

朱思明 编

ESSENTIALS OF PHYSIOLOGY 生理学纲要

北京科学技术出版社

生 理 学 纲 要

朱思明 编

 北京科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

生理学纲要/朱思明编. —北京:北京科学技术出版社,2003.1
ISBN 7-5304-2704-0

I. 生... II. 朱... III. 人体生理学-医学院校-
自学参考资料 IV. R33
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 078996 号

生理学纲要

作 者:朱思明
责任编辑:邬扬清
责任校对:黄立辉
责任印制:张继茂
封面设计:李 辉
出 版 人:张敬德
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:0086-10-66161951(总编室)
0086-10-66113227 0086-10-66161952(发行部)
电子信箱:bkjpress@95777.com
经 销:全国新华书店
印 刷:三河市腾飞胶印厂印刷
开 本:787mm×1092mm 1/16
字 数:505 千
印 张:20.25
印 数:1~5000
版 次:2003 年 1 月第一版
印 次:2003 年 1 月第一次印刷
ISBN 7-5304-2704-0/R·630

定 价:32.00 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。

内 容 简 介

本《生理学纲要》按照生理学传统章节划分原则,共分为 12 章。各章均由学习要求、学习内容、复习思考题三个相关部分组成。本书的学习内容是以大纲提要的形式,将高等医药院校的通用的生理学教材,按照《生理学大纲》的要求,提纲挈领地进行了精简浓缩、择要编撰而成。目的是为了满足不同读者能够在较短的时间内,通过自学、复习,提高业务水平、满足自学考试的需求。

为了帮助读者通过自学复习后,进行自我考核、了解学习效果,本教材附录中提供 10 套生理学组合试题的考卷示例,各组合试卷均由名词解释题、填空题、选择题和问答思考题四种题型组成,共计含有试题 430 题(项)。各项组合试题的参考答案,分别附于各个组合试卷之末,以供读者必要时参阅对照。该 10 套生理学组合试题的考卷示例,既可作为各类生理学试卷命题时参考,又可作为复习迎考自我考查时的模拟试卷使用。

本教材可供医学、药学、农学、师范等高等院校的师生在进行生理学常规教学时作为基础参考读物。而且尚可供医药卫生系统、农学及师范教育系统的科技人员在职称晋升考试时以及广大医护人员参加自学考试、复习迎考生理学时使用,也可作为相应的短期辅导班的实用辅导教材。

前 言

根据国家教委所提出的“九五”期间教材工作的指导方针,即“深化改革,加大投入,抓好重点,提高质量,扩大品种,优化配套”,我们生理学配套教材编写组接受北京科学技术出版社的委托,承担了《生理学纲要》的组织编写任务。本生理学纲要由江苏省生理学会名誉理事长、南京医科大学朱思明教授主编,参考由南京医科大学、上海医科大学、上海第二军医大学、河北医科大学、浙江医科大学、大连医科大学、山西医科大学、中国医科大学、首都医科大学、苏州医学院、汕头大学医学院和昆明医学院等 12 所高等医学院校的 23 位高年资教师参编,朱思明教授担任主编的生理学配套教材《医学生理学》和《生理学学习提纲》,组织汇编撰写而成。在此谨向以上作者致以衷心的感谢和敬意。

本《生理学纲要》按照生理学传统章节划分原则,共分为 12 章。各章均由学习要求,学习内容,复习思考题三个相关部分组成。本书的学习内容是以大纲提要的形式,将高等医药院校通用的《医学生理学》教材,按照《生理学大纲》的要求,提纲挈领地进行精简浓缩、择要编撰而成。目的是为了满足不同读者能够在较短的时间内,通过自学、复习,提高业务水平以及参加自学考试的需求。

为了兼顾各个层次(包括研究生、本科生、大专生、在职人员参加晋升考试和自学考试者等)迎考生理学读者的要求,帮助读者通过自学复习后,进行自我考核、了解学习效果,本教材特地在附录中提供了 10 套生理学组合试题的考卷示例。

