

全国高等教育
五年制临床医学专业教材

精编速览

生理学

SHENGLIXUE

高兴亚 朱国庆 主编



中国健康传媒集团
中国医药科技出版社

全国高等教育五年制临床医学专业教材精编速览

生理学

主 编 高兴亚 朱国庆
副主编 陈 蕾 戈应滨 朱学江



中国健康传媒集团
中国医药科技出版社

内 容 提 要

本书是全国高等教育五年制临床医学专业教材《生理学》的精编速览，分为11章。其紧扣教材知识点，精练教材重点、难点，有助于考生自我巩固所学知识和快速测试所学知识的掌握程度。本书可供全国高等教育五年制临床医学专业本科、专科学生和参加医学研究生入学考试的考生使用，也可直接作为医学生准备执业医师考试的模拟练习用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

生理学 / 高兴亚, 朱国庆主编. —北京: 中国医药科技出版社, 2018. 12

全国高等教育五年制临床医学专业教材精编速览

ISBN 978 - 7 - 5214 - 0418 - 0

I. ①生… II. ①高… ②朱… III. ①人体生理学—高等学校—教材 IV. ①R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 197865 号

美术编辑 陈君杞

版式设计 诚达誉高

出版 中国健康传媒集团 | 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 发行: 010 - 62227427 邮购: 010 - 62236938

网址 www.cmstp.com

规格 889 × 1194mm $\frac{1}{16}$

印张 8 $\frac{1}{4}$

字数 213 千字

版次 2018 年 12 月第 1 版

印次 2018 年 12 月第 1 次印刷

印刷 三河市双峰印刷装订有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5214 - 0418 - 0

定价 38.00 元

版权所有 盗版必究

举报电话: 010 - 62228771

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

《全国高等教育五年制临床医学专业教材精编速览》

《全国高等教育五年制临床医学专业同步习题集》

出版说明

为满足全国高等教育五年制临床医学专业学生学习与复习需要,帮助医学院校学生学习、理解和记忆教材的基本内容和要点,并进行自我测试,我们组织了国内一流医学院校有丰富一线教学经验的教授级教师,以全国统一制订的教学大纲为准则,围绕临床医学教育教材的主体内容,结合他们多年的教学实践编写了《全国高等教育五年制临床医学专业精编速览》与《全国高等教育五年制临床医学专业同步习题集》两套教材辅导用书。

本教材辅导用书满足学生对专业知识结构的需求,在把握教材内容难易程度上与相关教材相呼应,编写的章节顺序安排符合教学规律,按照教案形式归纳总结,内容简洁,方便学生记忆,使学生更易掌握教材内容,更易通过考试测试。在《精编速览》中引入“重点、难点、考点”“速览导引图”“临床病案分析”,使学生轻松快速学习、理解和记忆教材内容与要点;《同步习题集》是使学生对学习效果进行检测,题型以选择题[A型题(最佳选择题)、B型题(共用备选答案题)、X型题(多项选择题)]、名词解释、填空题、简答题、病例分析题为主。每道题后附有答案与解析,可以自测自查,帮助学生了解命题规律与提高解题能力。

本书可供全国高等教育五年制临床医学专业本科、专科学生和参加医学研究生入学考试的考生使用,也可直接作为医学生准备执业医师考试的模拟练习用书。

中国医药科技出版社

2018年12月

《全国高等教育五年制临床医学专业教材精编速览》

《全国高等教育五年制临床医学专业同步习题集》

建设指导委员会

主任委员

郑树森

副主任委员

(以姓氏笔画为序)

王泽华 吴忠道 张侃 徐骁

高兴亚 高国全 喻荣彬

委

员

(以姓氏笔画为序)

丁依玲 (中南大学湘雅二医院)

王英伟 (复旦大学附属华山医院)

王泽华 (华中科技大学同济医学院附属协和医院)

王海河 (中山大学中山医学院)

王蔚东 (中山大学中山医学院)

方向明 (浙江大学医学院)

匡铭 (中山大学附属第一医院)

朱国庆 (南京医科大学)

刘俊文 (中南大学湘雅医学院)

许迪 (南京医科大学)

孙秀兰 (南京医科大学)

杨霞 (中山大学中山医学院)

李卫红 (北京中医药大学)

邹义洲 (中南大学湘雅医学院)

陈旦 (中南大学湘雅医学院)

陈志敏 (浙江大学医学院附属儿童医院)

