

微循环学

MICROCIRCULATOLOGY

田 牛 著



原子能出版社

微 循 环 学

MICROCIRCULATOLOGY

田 牛 著



原 子 能 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

微循环学/田牛著. —北京:原子能出版社, 2004. 11

ISBN 7-5022-3311-3

I. 微… II. 田… III. 微循环(生理)-研究 IV. Q46

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 110440 号

版权所有 侵权必究

原子能出版社出版发行

(北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码:100037)

出版人:侯惠群

保定市印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:59 字数:1396 千

2004 年 12 月第 1 版 2004 年 12 月第 1 次印刷

印数:1~1000 定价:280.00 元



田牛

作者简介

田牛，1925年生，1947年毕业于中国医大，1956—1959年赴苏留学，获副博士学位。历任助教、讲师、副研究员、一级研究员、教授。1991—2002年任解放军总医院专家组组长。先后筹建了全军和全国性微循环学术组织。现仍任中国病生学会微循环专业委员会主任委员。在放射医学和微循环学领域做了具有开拓性的系统研究，取得了多项重大学术成就，是我国著名的放射医学和微循环学专家。

作为抢救组组长，他组织领导了国内首次及其后二次重大核事故的抢救、诊治，取得成功。在20世纪70年代提出的“狠抓早期、主攻造血、兼顾极期”的急性放射病的治疗研究原则，现在还被认为是急性放射病研究的指导方针。总结大量核试验动物和事故病人资料，阐明了急性放射病的分型、分度、分期的本质和标准，首次提出人的分割多次全身不均匀照射的损伤特点、实际等效剂量的推算公式、早期分类诊断图以及治疗方案等均被纳入国家标准。曾获国家科技进步特等奖（主研之一），荣立一等功，被授予“革命精神和科学态度相结合的标兵”称号。

在国际上首次证明不同器官微血管的辐射敏感性不同，提出从实质细胞、微循环、间质三方面综合判断器官辐射敏感性的新观点，对国际公认的有关辐射敏感性的Bergonie-Tribondeau定律作了重要补充和修正。获军队科技进步一等奖。科学地阐述、规定了微循环的定义、范畴，明确了器官微血管超微结构的异同及八种构型。首创了骨髓、耳廓等多种微循环观察方法并系统规范了常用的研究技术。他的工作奠定了我国微循环研究的基础。曾分别获军队、国家科技成果一、三等奖。率先提出临床微循环综合定量评价方法；建立了多部位、系列化的临床微循环观测方法，在国内广泛应用，使我国临床微循环形成初步完整的体系，荣立二等功。出版了11种专著和参考书，其中二种书分别获全国优秀科技图书奖一等奖和国家北方十省优秀科技图书奖一等奖。培养了大批高级人才。2002年被评为“总后勤部科学技术一代名师”。2003年获解放军总医院建院50周年杰出贡献奖。

先后创建三个（中子损伤、急性放射病实验治疗和微循环）研究室；他的集体在放射病和微循环方面的工作和学风等，深受国内外学术界同行的赞誉。生物力学权威、美国加州大学教授、院士冯元桢评价：“田教授在微循环研究方面最大的特色，是以科学与临床结合。……田教授在这个园地里的成就，足以使中国自豪。”日本顺天堂大学在专题报告的通知书上写道：“田牛先生是代表中国的微循环泰斗”。

内 容 简 介

本书是田牛从事微循环工作近 40 年的研究成果。作者以自己的研究工作为基础,参考国内外有关文献,亲自动笔,历时七年,写成系统论述微循环的一本专著。全书分六大部分:总论(1—5 章)、微循环的基础(6—13 章)、器官微循环(14—31 章)、微循环的改变(32—36 章)、临床微循环(37—42 章)、主要疾病的微循环改变(43—56 章),共 140 万字。各大部分有简明、易懂的介绍,各章后给出小结,以方便读者阅读。

本书在学术思路、取材、论述、编写方面,有一些特点:1. 注意从哲学、自然科学、生命科学高度分析有关的医学问题;2. 探讨从种属进化、个体胚胎发生角度认识器官和微循环;3. 既重视已有的规律性认识,又阐述有前景的创新性观点;4. 努力于基础医学和临床医学的结合;5. 自己(集体)的实践、认识、论著和国内外的报道、论著、进展相结合;6. 力求叙述文字和有关图像相结合;7. 各部分开始前的介绍、各章的本文、章后的小结相结合。

