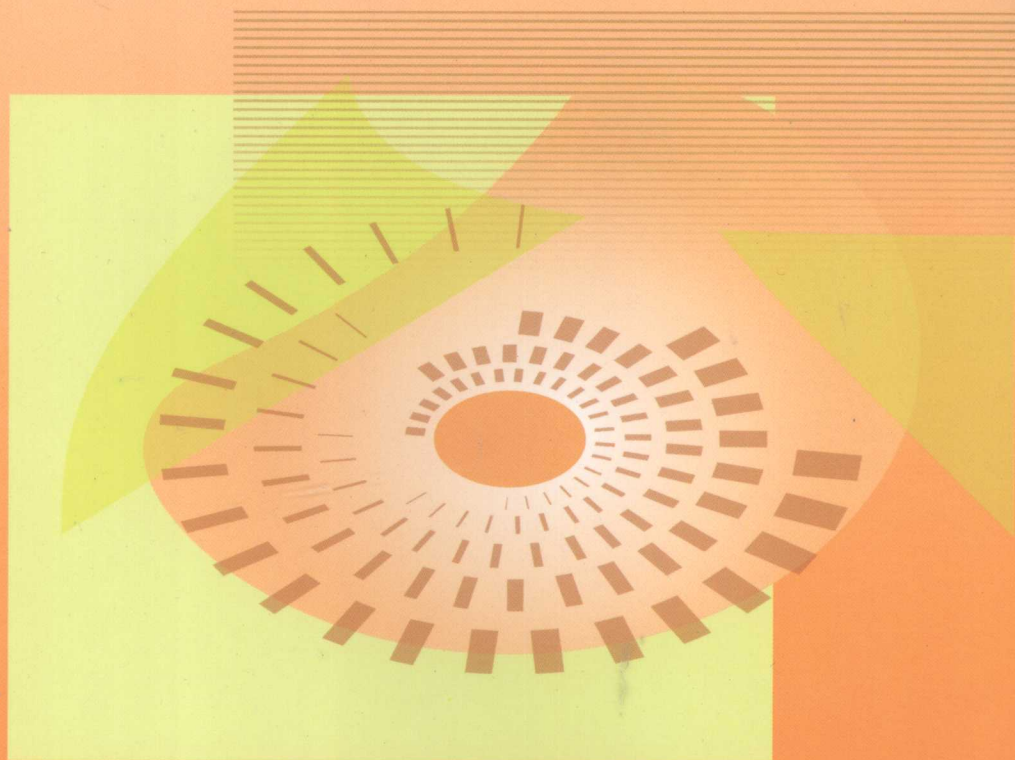


全国农业高等院校规划教材
农业部兽医局推荐精品教材

(动物科学、动物医学)

动物生理学

● 张庆茹 主编



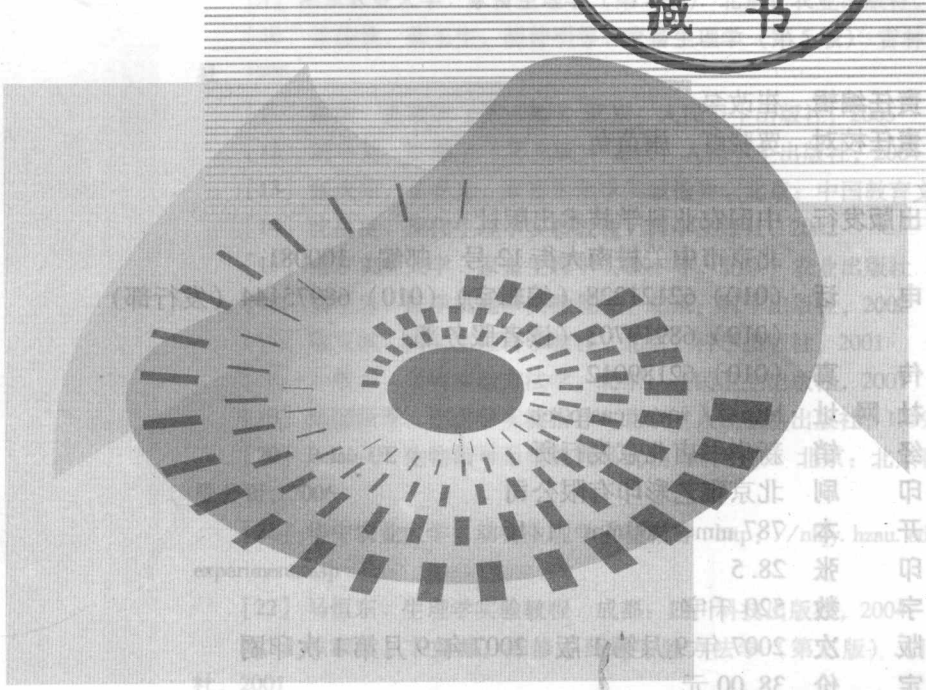
中国农业科学技术出版社

全国农业高等院校规划教材
农业部兽医局推荐精品教材

(动物科学、动物医学)