郑树森 (浙江大学)

聂勇战 (中国人民解放军空军军医大学)

顾军 (南京医科大学)

徐雅 (北京中医药大学)

高兴亚 (南京医科大学)

黄亚渝 (中国人民解放军空军军医大学)

黄菊芳 (中南大学湘雅医学院)

梁蓉 (中国人民解放军空军军医大学)

蒋小云 (中山大学附属第一医院)

韩安家 (中山大学附属第一医院)

韩英 (中国人民解放军空军军医大学)

蔡维君 (中南大学湘雅医学院)

谭红梅 (中山大学中山医学院)

熊鲲 (中南大学湘雅医学院)

潘爱华 (中南大学湘雅医学院)

编 委 会

主 编 高兴亚 朱国庆

副主编 陈 蕾 戈应滨 朱学江

编 委 (以姓氏笔画为序)

王觉进 戈应滨 朱一超 朱国庆

朱学江 杜 军 陈 蕾 周 蓉

周业波 高兴亚 韩 莹

秘 书 张 枫 熊晓青

前言

为了使医学生和相关专业学生更好地学习生理学知识、快速地掌握学习重点和难点、高效率地理解和把握核心知识，我们编写了全国高等教育五年制临床医学专业教材精编速览以及全国高等教育五年制临床医学专业教材同步习题集。《生理学》精编速览为全国高等教育五年制临床医学专业教材最新版《生理学》配套辅导用书，以全国医学院校教学大纲和执业医师考试大纲为依据，精炼教材内容，突出重点，减轻医学生学习负担，改变信息太多、思考太少的现状，供五年制医学生课后复习和期末备考使用，也可作为医学生准备研究生入学考试和执业医师考试的参考用书。

本书内容共分十一章，主要按照人体的各个系统，归纳生理学的知识要点和涉及整体水平、器官系统水平、细胞和分子水平的生理学知识。内容简练、重点突出、条理清晰、知识点集中。本书的编写力求符合现代医学教育的最新理念，有助于学生更好更快地掌握生理学核心知识和基本理论。

本书由南京医科大学教学经验丰富的一线教师编写，各章的编写人员均具有教授或副教授职称。思维导图部分由高兴亚、朱国庆和张枫等共同制作和编辑。感谢张枫和熊晓青在本书编辑中付出的辛勤劳动。

书中可能存在一些疏漏和不足之处，恳请广大师生和读者批评指正。

编者
2018年12月

目 录

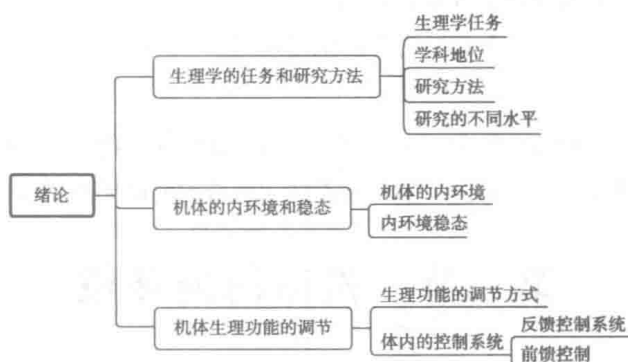
第一章 绪论	1
第一节 生理学的任务和研究方法	1
第二节 机体的内环境	2
第三节 生理功能的调节	2
第二章 细胞的基本功能	4
第一节 细胞膜的物质转运功能	4
第二节 细胞的信号转导	7
第三节 细胞的电活动	8
第四节 肌细胞的收缩功能	11
第三章 血液	15
第一节 血液生理概述	15
第二节 血细胞生理	16
第三节 生理性止血	18
第四节 血型 and 输血原则	20
第四章 血液循环	23
第一节 心脏的泵血功能	24
第二节 心脏的电生理学及生理特性	28
第三节 血管生理	32
第四节 心血管活动的调节	38
第五节 器官循环	42
第五章 呼吸	44
第一节 肺通气	45
第二节 肺换气和组织换气	48
第三节 气体在血液中的运输	49
第四节 呼吸运动的调节	51
第六章 消化和吸收	54
第一节 概述	55
第二节 口腔内消化和吞咽	56