本书的资料丰富全面、纲目清晰系统、论断比较合理有据、文字比较通俗易懂,是一部比较系统、完整的微循环学专著,可供微循环专业人员阅读;又可作为临床、基础医学的有关专家、研究生、大专院校师生参考的微循环全书。

Brief introduction

This work is the research fruit of professor Niu Tian who has been devoting in microcirculation for almost 40 years. Based on his own research work and consulted many literatures, author completes the academic work in which microcirculation is systematically described in seven years. There are 1.4 million words in this book with six main parts, i. e. general introduction (Chapter 1—5), foundation of microcirculation (Chapter 6—13), organ microcirculation (Chapter 14—31), microcirculation alteration (Chapter 32—36), clinical microcirculation (Chapter 37—42), and microcirculation alteration in diseases (Chapter 43—56). In order to easy reading, this book provided brief and easy-understanding introduction in every part and conclusion in every chapter.

With regards to the academic idea, material selection, and dissertation and compilation, there are following characteristics in the book: Firstly, medical issues were analyzed from the standpoint of philosophy, natural science, and life science. Secondly, Organ and microcirculation were understood from the viewpoint of phylogenesis and embryogenesis.

Thirdly, attaching importance to understanding of regulation existed on one hand, to expatiate prospective innovating idea on the other hand. Fourthly, making great effects in combination of basic and clinical medicine. Fifthly, combining our own scientific practice, understanding, and publications to publications, scientific reports and advance both at home and abroad. Sixthly, author did his best to combine the characters to images. Seventhly, the introduction of every section combined to the details and summaries in chapters.

The book is a comparative systematic and integrity academic work on microcirculation, with abundant datum, clear and detailed outline, reasonable and evidentiary conclusion, and straightway character. This book can be used as a academic work by professional devoted to microcirculation, and as a reference book by basic and clinical medicine experts, graduate and undergraduate students who are interested in microcirculation.

序 言

1980年出版《微循环》后,一些同行、同事及师长们曾要我增订再版,由于科研任务重、增改工作量大,只是在1986年发行了第2版。之后,在科研工作的同时,从微循环的专业和思想学术两方面,进行了增改《微循环》的准备工作。1994—1996年原子能出版社高级编辑鲍世宽同志(他是处理34-32核事故英雄集体的突出代表)多次、主动、恳切提出:写一本比较全面的微循环专著,请你一个人执笔。开始我曾十分犹疑,经同事们的鼓励,遂在1997年初开始了《微循环学》的写作。经过7年的努力,经多次、多人的修改,于2004年4月写出第七稿。

这一本书的工作基础是1964年至2003年先后从事“辐射微循环”、“器官微循环”、“基础微循环”、“临床微循环”、“组织通道”的研究。始终参加这些工作的是我亲密的同事刘凤英高级实验师(1964年开始)、刘育英副研究员(1970年开始);参加阶段性工作的主要代表人员先后有单毅、李向红、刘秀华三位主任,梁淑兰、景京、胡金麟、姜澜、郑世荣、宋欣、赵秀梅、韩岳等同志。

本书的著述基础是,1980—1996年先后出版的11种有关微循环的专著,全室人员1976—2003年先后发表的约500篇有关微循环的论文(不完全统计)。写作过程始终遵循下述五项原则:1.尽量较全面地搜集国内外有关资料;2.注意从哲学、生命科学视野理解微循环;3.注意微循环的理论和应用结合、基础和临床的结合;4.注意器官微循环和器官的进化、基本结构、主要功能相联系;5.努力介绍有关微循环的新认识、新观点、新资料。总之,希望本书能成为反映微循环当代水平的参考书。

本书虽是我一个人执笔,实际是集体劳动的结果。许俊妹同志帮助检索部分文献、统计资料、打印文稿;刘凤英同志帮助挑选、编排照片、模式图;王俊华同志帮助编排索引;军事医学科学院的同事王宝勤教授系统审阅、修改了第二稿;我院病理生理研究室刘秀华教授系统审阅了第四稿。按照高级编辑鲍世宽同志于2002年对第五稿、2003年对第六稿的编审意见,综合对近年来有关资料的学习,电镜观察和复习,又先后两次修改书稿,特别对第5章、12章组织通道做了较大的修改和补充,王彦珍、李玉珍、薛会静同志帮助查阅、核对名词、单位、译名,形成第七稿。2004年春节后,特别请刘凤英、王宝勤、刘育英同志核对、排序参考文献,薛会静、田凤岩复核、打印参考文献,赵秀梅同志补查缺、错的文献,核实