各组合试卷均由名词解释题、填空题、选择题和问答思考题四种题型组成,共计含有试题 430 题(项)。各项组合试题的参考答案,分别附列于各个组合试卷之末,以供读者必要时参阅对照。该 10 套生理学组合试题的考卷示例,既可作为各类生理学试卷命题时参考,又可作为复习迎考、自我考查时的模拟试卷使用。因此,各类复习应考人员,可以根据不同层次的教学大纲或考试提纲的具体要求自行选择,复习应考。

本教材可供医学、药学、农学、师范等高等院校的师生在进行生理学常规教学时作为基础参考读物。而且尚可供医药卫生系统、农学及师范教育系统的科技人员在职称晋升考试时,以及广大医护人员参加自学考试、复习迎考生理学时使用,也可作为相应的短期学习班的实用辅导教材。

由于我们的知识和能力有限,书中难免仍有不妥之处,热忱欢迎读者不吝赐教,以便再版时予以修订。

朱思明

2001 年 10 月 1 日于南京

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 生理学的研究内容和方法	(1)
一、生理学的研究内容	(1)
二、生理学的研究方法	(2)
第二节 生命的基本特征	(2)
一、新陈代谢	(2)
二、兴奋性	(2)
三、适应性	(3)
第三节 人体生理功能的调节	(3)
一、内环境与稳态	(3)
二、生物节律	(3)
三、人体功能活动的调控方式	(4)
四、生理功能的自动控制原理	(5)
第二章 机体细胞的基本功能	(7)
第一节 细胞膜的基本结构及其物质转运功能	(7)
一、细胞膜的化学组成和分子结构	(7)
二、细胞膜的物质转运功能	(8)
第二节 细胞的跨膜信号转导功能	(11)
一、跨膜信号转导的概念	(11)
二、跨膜信号转导的主要方式	(11)
三、原癌基因与跨膜信号转导	(14)
第三节 细胞的生物电现象和兴奋性	(14)
一、细胞生物电现象的物理化学基础	(14)
二、细胞的生物电活动及其产生机制	(14)
三、兴奋的引起和兴奋传导的机制	(16)
四、兴奋性及其影响因素	(18)
第四节 兴奋在细胞间的传递	(19)
一、化学传递	(19)
二、缝隙连接处的电传递	(21)
第五节 肌细胞的收缩功能	(21)
一、骨骼肌的结构与肌丝的分子组成	(21)
二、骨骼肌的收缩机制	(24)

三、骨骼肌收缩的形式和力学分析·····	(26)
四、平滑肌的结构和生理特性·····	(29)
第三章 血液 ·····	(32)
第一节 概述 ·····	(32)
一、体液和机体的内环境·····	(32)
二、血液的组成·····	(32)
三、血液的理化特性·····	(34)
四、血液的主要功能·····	(35)
第二节 红细胞生理 ·····	(36)
一、人体的造血过程·····	(36)
二、红细胞的形态、数量与功能 ·····	(36)
三、红细胞的生成与破坏·····	(37)
四、红细胞生成的调节·····	(38)
第三节 白细胞生理 ·····	(39)
一、白细胞的分类及其正常数值·····	(39)
二、各类白细胞的功能·····	(39)
第四节 血小板生理 ·····	(41)
一、血小板的形态和数量·····	(41)
二、血小板的生理特性·····	(41)
三、血小板的生理功能·····	(41)
第五节 血液凝固和纤维蛋白溶解 ·····	(42)
一、生理性止血的基本过程·····	(42)
二、血液凝固与抗凝·····	(43)
三、纤维蛋白溶解与抗纤溶·····	(46)
第六节 血量、输血和血型·····	(48)
一、血量·····	(48)
二、输血·····	(48)
三、血型·····	(48)
四、输血的原则·····	(52)
第四章 血液循环 ·····	(54)
第一节 心动周期 ·····	(55)
一、心动周期的概念·····	(55)
二、心动周期中心腔内的压力、容积、瓣膜启闭及血流方向的变化·····	(56)
三、心动周期中心房内的压力变化·····	(58)
四、心音·····	(58)
第二节 心脏的泵血功能 ·····	(61)
一、心房和心室在心脏泵血功能中的作用·····	(61)