第三节 胃内的消化 56
 第四节 小肠内的消化 58
 第五节 大肠内消化 60
 第六节 吸收 61
 第七章 能量代谢与体温 64
 第一节 能量代谢 64
 第二节 体温及其调节 66
 第八章 尿的生成和排出 70
 第一节 肾脏的结构特点及肾血流量 70
 第二节 肾小球的滤过功能 71
 第三节 肾小管和集合管的转运功能 73
 第四节 尿液的浓缩和稀释 75
 第五节 尿生成的调节 76
 第六节 清除率 78
 第七节 排尿 78
 第九章 神经系统的功能 80
 第一节 神经系统功能活动的基本原理 81
 第二节 神经系统的感觉功能 86
 第三节 神经系统对躯体运动的调节 91
 第四节 神经系统对内脏活动、本能行为和情绪的调节 98
 第五节 脑电活动以及睡眠与觉醒 101
 第六节 脑的高级功能 103
 第十章 内分泌 106
 第一节 内分泌与激素 106
 第二节 下丘脑 - 垂体的内分泌 108
 第三节 甲状腺内分泌 110
 第四节 甲状旁腺、维生素 D 与甲状腺 C 细胞内分泌 112
 第五节 胰岛内分泌 113
 第六节 肾上腺内分泌 114
 第七节 组织激素及功能器官内分泌 117
 第十一章 生殖 119
 第一节 男性生殖功能与调节 119
 第二节 女性生殖功能与调节 120
 第三节 妊娠与分娩 122
 第四节 性生理与避孕 123

第一章 绪论

重点 内环境稳态；生理功能的调节方式和特点；反馈控制系统。
难点 生理功能的调节方式；体内的控制系统。

速览导引图



第一节 生理学的任务和研究方法

一、生理学的任务

生理学（physiology）是生物科学的一个分支，是一门主要研究生物体及其组成部分正常功能活动规律的科学。生理学研究各种生理功能的发生机制、发生条件以及机体内环境变化对这些功能的影响。生命活动的基本表现和特征包括三方面：新陈代谢、兴奋性、适应性和生殖。

二、生理学的学科地位

生理学是一门重要的医学基础课程，主要研究人体的生理功能，准确地应称为医学生理学或人体生理学。医生首先要了解人体运行的原理，才能进一步研究疾病是如何产生、如何发展的。医学中，关于疾病的理论研究都是以人体生理学为基础的。

三、生理学的研究方法

生理学是一门实验性科学，其知识都来自实验观察或临床实践。生理学的研究主要采用实证方法，控制论、系统论、电子学和电子计算机等新理论、新技术的引进，促进了生理学的迅速发展。这也说明，生理学的基本研究方法是实验。

生理学实验是指在人工控制的条件下，通过对生命现象进行干预、观察和分析，来获取生理学知识的一种研究活动。进行生理学实验时，通常需要对研究对象（机体、器官、组织或细胞）的某一特定功能进行独立地观察，还要加入各种实验因素，以观察实验因素对生物功能的影响。由于多数实验方法是“有创”的，

有时甚至危及生命,因此,生理学实验主要以动物实验为主,只有那些“无创”或“微创”实验才可以在人体上进行,并且需要受试者知情同意。

动物实验分为急性实验和慢性实验两大类。急性动物实验,是指快速观察生理功能变化的实验方法,可分为离体实验和在体实验两类。离体实验是指将动物有生物活性的器官、组织或细胞取出,置于仿生的人工环境中进行的实验,如蛙心灌流、神经干动作电位等实验。在体实验是在麻醉的整体动物身上所做的实验,如血压调节实验、呼吸调节实验等。慢性动物实验,是以完整、清醒的动物为研究对象,用较长的时间(几天至几年),观察和记录生理功能的改变。通常需要通过一些无菌的手术对动物进行预处理,待动物恢复后再进行实验观察。

四、生理学研究的三个水平

(一) 整体水平

研究对象是完整机体以及各器官和系统,研究内、外环境变化对机体生理功能的影响。

(二) 器官系统水平

研究对象是某个具体的器官或系统,观察器官和系统的活动规律和调节机制。器官水平的研究通常称为器官生理学,例如心脏生理学、呼吸生理学、内分泌生理学等。

(三) 细胞和分子水平

研究对象是细胞、亚细胞结构或生物大分子,探索细胞及其所含生物大分子的功能与活动规律。

实际上各个水平的功能活动是紧密相关、互相联系的,所得到的研究结果也会互相补充、相互印证。

第二节 机体的内环境

一、体液与内环境

人和动物体内含有大量液体,称为体液。正常成人的体液量约占体重的60%,其中约2/3为细胞内液,1/3为细胞外液。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。因此,细胞外液成为细胞赖以生存的体内环境,称为生物机体的内环境。