性阅读了第五部分、第六部分的全部内容。孙胜同志给予计算机技术方面的一些帮助。我又全文阅读了一、二、三部分,核实性阅读了四、五、六部分。增改第23章“脑微循环”中脑组织通道部分。在写作过程中,我亲爱的妻子罗毅教授,常常在讨论中给我一些启发和帮助。经过集体共同努力,在2004年4月19日正式定稿,交出版社。对于多年来一道工作的同事、写作过程中协助我的同志及有关师长、同道们由衷地表示感谢。

凡不是出自本室的模式图、照片,均在图标题处标出文献号。由于资料、内容、认识深度的不同,各章节的长短不一。

由于我的知识有限、经验不多、思想学术水平不高,这本书不可避免地有些缺点甚至错误,恳请指正,以便修改。

田牛

2004年4月19日

谨将此书献给父亲田阜增(一位具有民族气节、治病疗伤、一生清贫、教子有方,并受到城乡居民尊重的医生)和母亲谢洁岩(勤劳善良、为四代人辛苦终年的家庭妇女),以弥补我58年没有在老人身边尽孝的遗憾!

目 录

CONTENTS

序言

Preface

第一部分 总论

Part I General introduction (1)

第 1 章 科学、知识、逻辑

Chapter 1 Science, knowledge, and logic (2)

1 学点有关“科学、知识、逻辑”的基本知识

Elementary knowledge about science, knowledge, logic (2)

2 科学

Science (2)

2.1 什么是科学

What is science (3)

2.2 科学的分类和结构

Classification and construction of the science (3)

2.3 现代科学的趋势

Tendency of modern science (6)

2.4 矛盾、解决

Contradiction and solution (6)

3 知识

Knowledge (7)

3.1 所谓知识

So-called knowledge (7)

3.2 知识结构

Knowledge structure (8)

3.3 治学态度

Study attitude (9)

4 逻辑

Logic (10)

4.1 为什么要学点逻辑

Why should we learn logic (10)

4.2 什么是逻辑学

What is logic (10)

4.3 形式逻辑的主要内容

Principal content of formal logic (11)

5 小结

Summary (13)

参考文献

References (14)

第 2 章 物质、能量、信息传递形式的演变

Chapter 2 Development in transmission style

of material, energy and information (15)

1 生命活动的基本特征

Elementary characteristics of life activity ... (15)

2 环境和个体

Environment and individual (15)

2.1 生物个体与生活环境的统一

Harmony of living things and environment (15)

2.2 信息传递

Information transmission (16)

2.3 能量传递

Energy transmission (16)

2.4 物质传递(循环)

Material transmission (16)

3 动物的进化

Evolution of animals (17)

3.1 原生动物

Protozoa (18)

3.2 腔肠动物

Coelenterate (18)

3.3	线形动物和扁形动物
3.4	节肢动物
3.5	鱼类
3.6	两栖动物
3.7	爬行动物
3.8	鸟类
3.9	哺乳类
4	物质、能量、信息传递形式的演变
4.1	动物机体与环境间传递形式的演变
4.2	动物机体内部传递形式的演变
5	小结
	参考文献

第3章 微循环和微循环学

1	微循环
1.1	1993年以前的认识
1.2	比较科学的认识
2	微循环学
2.1	微循环学的形成
2.2	微循环学
3	微循环学研究的主要内容
3.1	四个方面
3.2	主要内容
4	微循环学在医学中的地位和意义
4.1	地位
4.2	在基础和临床医学中的意义
5	微循环学发展历史概述
5.1	初始观察阶段(17世纪中叶至19世纪中叶)
5.2	系统观察阶段(19世纪中叶至20世纪中叶)
5.3	综合系统观测阶段(近40年)
6	小结
	参考文献

Horsehair worm and Flatworm	(18)
Arthropod	(19)
Fish	(19)
Amphibian	(20)
Reptile	(21)
Bird	(21)
Mammalia	(22)
Development in transmission style of material, energy, and information	(23)
Development of transmission style between body and surroundings	(23)
Development of transmission style inside body	(24)
Summary	(25)
References	(25)