二、心脏泵血功能的评估·····	(61)
三、影响心输出量的因素·····	(62)
四、心脏泵血功能的贮备·····	(63)
第三节 心脏的生物电活动·····	(64)
一、心肌细胞的跨膜电位·····	(64)
二、心肌细胞生物电现象产生的机制·····	(66)
三、心脏自动节律起搏的机制·····	(68)
四、心肌细胞的跨膜离子电流·····	(69)
第四节 心肌的生理特性·····	(70)
一、心肌的兴奋性·····	(70)
二、心肌的自律性·····	(73)
三、心肌的传导性·····	(74)
第五节 心脏生物电活动的检测·····	(76)
一、体表心电图·····	(76)
二、希氏束电图·····	(80)
三、窦房结电图·····	(81)
第六节 血管生理·····	(82)
一、各类血管的结构和功能特点·····	(82)
二、血流动力学·····	(82)
三、动脉血压和动脉脉搏·····	(83)
四、微循环·····	(84)
五、组织液·····	(86)
六、淋巴液·····	(86)
七、静脉血压与静脉回心血量·····	(87)
第七节 心血管活动的调节·····	(88)
一、神经调节·····	(88)
二、体液调节·····	(90)
三、自身调节·····	(91)
第八节 血量的调节·····	(92)
一、神经和体液对血量的调节·····	(92)
二、急性失血时的生理反应·····	(92)
第九节 器官循环·····	(93)
一、冠脉循环·····	(93)
二、肺循环·····	(93)
三、脑循环·····	(94)
第五章 呼吸·····	(97)
第一节 肺通气·····	(98)
一、呼吸道的结构特征及其生理功能·····	(98)

二、肺通气的原理·····	(98)
三、肺容量与肺通气量·····	(101)
第二节 呼吸气体的交换·····	(103)
一、呼吸气体交换的物理学基础·····	(103)
二、气体交换的动力·····	(104)
三、气体交换的过程·····	(104)
四、影响气体交换的因素·····	(105)
第三节 气体在血液中的运输·····	(106)
一、O ₂ 的运输·····	(106)
二、CO ₂ 的运输·····	(107)
第四节 呼吸运动的调节·····	(110)
一、呼吸中枢与呼吸节律·····	(110)
二、呼吸的反射性调节·····	(111)
三、呼吸的化学性调节·····	(112)
四、周期性呼吸·····	(113)
五、运动时呼吸的变化及其调节·····	(115)
第六章 消化和吸收·····	(117)
第一节 概述·····	(117)
一、消化道平滑肌的特性·····	(117)
二、消化道的神经支配及其作用·····	(118)
三、消化腺所分泌的消化液及其作用·····	(118)
四、胃肠道激素和消化道的免疫功能·····	(120)
第二节 口腔内消化与食管的功能·····	(120)
一、唾液·····	(121)
二、咀嚼与吞咽·····	(121)
三、食管的功能·····	(121)
第三节 胃内消化·····	(121)
一、胃液的分泌·····	(121)
二、胃的运动·····	(123)
第四节 小肠内消化·····	(124)
一、胰液·····	(124)
二、胆汁与肝脏·····	(125)
三、小肠液·····	(126)
四、小肠的运动·····	(127)
第五节 大肠的功能·····	(127)
一、大肠液的分泌·····	(127)
二、大肠内细菌的活动·····	(127)
三、大肠运动与排便反射·····	(128)