二、稳态

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。维持内环境经常处于相对恒定的状态,称为内环境稳态。稳态是一种复杂的动态平衡过程,需要机体通过各种主动的调节过程才能实现。因此,稳态有别于静态的平衡。稳态的维持需要全身各系统和器官的共同参与;反过来,稳态也为机体各个组织细胞的正常活动创造了条件。

第三节 生理功能的调节

机体的调节方式分为神经调节、体液调节和自身调节,其中神经调节起主导作用。

一、生理功能的调节方式

(一) 神经调节

神经调节是通过神经支配而实现的调节。神经调节的作用快速而且比较精确,一般持续时间较短。神经调节的基本活动方式是反射。反射是指在中枢神经系统的参与下,机体对内、外环境变化产生的规律性、适应性反应。反射活动的结构基础是反射弧。反射弧是由五个环节所组成,即感受器、传入神经、中枢、传出

神经和效应器，反射弧结构和功能的完整是反射完成的前提条件。

反射可分为非条件反射和条件反射两大类型。非条件反射是与生俱来的，其反射弧较为固定，是由种族遗传因素所决定。条件反射是后天获得的，它是建立在非条件反射的基础上，是通过“学习”建立起来的，其刺激与反应之间的因果关系是不固定的。

（二）体液调节

体液调节是通过体液运输某些特殊的化学物质而实现的调节。激素调节就属于体液调节，其特点是缓慢、持久、作用范围广泛。通常用以调节生长、发育、生殖等重要生理功能。

体液调节往往受神经系统的控制，因而成为神经调节的反射弧中传出通路的延伸部分，故可称之为神经-体液调节。

（三）自身调节

自身调节是指组织细胞不依赖于神经或体液因素，通过自身适应机制而实现的一种调节方式。

二、体内的控制系统

按照控制论的原理，人体的调节系统可以看作是一个“自动控制系统”。控制部分发出控制信息支配受控部分，同时，受控部分也不断有信息反馈到控制部分，纠正或调整输出的偏差，从而实现精确调节。根据反馈信息的作用效果，可将反馈分为两类：负反馈和正反馈。

负反馈，反馈信息与控制信息的作用方向相反，起到纠正偏差维持平衡的作用。人体内的各种调节过程大部分属于负反馈，它是维持稳态的重要机制。负反馈控制通常都有一个调定点，这是指系统设定的一个目标点，受控部分的活动只能在这个设定的目标点附近小幅波动。如体温调节的调定点在 37°C 附近，当体温偏离调定点时，机体可通过控制产热和散热的速率，使体温回到调定点，从而维持体温的相对稳定。

正反馈，反馈信息的作用与控制信息的作用方向一致，起加强控制信息的作用。正反馈较少见，排尿、排便、分娩、血液凝固属于正反馈过程。正反馈的意义在于使得某一生理活动在短时间内迅速完成。

前馈控制是指控制部分在收到“偏离”反馈信息之前，就有来自上位控制单元的“纠偏”信息到达，以利迅速“纠正”将要到来的偏差，这种自动控制的形式称为前馈。

（高兴亚）

第二章 细胞的基本功能

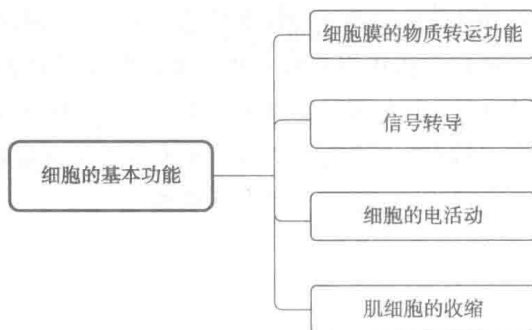
重点

物质跨膜转运的方式：单纯扩散、易化扩散、主动转运、出胞和入胞。静息电位和动作电位及其产生机制；兴奋性与兴奋的引起，阈值、阈电位和动作电位的关系；兴奋在同一细胞上传导的机制和特点；骨骼肌神经-肌肉接头处的兴奋传递；骨骼肌的兴奋-收缩耦联。