Chapter 3 Microcirculation and

microcirculatology	(26)
Microcirculation	(26)
Cognition before 1993	(26)
Scientific cognition	(27)
Microcirculatology	(29)
Formation of microcirculatology	(29)
Microcirculatology	(30)
Main studying content of microcirculatology	(30)
Four aspects	(30)
Main content	(31)
Position and significance of microcirculation in medical science	(32)
Position	(32)
Significance in basic and clinical medicine	(33)
Outline of development of Microcirculatology	(34)
Initial observation stage	(35)
Systematical observation stage	(36)
Integrating and systematic observation stage	(37)
Summary	(39)
References	(40)

第4章 微血管生成和退化**1 重要性**

- 1.1 我国古代的认识
- 1.2 近20年国内外的研究
- 1.3 微血管和器官实质细胞
- 1.4 微血管生成和退化的辩证关系

2 微血管新生

- 2.1 两种过程
- 2.2 三胚层的形成
- 2.3 血管新生

3 血管生成

- 3.1 五个阶段
- 3.2 细胞外基质
- 3.3 血管生成产生的特定物质

4 血管退化

- 4.1 内皮细胞的新生和退化
- 4.2 血管生成抑制物

5 血管生成、退化与疾病的关系

- 5.1 肿瘤
- 5.2 创伤
- 5.3 糖尿病视网膜病
- 5.4 心脏疾病
- 5.5 妇科疾病
- 5.6 其它

6 小结**参考文献****第5章 淋巴管和组织通道的发生****1 淋巴管的发生**

- 1.1 淋巴管的种属进化
- 1.2 人球结膜淋巴管的生成

2 组织通道的发生

- 2.1 无腔无壁组织通道的演化

Chapter 4 Neogenesis and**degeneration of microvessel** (42)**Significance** (42)**Understanding in ancient times of China** (42)**Research at home and abroad in****recent 20 years** (42)**Microvessels and parenchyma cells in organs** ... (43)**Relation between neogenesis and
degeneration of microvessels** (43)**Vascularization and degeneration** (43)**Two kinds of process** (43)**Formation of three germinal layer** (44)**Vascularization** (45)**Angiogenesis** (47)**Five phases** (48)**Extracellular stroma** (48)**Essential substances** (51)**Degeneration of vessels** (51)**Neogenesis and degeneration of
endothelial cells** (51)**Inhibitors of angiogenesis** (52)**Diseases and angiogenesis, dege-
neration of blood vessel** (52)**Tumor** (52)**Wound** (53)**Diabetic retinopathy** (53)**Heart diseases** (53)**Gynecological diseases** (53)**Others** (53)**Summary** (54)**References** (54)**Chapter 5 Evolution of lymphatic****and tissue channel** (59)**Evolution of lymphatic vessels** (59)**Phylogenesis of lymphatic vessels** (59)**Evolution of lymphatic in human conjunctiva** ... (61)**Evolution of tissue channels** (62)**Evolution of tissue channels
without lumen and wall** (63)

2.2 有腔有壁组织通道的演化	Evolution of tissue channels with lumen and wall (65)
3 小结	Summary (68)
参考文献	References (69)
第二部分 微循环的基础	Part II Foundation of microcirculation (71)
第6章 微血管的形态和超微结构	Chapter 6 Morphology and ultrastructure of microvessel (73)
1 微血管的区段划分	Classification of microvessel segments (73)
1.1 微血管的分类	Classification of microvessels (73)
1.2 微血管的管径	Diameter of microvessels (74)
1.3 小动脉、小静脉和微血管	Small artery, small vein and microvessels ... (74)
1.4 微循环活体观察下微血管区段的区分	Classification of microvessels in vivo (75)
2 微血管的形态	Morphology of microvessels (76)
2.1 脉络膜的血管密度	Density of choroidal blood vessels (76)
2.2 大鼠脉络膜血管的光镜观察	Microscopic observation of choroidal blood vessel in rat (76)
3 微血管的超微结构	Ultrastructure of microvessels (77)
3.1 内皮细胞	Endothelial cell (78)
3.2 基底膜	Basement membrane (80)
3.3 周细胞	Pericyte (81)
3.4 平滑肌细胞	Smooth muscle cell (82)
3.5 微血管各区段结构的比较	Comparison of structure of microvessel segment (83)
4 血管分枝汇合部——血管括约肌的 结构	Structure of sphincter in division-joint of blood vessels (84)
4.1 分枝汇合部的结构	Structure of division-joint (84)
4.2 分布	Distribution (85)
4.3 总的认识	Cognition (86)
5 血管的吻合枝和短路枝	Anastomoses and short circuit of blood vessels (87)
5.1 动动脉、静静脉吻合枝	Arterial and vein anastomoses (87)
5.2 动静脉短路枝	Arterial and vein short circuit (87)
6 微血管构型	Configuration of microvessel (88)
7 小结	Summary (89)
参考文献	References (90)