第六节 吸收	(128)
一、吸收过程概述	(128)
二、各种主要营养物质的吸收	(128)
第七章 能量代谢与体温	(131)
第一节 能量代谢	(131)
一、机体能量的来源与去路	(131)
二、能量代谢的测定原理和方法	(133)
三、影响能量代谢的因素	(137)
四、基础代谢率	(137)
第二节 体温及其调节	(138)
一、体温	(138)
二、机体产热和散热的平衡	(139)
三、体温调节	(141)
第八章 肾脏的排泄功能	(144)
第一节 肾脏的功能解剖和血液循环特征	(144)
一、肾脏的功能解剖	(144)
二、肾脏血液循环的特征及其调节	(145)
三、肾脏功能概述	(147)
第二节 肾小球的滤过功能	(147)
一、肾小球的滤过、肾小球的滤液和肾小球的滤过率	(147)
二、滤过膜及其通透性	(147)
三、肾小球滤过的动力——有效滤过压	(148)
四、影响肾小球滤过的因素	(148)
五、肾小球滤过率的调节	(149)
第三节 肾小管和集合管的转运功能	(149)
一、肾小管和集合管的重吸收功能	(149)
二、影响肾小管和集合管重吸收的因素	(150)
三、肾小管和集合管的分泌和排泄功能	(150)
第四节 尿液的浓缩和稀释	(151)
一、尿浓缩和稀释的机制	(151)
二、浓缩尿和稀释尿的形成	(153)
第五节 肾脏泌尿功能的调节	(153)
一、抗利尿激素(ADH)	(153)
二、醛固酮的作用	(154)
三、利尿钠激素	(154)
第六节 血浆清除率	(154)
一、血浆清除率的概念和计算方法	(154)

二、测定血浆清除率的意义	(155)
第七节 尿的排放	(155)
一、膀胱和尿道的神经支配	(155)
二、排尿反射	(156)
第九章 感觉器官	(158)
第一节 感受器与感觉器官	(158)
一、感受器和感觉器官的概念	(158)
二、感受器的分类	(159)
三、感受器的一般生理特性	(159)
第二节 视觉器官	(160)
一、眼的折光系统的功能	(160)
二、眼的感光系统的功能	(163)
三、有关视觉的几个问题	(166)
第三节 听觉器官	(169)
一、传音系统的功能	(169)
二、耳蜗的感音功能	(170)
三、听觉的传导径路	(173)
第四节 前庭器官	(174)
一、椭圆囊和球囊的功能	(174)
二、半规管壶腹嵴的功能	(174)
三、眼震颤和前庭反应	(175)
第五节 嗅觉和味觉	(175)
一、嗅觉	(175)
二、味觉	(175)
第十章 神经系统	(179)
第一节 神经系统细胞的功能与神经元间的信息传递	(180)
一、神经元与神经胶质细胞的功能	(180)
二、神经纤维的兴奋传导功能	(181)
三、神经纤维的轴浆的运输与营养性功能	(183)
四、神经元间信息的传递形式及其结构基础	(183)
五、神经递质	(185)
第二节 反射活动的一般规律	(189)
一、反射与反射弧	(189)
二、中枢神经元的联系方式	(190)
三、反射中枢的兴奋与抑制过程	(191)
四、反射活动的反馈性调节	(194)
第三节 中枢神经系统的感觉功能	(195)