难点

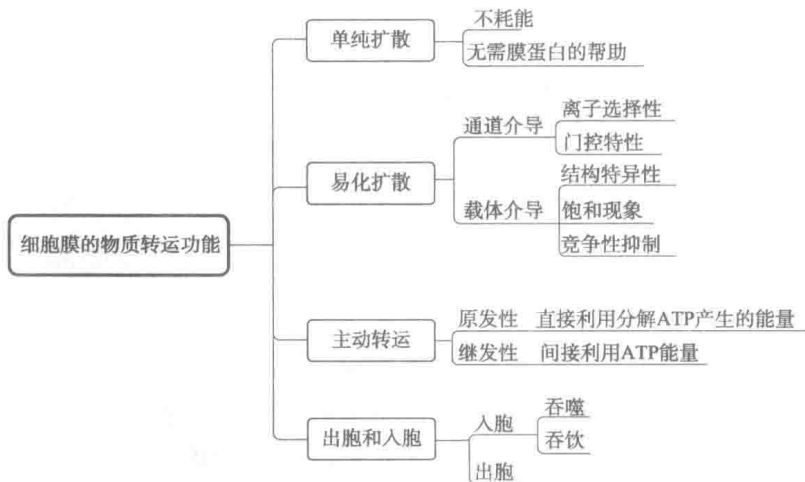
易化扩散；主动转运；静息电位和动作电位的产生机制；兴奋性周期性变化的规律；骨骼肌神经-肌肉接头处的兴奋传递的过程；骨骼肌的兴奋-收缩耦联的过程。

速览导引图



第一节 细胞膜的物质转运功能

速览导引图



一、细胞膜的分子结构

细胞膜是将细胞内容物与周围环境隔开的一层膜结构,主要由脂质、蛋白质和少量糖类物质组成。细胞膜以脂质双层作为基架,其中镶嵌着不同结构和功能的蛋白质,糖类分子与脂类或蛋白结合形成糖脂或糖蛋白附在膜的表面。

二、跨细胞膜的物质转运

细胞膜是物质进出细胞的屏障,溶质分子理化性质不同,跨细胞膜转运的机制也不同。跨细胞膜的物质转运机制主要包括单纯扩散、易化扩散、主动转运、出胞和入胞。

(一) 单纯扩散

单纯扩散又称为简单扩散,是指物质从细胞膜浓度高的一侧向浓度低的一侧进行的扩散。单纯扩散的特点:①不耗能;②无需膜蛋白的帮助。影响单纯扩散效率的因素:①膜两侧被转运物质的浓度差;②膜对该物质的通透性;③膜的有效转运面积。被转运物质的特点:脂溶性的小分子物质或不带电荷的极性小分子,如 CO_2 、 O_2 、 N_2 和尿素等。

(二) 易化扩散

易化扩散是指在膜蛋白的帮助下,物质顺浓度梯度和(或)电位梯度进行的跨膜转运。易化扩散可分为经通道易化扩散和经载体易化扩散两种形式。

1. 经通道易化扩散

经通道易化扩散是指物质在细胞膜上通道蛋白(也称为离子通道)的介导下,顺浓度梯度和(或)电位梯度进行的跨膜转运。被转运物质一般是带电离子。

离子通道具有以下两个特点。

(1) 离子选择性 每种离子通道只对一种或几种离子有较高通透性,对其他离子通透性小或者不通透,称为离子的选择性。离子通道常常以其转运的离子来命名。例如,钾通道主要对 K^+ 通透,只允许 K^+ 进行跨膜转运。

(2) 门控特性 一些位于离子通道内部的可移动的结构或者化学基团称为“闸门”。通过闸门运动控制离子通道的开放或关闭,这一过程称为门控。闸门对刺激的敏感性称为门控特性,根据这一特性,离子通道可分为:①电压门控通道。由膜两侧电位差控制闸门运动,进而控制离子通道的开关状态,如电压门控性钠通道等。②化学门控通道。也称为配体门控通道,由细胞膜所处环境中某些化学物质控制通道的闸门运动及开关状态。此类通道兼有通道和受体的功能,如A型 γ -氨基丁酸受体等。③机械门控通道。由质膜受到的机械性刺激控制通道的开关状态。如耳蜗毛细胞膜上的机械门控钾通道。

2. 经载体易化扩散

经载体易化扩散是指物质在细胞膜上载体蛋白的介导下顺浓度进行的跨膜转运。被转运物质一般是水溶性小分子物质,如氨基酸、葡萄糖等。物质经载体易化扩散时,载体蛋白需经历“与底物结合-构型变化-与底物解离”等过程。

