 PICARD (program to improve care in acute renal disease) 研究堪称近年来急性肾损伤领域内里程碑式的新看点。同时,他还作为主要制定者参与了急性肾损伤的 RIFLE 和 AKIN 定义的制定。在其积极组织 and 倡导下,圣地亚哥 CRRT 血液净化研讨会已经形成规模,成为每年国际肾脏病和重症监护领域交流研究成果、互通有无的重要平台。同时,Mehta 教授还十分热心中国的肾脏病事业发展,在 2008 年四川汶川地震发生后,Mehta 教授曾亲自赴地震灾区指导急性肾损伤的相关治疗,受到我国同道的一致称赞。

## 第3版前言

天地移转,时光飞逝,时代在前进,科学与技术必须与时俱进才能生存。近年血液净化领域飞速进展实在令人惊叹,血液透析(hemodialysis)-血液净化(blood purification)-体外循环疗法(extracorporeal treatment)不仅是名词的变更,更是理论和实践的演变与延伸。从肾脏部分替代到血液净化,再跨越到运用体外循环技术净化、调节并启动机体内在调控机制,支持器官功能、维持生命确实是一个理念、技术的飞跃。很显然,不论从技术或功能视角,传统血液净化已经不能完全包揽血液净化的新理论、新技术、新内容以及新功能,体外循环疗法(包括一切利用体外循环达到治疗、支持器官功能的技术和方法)最能囊括其全貌,应该说它是非生物人工器官发展的完善版。

从此理念出发,本书作者博览群书,精雕细刻,铸就新篇。参加第3版编写的作者基本是我国新一代中青年肾脏病领域的专家,他(她)们有踏实的临床经验,有扎实的理论基础,为本书注入了新鲜血液,增加了本书的普及性、新颖性、可读性,在此我非常感谢所有参编作者所做出的努力。本书应视为大家共同创造的成果,是我们对社会和学术界做出的新贡献。

王质刚

2010年3月1日于北京

## 第2版前言

《血液净化学》第1版已出版10年,得到了广大读者的厚爱,在当时的历史条件下对我国血液净化事业发展起到一定的推动作用。10年来国内外在本领域进展迅速,涉及的深度和广度令人惊叹。随着我国经济快速发展,综合国力显著提高,科学技术也得到蓬勃的进展,作为肾脏病专业的一个分支——血液净化的发展日新月异。据2000年中华医学会统计,全国有肾病专科864个,从事肾病专业人员13 246名,我国有血液透析机4 967台,依靠透析存活的患者约41 755人,其中生存时间最长的已经20年。我国大医院的透析设备、治疗技术和患者生活质量已经接近或达到国外水平。但是国内不同地区发展水平不一,80%的医院和透析专业人员需要提高。学习的快速途径是通过文献和书籍获取。但是国内尚缺乏一本反映国外最新进展、与时俱进的专业著作。热心的读者、广大的同事多次建议再版《血液净化学》。

由于个人的经验和学识有限,为了真实全面地反映本领域国内外的最新进展,故此次编写《血液净化学》第2版聘请了国内有经验的老专家,并邀请了工作在第一线、具有丰富实践经验的中青年专家。

《血液净化学》第2版共22章,字数近170万,是一本内容全面的血液净化专业参考书籍,并可作为研读本专业的研究生和青年医师的教科书。本书内容既有血液净化理论,又有血液净化的基本技术和方法。全书既能体现出血液净化的传统性、系统性、全面性,又能窥见其历史雏形,反映出血液净化的发展历程并描绘出现代新进展。

本书能够再版,要感谢广大热心读者的支持,更要感谢参与本书撰写的各位作者。希望本书的面世能够惠及社会。

王质刚

2003年6月于北京

## 第1版序言

随着人口的增长,按人口比例发病的终末期肾病发病率也在逐年增加,救治这种危重患者的主要手段是肾脏替代,血液净化疗法是肾脏替代的基础。近几年来这一事业已受到国内医学界的密切关注,血液净化医疗技术和设备在我国已开始高速提高和更新。

自从1988年举行全国第一届血液净化会议并成立了中国生物工程学会人工肾学术委员会以后,在卫生部前部长钱信忠博士的不断支持下,在北京友谊医院王质刚主任的辛勤努力下,今年5月又成立了北京血液净化学组。北京不论在血液净化专业人才的培养方面还是血液净化设备更新的速度方面均占全国之首。王质刚主任多年来在这一专业技术的基础理论研究及临床实践方面积累了丰富的丰富经验,他勤奋努力,终于完成了这一著作,这将给我国年轻一代从事这一专业的同志们带来许多信息,进一步促进我国血液净化事业的发展。

谢 桐

1990年于上海

## 第1版前言

近10年来我国血液透析事业发展迅速,截至1989年底,据不完全统计,我国约有305家医院可以做血液透析,其中包括少数区、县级医院。根据同期登记材料,全国已有人工肾机器762台,其中70%~80%从国外进口,目前仍以每年10%左右的速度递增。

全国依赖血液透析存活的患者约19325例,患者存活率和生活质量比以往有明显提高,有的已恢复正常工作。然而我国终末期肾病发病率为95~100人/100万人,等待透析的患者有10万人,故而血液透析有很大的发展潜力。

现代科学技术迅猛发展也促进了医学的飞跃,在血液透析的基础上当今已派生出多种血液净化技术,近年来在国内已相继出现了血液滤过、血液透析滤过、血浆置换和免疫吸附等高、难、新的血液净化方法。

我国血液净化专业队伍也在逐渐形成和发展。1988年在深圳由谢桐教授主持召开了第一次全国血液净化会议,并成立了中国生物医学工程学会人工肾专业委员会,至1989年从事血液净化的医、护、技人员已近千人。尽管我国血液净化技术和专业队伍发展较快,但应该看到,我国血液净化整体水平与国外相比仍存在着一定的差距,医院间的技术水平与发展速度也很不平衡。

当今血液净化技术早已超出血液透析的范畴,治疗指征也不仅是尿毒症,血液净化已成为一门多学科的边缘学科,它可以治疗肾病、血液病、风湿病、免疫性疾病和神经系统疾病等多种跨科别的疾病。有些过去认为是难治之症,通过血液净化技术可以得到神奇的疗效,已引起很多学者和临床工作者的关注和兴趣。遗憾的是,国内这方面专业书籍甚少,广大临床工作者急需一些全面介绍血液净化疗法的参考书,为此,我们编写了这本《血液净化学》。

北京友谊医院是全国首先开展血液透析的单位之一,并较早地从国外引进先进设备,率先在国内开展多项血液净化新技术,形成和建立了独特的治疗常规和管理制度。作者结合自己多年的临床经验和在国外的考察体会,并参阅国外文献编成此书。本书第一部分主要论述血液净化原理、设备和新技术;第二部分介绍血液净化治疗的并发症。书中既推荐了国外最新技术,又介绍了我们自己的临床应用经验。本书中首次采用了国家技术监督局新批准的“血液透析和血液滤过”及“血液透析装置”名词规范术语。为便于读者查找,书后附有部分专业术语中英文对照。由于作者水平有限、时间仓促,难免有不当之处,恳请同道不吝赐教,以求共勉。



在本书编写过程中,承蒙国内有关专家热情支持和诚挚帮助,谢桐教授为本书作序,马腾骧教授对本书重要部分提出宝贵意见,顾汉卿研究员为本书有关章节作过增补和修改,在此表示衷心的感谢。此外,龚安明、卢令格为本书编写部分章节,张韶力为本书整理材料,在此一并致谢。

王质刚

1990年12月于北京