一、脊髓的感觉传导功能	(195)
二、丘脑的感觉功能	(197)
三、大脑皮质的感觉分析功能	(199)
四、痛觉	(200)
第四节 中枢神经系统对躯体运动的调节	(205)
一、脊髓对躯体运动的调节	(205)
二、脑干对躯体运动的调节	(207)
三、小脑对躯体运动的调节	(209)
四、基底神经节对躯体运动的调节	(210)
五、大脑皮质对躯体运动的调节	(211)
第五节 神经系统对内脏活动的调节	(214)
一、自主神经系统的结构和功能	(214)
二、脊髓对内脏活动的调节	(216)
三、低位脑干对内脏活动的调节	(216)
四、下丘脑的结构和功能	(216)
五、大脑皮质对内脏活动的调节	(219)
第六节 本能行为和情绪反应的神经调节	(220)
一、本能行为和情绪反应	(220)
二、本能行为的调节	(220)
第七节 脑的高级功能和脑电图	(221)
一、条件反射	(221)
二、学习和记忆	(222)
三、大脑皮质的语言中枢和一侧优势	(223)
四、脑电图和皮层诱发电位	(224)
五、觉醒和睡眠	(228)
第十一章 内分泌	(231)
第一节 概述	(231)
一、内分泌的概念	(231)
二、激素的一般作用	(231)
三、激素的化学分类	(231)
四、激素作用的原理	(232)
五、激素的合成、释放、运输与代谢	(234)
第二节 下丘脑的内分泌功能	(235)
一、下丘脑的肽能神经元	(235)
二、下丘脑与垂体间的结构和功能联系	(236)
第三节 腺垂体	(236)
一、腺垂体激素的生理作用	(236)
二、腺垂体激素分泌的调节	(237)

第四节 神经垂体	(238)
一、神经垂体激素的生理作用	(238)
二、神经垂体激素分泌的调节	(239)
第五节 甲状腺	(239)
一、甲状腺激素的合成、贮存和释放	(239)
二、甲状腺激素的生理作用	(240)
三、甲状腺功能的调节	(240)
第六节 甲状旁腺激素、维生素 D ₃ 与降钙素	(241)
一、甲状旁腺激素(PTH)	(241)
二、维生素 D ₃ (VD ₃)	(242)
三、降钙素(CT)	(242)
第七节 胰岛	(243)
一、胰岛素	(243)
二、胰高血糖素	(244)
三、生长抑素	(244)
四、胰岛激素的相互作用	(244)
第八节 肾上腺	(244)
一、肾上腺皮质	(244)
二、肾上腺髓质	(247)
第九节 其他内分泌激素	(247)
一、前列腺素(PG)	(247)
二、松果体激素	(247)
三、胸腺素	(248)
第十二章 生殖	(249)
第一节 男性生殖系统	(249)
一、睾丸的生理功能	(249)
二、睾丸生理功能的调节	(249)
第二节 女性生殖系统	(250)
一、卵巢的生理功能	(250)
二、卵巢生理功能的调节	(252)
三、月经周期及其调节	(252)
四、妊娠与授乳	(254)
附录:生理学组合试题示例	(255)
生理学组合试题示例(一)	(255)
生理学组合试题示例(二)	(260)
生理学组合试题示例(三)	(265)
生理学组合试题示例(四)	(271)

生理学组合试题示例(五)	(276)
生理学组合试题示例(六)	(281)
生理学组合试题示例(七)	(286)
生理学组合试题示例(八)	(292)
生理学组合试题示例(九)	(298)
生理学组合试题示例(十)	(303)

第一章 绪 论

学习要求

1. 对生理学的研究领域和学习生理学的目的有概括性的认识。
2. 了解生理学的研究内容和研究方法。
3. 熟悉生命的基本特征及其表现。
4. 掌握机体的内环境和人体功能活动相对稳态的概念及其重要的生理学意义。
5. 熟悉人体生物节律的存在及其生理学意义。
6. 掌握人体生理功能活动的主要调节方式。
7. 熟悉人体生理功能自动调控中反馈机制的重要生理意义。

学习内容

生理学是生物学的一个分支学科,是研究生物机体生命活动规律的科学,也就是研究机体生理功能活动规律及其机制的科学。生理学是人体科学中的一门重要的医学基础课程,是医药院校学生必修的医学基础知识。