(1) 影响经载体易化扩散效率的因素 ①被转运物质在细胞膜两侧的浓度梯度;②细胞膜上载体的数量。

(2) 经载体易化扩散的特点 ①结构特异性:一种载体只能转运某种具有特定化学结构的分子;②饱和现象:当被转运底物的浓度增大到一定程度时,底物的扩散速度便达到最大值,不再随底物浓度增加而增大的现象,这是因为细胞膜上载体的数量和转运速率有限;③竞争性抑制:两种结构相似的物质与同一种载体结合时,其中浓度较大或亲和力较大的一种物质会减弱另一种物质的转运。

(三) 主动转运

主动转运是指物质在膜蛋白的帮助下,由细胞代谢提供能量而进行逆浓度梯度和(或)电位梯度的跨膜转运。根据膜蛋白是否直接消耗能量,主动转运分为原发性主动转运和继发性主动转运。

1. 原发性主动转运

原发性主动转运是指细胞直接利用代谢产生的能量(ATP)将物质逆浓度梯度和(或)电位梯度进行的跨膜转运。被转运物质通常为带电离子,介导这一过程的膜蛋白或载体称为离子泵。离子泵的本质是ATP酶,常以它们转运的离子种类来命名。

(1) 钠-钾泵 也称钠泵或钠,钾-ATP酶。钠泵每分解1分子ATP,可逆浓度梯度将3个 Na^+ 移出胞外,同时将2个 K^+ 移入胞内,产生一个正电荷的净外移,故钠泵具有生电效应。当细胞外 K^+ 浓度升高或细胞内 Na^+ 浓度升高时可以激活钠泵。

钠泵活动的生理意义主要有:①钠泵活动造成的细胞内高 K^+ 是进行许多生物化学反应的必需条件;②维持细胞正常的渗透压和容积,防止细胞水肿;③建立并维持细胞内外 Na^+ 和 K^+ 浓度梯度,这种 Na^+ 和 K^+ 的跨膜浓度梯度是生物电活动的基础;④钠泵的生电效应直接参与生物电活动,使膜内负值增大;⑤钠泵活动造成的 Na^+ 跨膜浓度梯度为继发性主动转运提供势能储备。

(2) 钙泵 也称为 Ca^{2+} -ATP酶。细胞内 Ca^{2+} 浓度升高可以激活钙泵。质膜上钙泵激活后,每分解1分子ATP可逆浓度梯度将1个 Ca^{2+} 由胞内转运至胞外;肌质网和内质网上的钙泵激活后,每分解1分子ATP可逆浓度梯度将2个 Ca^{2+} 由胞质转运至内质网中。钙泵的作用是使胞质内游离 Ca^{2+} 浓度保持在较低水平。

(3) 质子泵 包括分布在胃腺壁细胞膜和远端肾小管闰细胞膜中的 H^+ , K^+ -ATP酶(也称为氢-钾泵)和分布于各种细胞器膜中的 H^+ -ATP酶(也称为氢泵)。氢-钾泵的主要功能是逆浓度梯度将胞质的 H^+ 分泌到胃液或尿液中;氢泵可逆浓度梯度将 H^+ 由胞质内转运至溶酶体、内质网和突触囊泡等细胞器内,以维持细胞质的中性和细胞器内的酸性环境。

2. 继发性主动转运

继发性主动转运是指不直接消耗能量,而是利用原发性主动转运形成的某种离子的浓度梯度,在这些离子顺浓度梯度进行转运的同时带动其他物质逆浓度梯度和(或)电位梯度进行的跨膜转运。继发性主动转运依赖于原发性主动转运,间接利用ATP能量。继发性主动转运时,介导这种转运的载体通常要同时结合和转运两种或两种以上的分子或离子,因此又称为联合转运。根据物质跨膜转运的方向,联合转运可分为同向转运和反向转运两种形式。

(1) 同向转运 指被转运的分子或离子都向同一方向运动的联合转运。介导同向转运的载体称为同向转运体。例如,葡萄糖或氨基酸在近端肾小管上皮的重吸收都是通过 Na^+ -葡萄糖(氨基酸)的同向转运体实现的。