第7章 微循环的功能**1 保证微循环基本功能的六项条件**

- 1.1 心脏泵血
- 1.2 动脉运送
- 1.3 接触面积
- 1.4 接触时间
- 1.5 微血管的通透性
- 1.6 收容回输

2 血液和血管

- 2.1 血液的主要流动性性质
- 2.2 血管

3 血液流动

- 3.1 血液流动的主要参数
- 3.2 血液流动

4 机体的血流

- 4.1 脉流和稳流
- 4.2 层流和紊流
- 4.3 雷诺数(Re)和湍流
- 4.4 微血管各区段功能特点

5 物质、能量、信息传递的场所

- 5.1 四个区域、三种界面
- 5.2 微血管的通透性
- 5.3 通透微血管壁的形式和过程
- 5.4 通透途径及其影响因素

6 小结**参考文献****第8章 微血管代谢****1 血管的氧耗**

- 1.1 视网膜、动脉平滑肌的氧耗
- 1.2 大鼠血管的氧耗

Chapter 7 Function of**microcirculation** (92)Six guarantee conditions for
microcirculation function (92)

Pumping blood of heart (92)

Transport through artery (92)

Area of contact (92)

Duration of contact (93)

Permeability of microvessel wall (93)

Acception and return back (93)

Blood and vessel (94)

Fluidity of blood (94)

Blood vessel (94)

Blood streaming movement (96)

Principal parameter of blood flow (96)

Blood flow (98)

Blood flow in the body (99)

Pulse flow and steady flow (99)

Laminar flow and turbulent flow (99)

Reynolds number and rapid current (99)

Function characteristics of
microvessel segments (101)Place for transmission of material,
energy, and information (102)

Four districts and three interface (102)

Permeability of microvessel wall (103)

Process of substances passing through
microvesicular wall (104)

Passway and influence (107)

Summary (107)

References (109)

Chapter 8 Metabolism of**microvessel** (111)

Oxygen consumption (111)

Oxygen consumption of retinal artery
smooth muscle (111)

Oxygen consumption of rat artery (112)

2 内皮细胞	Endothelial cell	(112)
2.1 合成、分泌维持内皮结构稳定的物质	Synthesis, secretion substances to stabilize endothelium	(112)
2.2 血管内皮细胞合成、释放抗凝血与促凝血物质	Clotting and anticlotting substances synthesized and released by vascular endothelial cells	(113)
2.3 血管内皮细胞合成、释放血管活性物质	Vascular active substances synthesized and released by vascular endothelial cells	(114)
2.4 血管内皮细胞摄取、转换或灭活血循环与局部产生的活性物质	Active substances taken, transformed or inactivated by vascular endothelial cells	(118)
2.5 血管内皮细胞在血细胞与内皮细胞间黏附中的作用	Role of vascular endothelial cells in adhesion of blood cell	(118)
2.6 血管内皮细胞合成释放的促进与抑制平滑肌细胞生长的物质	Synthesis and release of substance related growth of smooth muscle	(119)
3 基底膜	Basement membrane	(121)
3.1 基底膜的产生和构成	Production and construction	(121)
3.2 血管内皮基底膜的特有成分	Particular components	(121)
4 血管平滑肌	Vascular smooth muscle	(123)
4.1 两种表型	Two phenotypes	(123)
4.2 血管平滑肌细胞的表型转变	Transmission of the phenotypes	(124)
4.3 内皮细胞和基质的影响	Effect of endothelial cell and stroma	(125)
5 小结	Summary	(126)
参考文献	References	(127)

第9章 微循环的调节

Chapter 9 Regulation of microcirculation	(131)
1 人体是一个稳变、衡动、和竞的巨系统	Human body: a giant system of homeostasis-alteration, balance-movement, and harmony-competition
1.1 我国古代对人体和环境关系的认识	Understanding of relation between human and environment in Chinese ancient times
1.2 恒稳态	Homeostasis
1.3 稳变、衡动、和竞	Homeostasis-alteration, balance-movement, and harmony-competition
2 微循环调节的根本任务——两类微循环调节	Fundamental responsibility of microcirculation regulation—two types of regulation
2.1 保持相对稳定性——稳定性调节	Steady regulation
2.2 保证应变性的变动——应变性调节	Adaption regulation