动物生理学

● 张庆茹 主编



中国农业科学技术出版社

农业出版社·教育分社

图书在版编目 (CIP) 数据

动物生理学/张庆茹主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2007. 9

全国农业高等院校规划教材
ISBN 978-7-80233-330-7

I. 动… II. 张… III. 动物学: 生理学-高等学校-教材 IV. Q4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 111267 号

责任编辑 崔改泵

责任校对 贾晓红 康苗苗

出版发行 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 62121228 (编辑室) (010) 68975144 (发行部)
(010) 68919703 (读者服务部)

传 真 (010) 62189012

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

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京雅艺彩印有限公司

开 本 787 mm × 960mm 1/16

印 张 28.5

字 数 520 千字

版 次 2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

定 价 38.00 元

中国农业出版社

版权所有 · 翻印必究

《动物生理学》编委会

主 编

张庆茹

副主编

张富梅 曹授俊 张其艳

编 者

(以姓氏拼音字母为序)

曹授俊(北京农业职业学院)

范春艳(河北工程大学)

郭傲民(晋中职业技术学院)

李树鹏(河北农业大学)

刘小宝(保定职业技术学院)

栾新红(沈阳农业大学)

王春光(河北农业大学)

张富梅(河北北方学院)

张立永(河北北方学院)

张其艳(云南农业职业技术学院)

张庆茹(河北农业大学)

审 稿

李佩国(河北科技师范学院)

薛瑞辰(河北北方学院)

序

中国是农业大国，同时又是畜牧业大国。改革开放以来，我国畜牧业取得了举世瞩目的成就，已连续 20 年以年均 9.9% 的速度增长，产值增长近 5 倍。特别是“十五”期间，我国畜牧业取得持续快速增长，畜产品质量逐步提升，畜牧业结构布局逐步优化，规模化水平显著提高。2005 年，我国肉、蛋产量分别占世界总量的 29.3% 和 44.5%，居世界第一位，奶产量占世界总量的 4.6%，居世界第五位。肉、蛋、奶人均占有量分别达到 59.2 千克、22 千克和 21.9 千克。畜牧业总产值突破 1.3 万亿元，占农业总产值的 33.7%，其带动的饲料工业、畜产品加工、兽药等相关产业产值超过 8 000 亿元。畜牧业已成为农牧民增收的重要来源，建设现代农业的重要内容，农村经济发展的重要支柱，成为我国国民经济和社会发展的基础产业。

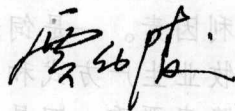
当前，我国正处于从传统畜牧业向现代畜牧业转变的过程中，面临着政府重视畜牧业发展、畜产品消费需求空间巨大和畜牧行业生产经营积极性不断提高等有利条件，为畜牧业发展提供了良好的内外部环境。但是，我国畜牧业发展也存在诸多不利因素。一是饲料原材料价格上涨和蛋白饲料短缺；二是畜牧业生产方式和生产水平落后；三是畜产品质量安全和卫生隐患严重；四是优良地方畜禽品种资源利用不合理；五是动物疫病防控形势严峻；六是环境与生态恶化对畜牧业发展的压力继续增加。

我国畜牧业发展要想改变以上不利条件，实现高产、优质、高效、生态、安全的可持续发展道路，必须全面落实科

学发展观，加快畜牧业增长方式转变，优化结构，改善品质，提高效益，构建现代畜牧业产业体系，提高畜牧业综合生产能力，努力保障畜产品质量安全、公共卫生安全和生态环境安全。这不仅需要全国人民特别是广大畜牧科教工作者长期努力，不断加强科学研究与科技创新，不断提供强大的畜牧兽医理论与科技支撑，而且还需要培养一大批掌握新理论与新技术并不断将其推广应用的专业人才。