(2) 反向转运 指被转运的分子或离子向相反方向运动的联合转运。介导反向转运的载体称为反向转运体或交换体。人体内主要的交换体有 Na^+ - Ca^{2+} 交换体和 Na^+ - H^+ 交换体。

(四) 出胞和入胞

大分子或颗粒物质进出细胞时,先由细胞膜包裹形成囊泡,再通过膜融合和膜断离等一系列过程完成跨膜转运,故称为膜泡运输,一般分为入胞和出胞两种形式。

1. 入胞

入胞是指细胞外的大分子或物质团块进入细胞的过程。入胞分为吞噬和吞饮两种形式。①吞噬:细胞外某些固态物质进入细胞的过程。例如细菌、组织碎片和异物等进入中性粒细胞和巨噬细胞的过程。②吞饮:细胞外某些液态物质进入细胞的过程,常见于毛细血管内皮细胞、小肠、肝上皮细胞等。吞饮又分为液相入胞和受体介导入胞两种形式。

2. 出胞

出胞是指将胞质内的大分子物质排出细胞的过程。例如，外分泌腺细胞的分泌活动和神经纤维末梢释放递质等过程都属于出胞。

第二节 细胞的信号转导

一、信号转导概述

生物活性物质（神经递质、激素和细胞因子等）通过作用于受体或离子通道调节靶细胞功能的过程称为跨膜信号转导，也就是信号从细胞外转入细胞内的过程。

受体是指细胞中具有接收和转导信息功能的蛋白质。有些受体分布在细胞膜上称为膜受体，有些受体位于胞质或细胞核内称为胞质受体或核受体。配体是指能与受体发生特异性结合的活性物质。

二、离子通道型受体介导的信号转导

化学门控通道由配体结合部位和离子通道两部分所组成，也称为离子通道型受体或促离子型受体，如存在于骨骼肌终板膜上的 N_2 型乙酰胆碱受体。电压门控通道和机械门控通道能将接受到的物理信号转化成细胞膜电位的改变，具有与化学门控通道类似的信号转导功能，故这两类通道也可归入离子通道型受体介导的信号转导中。

三、G 蛋白耦联受体介导的信号转导

G 蛋白耦联受体是指激活后作用于与之耦联的 G 蛋白，然后引发一系列信号蛋白的级联反应，进而完成跨膜信号转导的一类膜受体，这类受体又称为促代谢型受体。

1. G 蛋白耦联受体

G 蛋白耦联受体是一种七次跨膜的单体蛋白，氨基端位于细胞膜外表面，羧基端位于细胞膜内侧，胞内部分有 G 蛋白的结合区域。

2. G 蛋白

G 蛋白是鸟苷酸结合蛋白的简称，由 α 、 β 、 γ 三个亚基组成，其中 α 亚基是功能亚基， β 和 γ 亚基是调节亚基。

3. G 蛋白效应器

G 蛋白效应器是指 G 蛋白直接作用的靶标，包括效应器酶、膜离子通道以及膜转运蛋白等。主要的效应器酶有腺苷酸环化酶（AC）、磷脂酶 C（PLC）、磷脂酶 A_2 （PLA₂）等。

4. 第二信使

第二信使是指由细胞外的信号分子（第一信使）作用于膜受体后产生的胞内信号分子，例如环磷酸腺苷（cAMP）、环磷酸鸟苷（cGMP）、 Ca^{2+} 、三磷酸肌醇（IP₃）、二酰甘油（DG）等。

5. 蛋白激酶

蛋白激酶是指将 ATP 分子上的磷酸基团转移到底物蛋白而产生蛋白磷酸化的一类酶。由第二信使激活的蛋白激酶常称为第二信使依赖性蛋白激酶，如 cAMP 依赖性蛋白激酶即蛋白激酶 A（PKA）、 Ca^{2+} 依赖性蛋白激酶即蛋白激酶 C（PKC）等。

主要的 G 蛋白耦联受体介导的信号通路包括受体 - G 蛋白 - AC - cAMP - PKA 通路、受体 - G 蛋白 - PLC - IP₃ - Ca^{2+} 和 DG - PKC 通路。此外，还有 Ca^{2+} 信号通路、PLA₂ 以及调节离子通道等通路。

四、酶联型受体介导的信号转导

酶联型受体是指其自身就具有酶的活性或能与酶结合的膜受体。该类受体大多为单次跨膜受体，其胞外端含有与配体结合的位点，胞内端具有酶的活性或含能与酶结合的位点。这类受体主要有酪氨酸激酶受体、