第一节 生理学的研究内容和方法

一、生理学的研究内容

人体生理学的研究内容是人体生理功能活动的规律,以及内、外环境发生变化对人体生命活动的影响及其产生机制。

人体生理学的研究,可以分为以下三个不同水平的研究:

(一) 细胞、分子水平的研究

主要是研究人体各种细胞的超微结构的功能活动,以及细胞内各种物质分子的物理化学变化过程。通常将这一方面的研究内容称为**细胞和分子生理学**。例如,研究神经细胞、肌肉细胞和腺体细胞的生物电活动及其产生机制,以及它们的生理活动特性等。

(二) 器官、系统水平的研究

主要是研究人体各种器官和系统生理功能活动的规律及其调控机制,以及它们对整体水平的生理功能有何作用和意义等,通常称之为**器官生理学或系统生理学**。例如,心脏生理学、呼吸生理学、内分泌生理学、生殖生理学,等等。长期以来,器官、系统生理学中对器官和系统生理活动过程及其调控机制的研究,是生理学历史发展过程中的重要组成部分。

(三) 整体水平的研究

主要是研究人体各个系统之间的功能联系,以及正常人体内、外环境之间维持相对平衡的生理过程及其产生机制。例如,人在劳动、高温、潜水等生活条件下,将发生哪些生理功能活动

的变化;此时,人体的心血管系统、呼吸系统、神经系统、内分泌系统等方面相互之间,在完整体的条件下将发生哪些相应的效应,等等。

整体生理学是一项十分复杂的生理学研究课题。它要求被研究的人体或动物应处于清醒的生理状态,同时还要尽量避免人体或动物受到伤害和不应有的影响;因此,我们应当尽量选用无创伤性研究方法。

由此可见,整体生理学研究的内容和成果,并不等于细胞分子生理学和器官、系统生理学知识在量上的相加。在开展三个不同水平和层次的生理学研究工作中,应当十分注意不同水平研究所得到的结果,有其共性和个性。在从事微观、局部的分析性研究的同时,还要经常想到从事宏观、整体的综合性研究的重要作用及其生理意义,切不可“以管窥豹”,否则难免有失。

二、生理学的研究方法

生理学是一门实验性科学。生理学的知识来源于实践,主要来源于生活实践、实验研究和临床研究的实践。在实践过程中,生理学的研究方法可分为急性动物实验方法和慢性动物实验方法两大类。

急性动物实验方法又可分为离体细胞、组织、器官的实验方法和活体解剖实验方法两类;**慢性动物实验方法**指的是在完整而且清醒的动物身上,并在机体保持内、外环境处于相对稳定的条件下,对动物进行各种实验研究的方法。例如,应用外科无菌手术制备各种器官的瘘管,以及摘除或破坏某些器官,以开展对该器官和系统的生理功能方面的研究。

近年来,随着生物电子学的发展,以及遥控、遥测技术,体表无创伤检测技术和计算机技术的应用,诞生了**无创伤性实验研究方法**。这对人体或动物的整体生理学研究工作有较大的贡献,对进一步深入阐明生命活动的规律具有重大的意义,展示了人体生理学发展的美好前景。

应当指出,急性实验、慢性实验和无创伤性实验三者所取得的实验结果是有差别的;同时,还应当充分考虑到人和动物之间的差异性,不可简单地将其结论机械地相互套用。

第二节 生命的基本特征

只有生物才具有生命活动,非生物不能表现出生命活动。生命活动至少有以下三方面的基本活动表现和特征,即**新陈代谢、兴奋性和适应性**。

一、新陈代谢

新陈代谢是生物体中新旧交替,自我更新的最基本的生命活动过程。新陈代谢包括**同化**和**异化**两个过程,它是以生物体与外环境进行**物质代谢**和**能量代谢**为基础的生命现象。新陈代谢一旦停止,生物体的生命也就宣告终止。