培养畜牧兽医专业人才需要一系列高质量的教材。作为高等教育学科建设的一项重要基础工作——教材的编写和出版，一直是教改的重点和热点之一。为了支持创新型国家建设，培养符合畜牧产业发展各个方面、各个层次所需的复合型人才，中国农业科学技术出版社积极组织全国范围内有较高学术水平和多年教学理论与实践经验的教师精心编写出版面向21世纪全国高等农林院校，反映现代畜牧兽医科技成就的畜牧兽医专业精品教材，并进行有益的探索和研究，其教材内容注重与时俱进，注重实际，注重创新，注重拾遗补缺，注重对学生能力、特别是农业职业技能的综合开发和培养，以满足其对知识学习和实践能力的迫切需要，以提高我国畜牧业从业人员的整体素质，切实改变畜牧业新技术难以顺利推广的现状。我衷心祝贺这些教材的出版发行，相信这些教材的出版，一定能够得到有关教育部门、农业院校领导、老师的肯定和学生的喜欢。也必将为提高我国畜牧业的自主创新能力和增强我国畜产品的国际竞争力做出积极有益的贡献。

国家首席兽医官
农业部兽医局局长



二〇〇七年六月八日

前言

近年来,我国高等职业教育蓬勃发展,为现代化建设培养了大量面向生产、建设、服务和管理第一线需要的高素质、高技能型专门人才,对高等教育大众化作出了重要贡献,成为我国高等教育的重要组成部分。为适应我国畜牧兽医类高职高专教育的需要,根据《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》、《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》及《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》精神,编者于2007年2月正式开始了《动物生理学》教材的编写工作。

《动物生理学》编写的指导思想是,充分体现畜牧兽医类高职高专教育的特色,突出教材的思想性、科学性、先进性、启发性和适用性,以适应当前培养高素质、高技能畜牧兽医专门人才的需要。

《动物生理学》编写的原则是,必需、够用、实用;学生易读,教师易用。在编写过程中,注重精选内容,注意内容的深度和广度,既强调打好基础,充分阐述畜牧兽医类高职高专学生所需的动物生理学基本理论、基本知识,同时又注意学科的新知识、新进展,如增加了细胞信号转导、细胞凋亡等内容,使学生了解学科发展的前沿状况。

为便于学习和掌握动物生理学的理论知识,对部分内容的结构进行了调整,如骨骼肌收缩机理、消化吸收生理、呼吸生理等,使之更符合生理过程的发展规律,也利于学生学习理解。

随着科学发展,计算机辅助教学正逐步取代原有的一些仪器设备和实验手段,成为生理学实验教学的主要手段。因

此本教材充分介绍了生物信号采集处理系统的使用方法以及在具体实验项目中的使用技巧。此外，为提高实验动物利用率和压缩实验课时数，将一些相关实验合为一个实验，如将蛙坐骨神经-腓肠肌标本制备、刺激强度对肌肉收缩的影响、刺激频率对肌肉收缩的影响、骨骼肌的单收缩和强直收缩四个实验合并为一个实验，将神经干动作电位的引导与记录、神经冲动传导速度的测定、神经干动作电位不应期的测定三个实验合并为一个实验等。

在教材编写过程中，得到了河北科技师范学院李佩国教授、河北北方学院薛瑞辰教授的大力支持，并进行仔细的审稿工作，为确保本书质量提供了保证，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促，特别是编者的水平有限，书中定会存在不少的缺点和不足，诚恳希望广大读者提出批评和改进意见。

编者

2007年6月

目 录

111	.....	111
116	.....	116
121	.....	121
130	.....	130
136	.....	136
142	.....	142
148	.....	148
第一章 绪 论	.....	1
第一节 动物生理学的研究内容和意义	.....	1
第二节 体液与内环境	.....	4
第三节 机体生理功能的调节	.....	6
第二章 细胞的基本功能	.....	12
第一节 细胞膜的物质转运功能	.....	12
第二节 细胞的跨膜信号转导功能	.....	18
第三节 细胞的生长、增殖、凋亡与保护	.....	20
第四节 细胞的兴奋性和生物电现象	.....	22
第五节 肌细胞的收缩功能	.....	30
第三章 血 液	.....	41
第一节 血液的组成与理化特性	.....	41
第二节 血细胞生理	.....	47
第三节 血液凝固与纤维蛋白溶解	.....	56
第四节 血型与输血	.....	63
第四章 血液循环	.....	67
第一节 心脏的泵血功能	.....	67
第二节 心肌细胞的生物电现象与生理特性	.....	74
第三节 血管生理	.....	89
第四节 心血管功能的调节	.....	102
第五节 家禽血液循环的特点	.....	113