2.3 微循环调节的根本任务	Fundamental responsibility of microcirculatory regulation	(134)
3 全身性调节和局部性调节	Systematic and local regulation	(135)
3.1 全身性调节	Systematic regulation	(135)
3.2 局部(近距离)性调节	Local regulation	(135)
4 调节的作用环节	Affecting key-points of regulation	(136)
4.1 全身性调节的作用环节	Systematic regulation	(136)
4.2 局部性调节的作用环节	Local regulation	(136)
5 调节机制	Mechanisms of regulation	(137)
5.1 神经性调节机制	Nervous regulation	(137)
5.2 体液调节	Humoral regulation	(140)
5.3 代谢性调节	Metabolic regulation	(143)
5.4 肌原性调节和血流自动调节	Myogenic and auto-regulation	(144)
5.5 调节在变化、变动、竞争中的整体和谐、协 同、合作	Harmony and cooperation existed in regulation	(145)
6 小结	Summary	(145)
参考文献	References	(146)
第10章 内皮细胞	Chapter 10 Endothelial cells	(148)
1 内皮细胞的发生	Development of endothelial cells	(148)
2 形态	Morphology	(148)
2.1 一般形态	General morphology	(149)
2.2 超微结构	Ultrastructure	(150)
2.3 内皮细胞的连接	Junction of endothelial cells	(151)
3 功能	Function	(152)
3.1 保证血液通畅流动	Maintenance of blood flow	(152)
3.2 屏障作用	Barrier	(154)
4 内皮细胞的代谢	Metabolism of endothelial cells	(156)
4.1 摄取、转换、改变活性	Taking, transformation, and activity-altering	(156)
4.2 合成、释放舒血管活性物质	Synthesis and release of vasodilator substances	(157)
4.3 血管内皮细胞合成与释放的缩血管活性物 质	Synthesis and release of vasoconstrictor substances	(158)
4.4 内皮细胞合成释放的促进与抑制平滑肌 细胞生长的物质	Synthesis and release of smooth muscle cell-growth-regulating substances	(160)
5 内皮细胞受体	Receptors in endothelial cells	(161)
5.1 肾上腺素受体	Adrenoceptor	(161)

5.2 血管内皮细胞生长因子受体	Vascular endothelial cell growth factor receptor (162)
5.3 P 物质受体	P-substance receptor (162)
5.4 低密度脂蛋白受体	Low density lipoprotein receptor (162)
5.5 其它受体	Other receptors (162)
6 小结	Summary (163)
参考文献	References (164)
第 11 章 淋巴微循环	Chapter 11 Lymphomicrocirculation ... (166)
1 出现淋巴管系统的必然性	Development necessity of lymphatic system (166)
1.1 清除组织间隙的三种机制	Three kinds of mechanisms to eliminate large molecular materials from tissue space (166)
1.2 三种机制的协调	Coordination of the three mechanisms (167)
2 淋巴管区段的划分和超微结构	Partition and ultrastructure of lymphatic vessel (168)
2.1 淋巴前腔隙	Prelymphatic space (168)
2.2 初始淋巴管	Initial lymphatic vessel (168)
2.3 初始后淋巴管	Post initial lymphatic vessel (171)
2.4 汇集淋巴管	Collecting lymphatic vessel (171)
2.5 小淋巴管和大淋巴管	Small and large lymphatic vessel (172)
3 淋巴液的形成——初始淋巴管的功能	Formation of lymph—function of initial lymphatic vessel (172)
3.1 一般论述	General description (172)
3.2 淋巴形成的过程	Process of lymph formation (174)
4 淋巴微循环	Lymphomicrocirculation (175)
4.1 概念	Concept (175)
4.2 淋巴微循环的特点	Characteristics of lymphomicrocirculation ... (176)
5 淋巴的流动	Lymph flow (177)
5.1 淋巴压	Lymph pressure (177)
5.2 淋巴流量	Lymph flow (178)
5.3 收缩和自主性节律收缩	Contraction and vasomotion (179)
5.4 大鼠淋巴管的氧耗	Oxygen consumption of rat lymphatic vessel ... (179)
5.5 淋巴循环的调节	Regulation of lymphomicrocirculation (180)
5.6 意义和问题	Significance and problem (181)
6 小结	Summary (181)
参考文献	References (182)