酪氨酸激酶结合型受体和丝氨酸（苏氨酸）激酶受体等。

五、招募型受体介导的信号转导

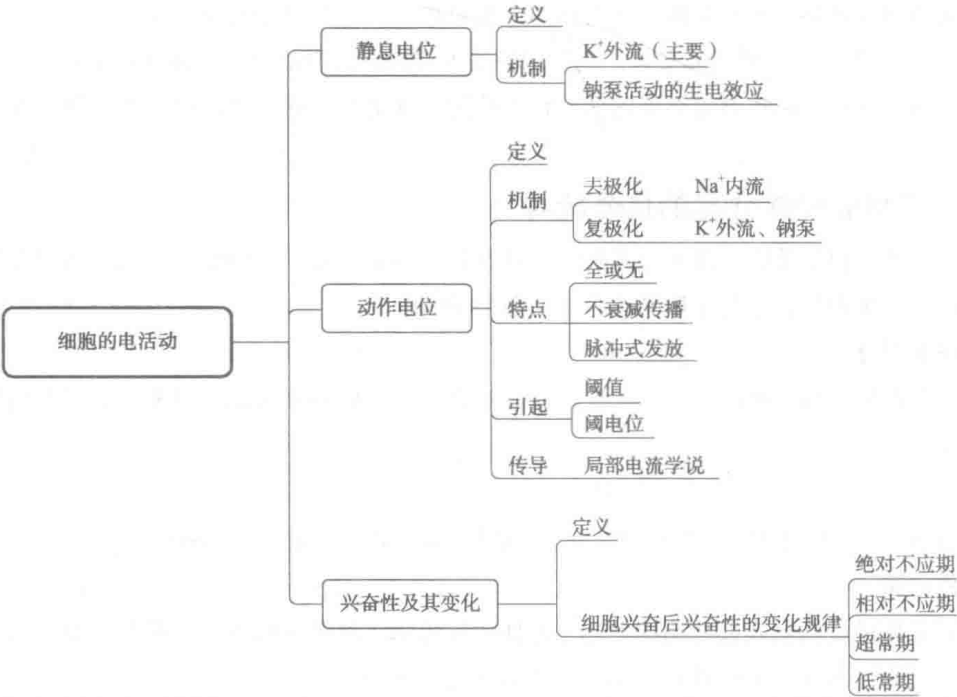
招募型受体是单次跨膜受体，该类受体分子的胞内端没有酶的活性，如细胞因子受体。招募型受体被激活后，其胞内端可在细胞质侧招募激酶或者转接蛋白，进而影响相应的信号转导通路。

六、核受体介导的信号转导

脂溶性配体（如类固醇激素、甲状腺素、维生素 D₃）可以直接透过细胞膜进入细胞内，与胞质受体或核受体结合而发挥作用。配体在与胞质内受体结合后，通常要转入核内发挥作用，因此，细胞内受体又统称为核受体。在核内，激素 - 受体复合物作为转录因子与相应的 DNA 特定部位结合，在转录水平上起调节作用。

第三节 细胞的电活动

速览导引图



细胞在进行生命活动时伴随的电现象，称为细胞生物电。细胞的生物电是由带电离子的跨细胞膜转运而产生的，表现为一定的跨膜电位，简称膜电位。细胞的膜电位主要有静息电位和动作电位两种表现形式。

一、静息电位

(一) 静息电位的概念

静息电位是指安静状态下存在于细胞膜两侧的内负外正且相对平稳的电位差。不同种类的细胞静息电位的数值不同。①极化：安静时细胞膜两侧所保持的内负外正的状态。②超极化：静息电位增大的过程或状态，如细胞内电位由 -70mV 变成 -90mV。③去极化：静息电位减小的过程或状态，如细胞内电位由 -70mV 变成 -50mV。④反极化：去极化至零电位后膜电位进一步变成正值，使膜两侧电位的极性发生倒转，变成外负内正的过程或状态。⑤超射：膜电位高于零电位的部分。⑥复极化：细胞膜去极化后再向静息电位方向恢复的过程。

(二) 静息电位产生的机制

1. 细胞膜两侧离子的浓度差与平衡电位

正常情况下细胞内 K⁺ 的浓度高（约为细胞外浓度的 30 倍）；细胞外 Na⁺ 的浓度高（约为细胞内浓度的