第五章 呼吸	115
第一节 肺通气	116
第二节 气体交换	127
第三节 气体在血液中的运输	130
第四节 呼吸的调节	136
第五节 家禽呼吸特点	145
第六章 消化与吸收	148
第一节 概述	148
第二节 口腔消化	155
第三节 单胃消化	160
第四节 复胃内消化	168
第五节 小肠内消化	179
第六节 大肠内消化	188
第七节 吸收	191
第八节 家禽的消化吸收特点	199
第七章 体温	203
第八章 泌尿	213
第一节 肾脏的结构和血液循环特点	213
第二节 尿的生成	219
第三节 尿液的浓缩与稀释	229
第四节 尿液生成的调节	233
第五节 排尿	237
第六节 家禽的泌尿特征	239
第九章 神经系统	241
第一节 神经元与神经胶质细胞的功能	241
第二节 神经元之间的功能联系和反射	247
第三节 中枢神经系统的感觉分析功能	262
第四节 神经系统对躯体运动的调节	273
第五节 神经系统对内脏活动的调节	283

第六节 条件反射	288
第十章 内分泌	293
第一节 概 述	293
第二节 下丘脑与脑垂体的内分泌	300
第三节 体内重要的内分泌腺及其分泌激素	306
第十一章 生殖与泌乳	320
第一节 概 述	320
第二节 雄性生殖生理	322
第三节 雌性生殖生理	325
第四节 生殖机能的调节	336
第五节 家禽生殖生理	340
第六节 乳的分泌及排放	342
实验指导 动物生理学实验目的、要求和实验室规则	352
实验一 生物信号采集处理系统的使用	354
实验二 蛙坐骨神经-腓肠肌标本制备、刺激与 反应的关系、骨骼肌的收缩	373
实验三 神经干动作电位的引导与记录、神经冲动传导速度的测定、 神经干动作电位不应期的测定	380
实验四 红细胞比容及血红蛋白的测定	385
实验五 红细胞和白细胞计数	388
实验六 红细胞渗透脆性试验、血液凝固、血型测定	392
实验七 期前收缩和代偿性间歇、蛙心起搏点观察	396
实验八 离体蛙心灌流实验	400
实验九 动脉血压的直接测量及影响因素	404
实验十 呼吸运动的调节	411
实验十一 离体小肠平滑肌的生理特性、胃肠运动形式的观察	413
实验十二 胆汁和胰液的分调节	416
实验十三 一般生理指标的测定	418
实验十四 影响尿生成的因素	421
实验十五 反射弧分析与脊髓反射	423
实验十六 去小脑动物的观察、去大脑僵直	425

第一章

绪论

第一节 动物生理学的研究内容和意义

一、动物生理学的研究内容

生理学是生物学的一个分支，是研究生物机体正常生命活动规律的科学。生理学是生命科学重要的组成部分，也是生命科学研究中极具吸引力的领域。动物生理学又是生理学的一个分支，它是研究动物机体正常生命活动及其规律的科学。

动物机体是由许多细胞、器官、系统组成的，它们各自完成一定的生理活动，同时又相互联系、相互制约、相互依存、相互配合，作为一个完整统一的整体而进行着有规律的生命活动。机体与周围环境之间也保持着密切的联系。生存环境的变化，必然导致动物机体各器官、系统的机能发生与之相适应的变化，动物才能生存下去。动物生理学的任务就是研究动物机体各个系统、各个器官、各个细胞的正常功能活动及不同细胞、器官、系统之间如何协调统一、机体和外界环境之间如何协调统一的生命活动过程。

构成机体的基本单位是细胞，由许多不同的细胞构成一定的器官。由共同完成某一生理功能的不同器官相互联系，构成一个系统。由许多不同的系统相互联系、相互作用，共同构成一个有机的整体，因此，动物生理学的研究就是从细胞水平、器官和系统水平、整体水平三个层次来进行研究的。

1. 细胞和分子水平的研究

从分子水平和细胞水平研究动物体内各种物质分子的结构、功能以及细胞内部进行的各种生理活动。即研究细胞及其物质分子的结构与功能的关系，及它们内部所发生的各种生物化学变化与生物物理变化的过程和规律。