二、兴奋性

当环境发生变化时,生物体内部的代谢及其外表活动将发生相应的改变,这种改变称为生物机体的**适应性反应**。凡能引起生物机体发生反应的各种环境变化称为**刺激**。生物体对刺激发生反应的能力称为**兴奋性**。兴奋性是生物体生存的必要条件,也是生命活动的基本特征和表现,是生命活动的重要标志。

神经、肌肉和腺体等组织,受刺激后能较迅速地产生特殊的生物电现象(如动作电位)以及

其他反应。在传统的生理学中,将它们统称为**可兴奋组织**;而且将这些组织接受刺激后所产生的生物电反应过程及其表现,称为**兴奋**。

三、适应性

生物体长期生存在某一特定的生活环境中,在客观环境的影响下,可以逐渐形成一种与环境相适应的、适合自身生存的**反应模式**。生物体对环境所产生的这种适应环境的能力和特性,称为**适应性**。人类不但对自己所生存的环境具有被动适应的能力,而且还能主动地应用科学技术的成果改造自然环境,以达到主动适应环境的目的。

此外,以往有的学者认为生殖也是生命活动的基本特征之一。但是,近年来发现在生物界中,有的动物或植物杂交后的子代,可以生存但不具有**生殖能力**。如马与驴交配后,生育出来的子代是骡,而骡虽然也有雌雄之分,但是不能繁殖后代。由此可见,生殖并非生命活动的必有特征。

第三节 人体生理功能的调节

一、内环境与稳态

高等动物的绝大多数细胞不直接与外界环境接触,而是直接生活于细胞外液之中。**细胞外液**为细胞的活动提供营养物质和必要的理化条件,并接受来自细胞的代谢产物;因此,细胞外液成为细胞赖以生存的体内环境,特称为生物机体的**内环境**(图 1-1)。

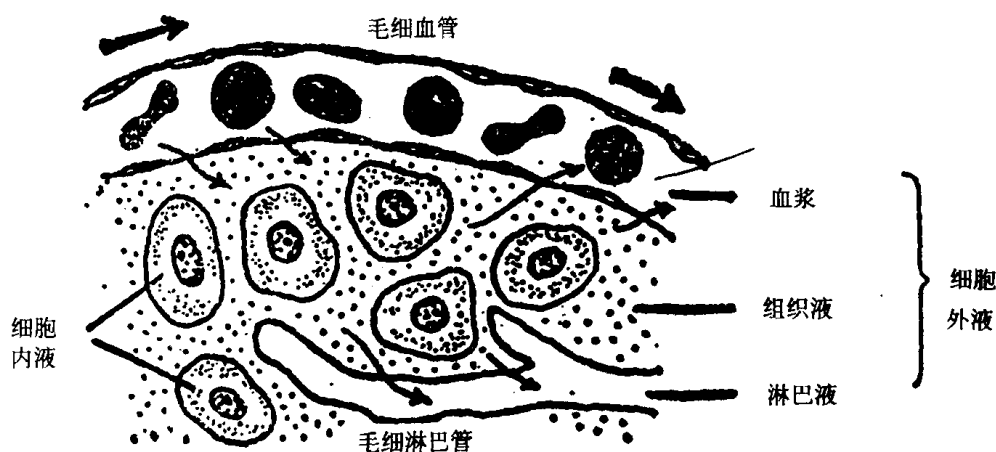


图 1-1 内环境(示意图)

内环境的理化性质保持相对恒定,是维持机体生存的必要条件;维持机体内环境经常处于相对恒定的状态,称为**稳态**或**自稳态**。稳态是一种复杂的动态平衡过程。一方面机体的代谢过程使稳态不断地受到破坏;而另一方面机体又通过各种调节机制使其不断地恢复动态平衡。总之,整个机体的生命活动过程,正是稳态不断地受到影响,而又不断地得到维持的过程,这样生命活动方能得以顺利进行。

二、生物节律

生物体内的各种生理功能活动,经常按照一定的时间顺序发生周期性变化,重复出现、周