动物体各器官的生理功能都由构成该器官的各种细胞的生理特性所决定

的。如肌肉的收缩功能、腺体的分泌功能是由肌细胞和腺细胞的生理学特性所决定的。因此，要研究各器官的功能原理必须从细胞水平上进行研究。而细胞的生理学特性是由构成细胞的各种物质分子，特别是生物大分子的化学和物理特性所决定的，因此，要认识生命的本质，就必须从分子水平上探究细胞内部这些分子特别是生物大分子的化学和物理特性，其中以基因及其表达的蛋白质特性最为突出。在不同条件下，基因的表达可发生相应的变化，从而引起细胞类型和功能的改变。例如，在恶劣生态条件下，机体许多基因的表达都被明显抑制。

2. 器官和系统水平的研究

即研究动物各组织、器官和系统的特殊生理活动以及它们之间的相互影响、相互制约关系。机体的生命活动都是由每一个器官、每一个系统完成的，每个器官、系统都有其独特的生理学特性，因而能完成一定的生理功能，因此，要了解机体的生命活动规律，必须从研究每一个器官、系统的生命活动规律入手。生理学家从器官和系统水平研究生理学，取得了大量丰富的生理学知识，构成了当今生理学的基本内容，也是我们学习生理学的主要内容。

3. 整体水平的研究

即研究动物各种生理活动协调统一的调控过程，以及整体活动与生存环境之间的辩证统一关系。在完整的有机体内，机体各器官、各系统之间相互联系、相互制约、相互依存、相互配合，使各器官、各系统的功能维持协调统一。同时，机体与周围环境之间也保持着协调统一。当外界环境变化时，动物机体通过改变各器官、系统的机能来适应环境的变化，使动物能够在变化的环境中生存下去。

上述三个水平的研究之间不是孤立的，而是相互联系、相互补充的。要阐明任何一种生理活动，必须从其细胞分子水平、器官和系统水平以及整体水平上全面研究，才能全面了解这种生理活动的本质和规律。

二、动物生理学在生命科学中的意义

动物生理学是畜牧、兽医等科学的基础学科之一，其理论基础来源于实践，反过来又为指导实践服务。它既是兽医临床工作者正确认识畜禽疾病，分析致病原因，提出合理治病方案和有效预防措施的理论根据，也是畜牧业实践中科学饲养、迅速繁殖家畜和获取优质高产的肉、蛋、奶、皮、毛等畜禽产品的理论基础。

多年来，广大的畜牧兽医工作者，应用所掌握的动物生理活动规律，在

提高动物生产性能、防病治病等方面做了大量工作。例如,人工授精、同步发情、生物调控、疫病扑灭等技术的应用和推广,对保障动物体健康和畜牧业的发展具有重要的意义。同时,随着畜牧兽医实践的发展,不断对动物生理学提出新的课题,推动动物生理学的发展。如繁育肉用、乳用或乳肉兼用型的优良种牛,驯化和培育野生经济动物(鹿、貂、麝、狐等)等,都向动物生理学提出了新的研究课题。而随着动物生理学的深入发展,必将导致新理论的发现和新技术的建立,进而促进应用科学的进步。例如,应用生长激素促进生长和泌乳的技术,就是以生长生理的研究为基础;胚胎工程和动物克隆,则是以生殖生理研究的进步为前提,正在兴起的功能基因组学研究,也以细胞及分子生理学研究为依据。

动物生理学是以家畜和家禽为主要研究对象,是比较生理学的重要组成部分。随着比较生理学研究的深入,一些家畜已被作为生理学及人类医学研究的模型动物。例如,猪的消化、心血管功能与人类有着相似的规律,目前已被用作人类消化道、心血管疾病研究的模型动物。由此可见,动物生理学不仅是畜牧、兽医科学的重要基础学科,对它的深入研究也将促进人类医学的发展。

三、动物生理学的研究方法

动物生理学是一门实验性科学,每一种生理功能的发现及其机理的揭示,都是通过科学实验获得的。十七世纪,英国医生威廉·哈维(William Harvey 1578~1657)首次用动物活体实验,科学的阐明了血液循环的途径和规律,证明心脏是血液循环的中心。1628年出版的《心与血的运动》一书,标志着近代生理学即实验生理学开始成为一门独立的科学。同时也首先把动物实验方法引进生理学领域。因此哈维被称为近代生理学的奠基人。

作为一门实验性科学,生理学的发展与其他自然科学的发展有密切的关系,并且相互促进。其他自然科学的发展,以及新的技术不断应用于生理学实验,使生理学的研究日益深入,生理学的知识和理论不断得到新的发展。

动物实验是研究动物生理学的基本方法,概括起来讲,可分为急性实验和慢性实验两类。

(一) 急性实验

根据研究目的和需要可分为两种:

(1) 活体解剖实验 是在麻醉或破坏大脑的条件下,对动物进行活体解剖,暴露需要观察和研究的器官,给予各种刺激,观察、记录并分析所发生的反应。

(2) 离体器官实验 是从活体内切离某一组织或器官,置于与体内环境相似的人工模拟环境中,使其在短时间内保持生理功能,然后观察、记录、分析其生理功能。

这两种方法通常都不能持久,观察研究也只能在短期内进行,所以被统称为急性实验。这类方法的优点是操作比较简单,实验条件容易控制,能对组织器官的功能进行直接观察和实验。其缺点是不能反映组织器官在正常生理条件下的功能状态。

(二) 慢性实验

这类实验都以健康的动物为实验对象,对动物施行手术,或者摘除、破坏某一器官(如切除某一内分泌腺),待手术动物恢复后,对其进行长期的观察和研究。这类方法的优点是能在接近正常的生理条件下,研究各个器官的功能活动,其不足之处是不便于分析诸多的影响因素。

近三十年来,由于电子生理仪器在现代生理学中被广泛应用,使人们可以在不损害机体健康的情况下进行生理学研究,例如,心电图、脑电图的应用可以精确地观察整体水平条件下的各种生理功能规律。慢性实验实质上是一种综合性实验。

总之,以上方法各有利弊,在进行生理研究时,应根据需要,选择适当的方法,并将各种研究技术有机地结合起来,才能更准确地反映机体的生命活动及其规律。

第二节 体液与内环境

一、体液与内环境

1. 体液及其分布

体液是指存在于动物体内的水分和溶解于水中的各种物质(如无机盐、葡萄糖、蛋白质等)所组成的液体。体液的主要成分是水分,机体内水分的

含量随着动物的种类、年龄、性别、营养状况和其他情况不同而有显著差异。一般成年动物体液总量约占体重的60%~70%，幼畜含水量比较多，肥胖动物因脂肪组织含水量较少，故比瘦的动物含水量要少。

体液按其存在的部位可分为两部分：大部分体液存在于细胞内，称为细胞内液，约占体重的40%~45%；其余的则存在于细胞外，称为细胞外液，约占体重的20%~25%，其中主要是间质液（或组织液），约占体重的15%，其次是位于心血管系统内的血浆，约占体重的5%。此外还有少量的淋巴液和脑脊液。各种体液彼此隔开而又相互联系，通过细胞膜和毛细血管壁进行物质交换（图1-1）。

2. 内环境

机体是由细胞构成的，而细胞外液既是细胞的直接生存环境，又是细胞与外界进行物质能量交换的媒介，是细胞赖以生存的体内环境。细胞外液最根本的特点是其化学成分和理化特性（温度、渗透压、酸碱度等）经常在一定范围内变动，但又保持相对恒定。内环境的这种相对恒定，是细胞进行正常生命活动的必要条件。故法国生理学家伯尔纳（Claude Bernard）将细胞外液称为机体的内环境，以别于机体所生存的外界环境。

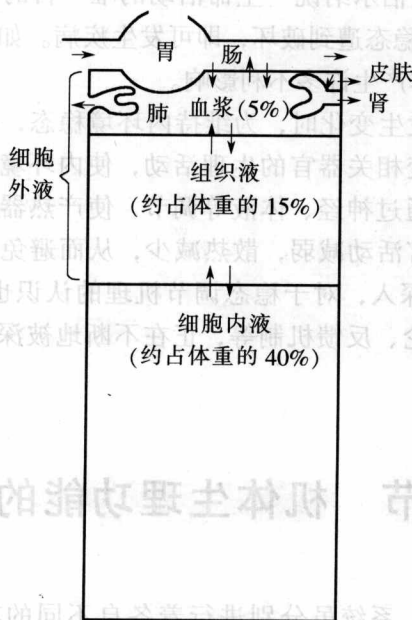


图1-1 体液分布及物质交换示意图