



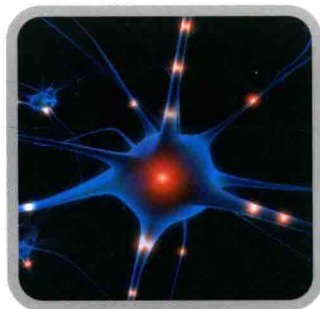
全国高职高专医药院校护理专业
"十三五"规划教材(临床案例版)

供护理、助产等专业使用

丛书顾问 文历阳 沈彬

人体机能学基础与应用

(临床案例版)



陈慧玲 ▲ 主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



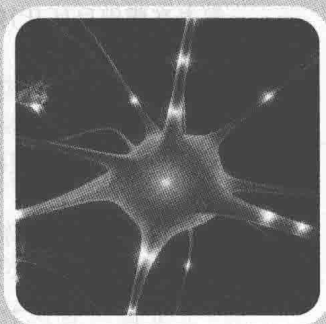
全国高职高专医药院校护理专业
"十三五"规划教材(临床案例版)

供护理、助产等专业使用

丛书顾问 文历阳 沈彬

人体机能学基础与应用

(临床案例版)



主 编 陈慧玲
副主编 李伟东 章 皓
编 者 (以姓氏笔画为序)
王红幸 宁波市第一医院
石予白 宁波卫生职业技术学院
龙香娥 宁波卫生职业技术学院
冯晓君 宁波卫生职业技术学院
杜 宏 宁波卫生职业技术学院
李伟东 宁波卫生职业技术学院
况 炜 宁波卫生职业技术学院
张 玲 宁波卫生职业技术学院
陈慧玲 宁波卫生职业技术学院
郑亚华 宁波市医疗中心李惠利医院
柳春波 宁波大学附属医院
费素定 宁波卫生职业技术学院
章 皓 宁波卫生职业技术学院
谢浩芬 宁波市第一医院



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书是将生理学、生物化学及病理生理学三门传统医学基础课程进行有机融合而形成的综合性教材。本书以细胞水平的活动介绍为先导,介绍细胞的基本功能、物质代谢、能量代谢等内容,继之以系统为单位展开对各系统正常、异常功能的介绍,将各系统正常的生理生化活动和与之相关的病理生理知识综合在一个体系中。本书可供护理、助产等专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

人体机能学基础与应用:临床案例版/陈慧玲主编. —武汉:华中科技大学出版社,2015.5
全国高职高专医药院校护理专业“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5680-0936-2

I. ①人… II. ①陈… III. ①人体生理学-高等职业教育-教材 IV. ①R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 120070 号

人体机能学基础与应用(临床案例版)

陈慧玲 主编

策划编辑:周琳

责任编辑:孙基寿 叶丽萍

封面设计:范翠璇

责任校对:马燕红

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:16.5

字 数:410千字

版 次:2015年8月第1版第1次印刷

定 价:42.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前言

Qianyan

本书是将生理学、生物化学及病理生理学三门传统医学基础课程进行有机融合而形成的综合性教材。

本书在编排上,以从整体到系统、从正常到异常为原则,以细胞水平的活动介绍为先导,介绍细胞的基本功能、物质代谢、能量代谢等内容,继之以系统为单位展开对各系统正常、异常功能的介绍,将各系统正常的生理生化活动和与之相关的病理生理知识有机综合在一个体系中。本书有利于学生循序渐进地学习,并应用多学科知识进行综合分析,从而更好地构建临床工作中思维评判所需要的基础理论体系。

本书以实用性、可读性为原则进行编写,尽量贴近医学高职类学生的特点和培养要求,突出应用型知识的学习。各章节之前均有学习目标,并在相应的内容中设置了案例导入和知识拓展,每章配有思考题,以指导和促进学生的自主学习及知识应用。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,在此恳请使用本书的教师和同学提出宝贵意见。

编 者

目录

Mulu

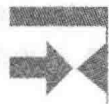
第一章 绪论	/1
第一节 概述	/1
第二节 生命的基本特征	/2
第三节 人体内环境和稳态	/3
第四节 人体机能的调节	/3
第五节 健康和疾病	/5
第二章 细胞的基本功能	/8
第一节 细胞膜的基本功能	/8
第二节 细胞的生物电现象	/12
第三节 肌细胞的收缩功能	/16
第三章 人体的新陈代谢	/21
第一节 糖代谢	/21
第二节 脂类代谢	/30
第三节 蛋白质代谢	/40
第四节 能量代谢	/47
第五节 体温及其调节	/50
第六节 发热	/53
第四章 血液	/58
第一节 血液的组成和理化性质	/58
第二节 血细胞生理	/60
第三节 血液凝固和纤维蛋白溶解	/65
第四节 血型与输血	/69
第五节 弥散性血管内凝血	/72
第五章 循环系统	/77
第一节 心脏机能	/77
第二节 血管机能	/87
第三节 心血管活动的调节	/94

第四节	休克	/98
第五节	心力衰竭	/104
第六章	呼吸系统	/111
第一节	肺通气	/111
第二节	肺换气和组织换气	/117
第三节	气体在血液中的运输	/119
第四节	呼吸运动的调节	/122
第五节	缺氧	/124
第六节	呼吸衰竭	/129
第七章	消化系统	/134
第一节	概述	/134
第二节	食物的消化	/136
第三节	吸收	/144
第四节	肝脏代谢	/146
第五节	肝性脑病	/152
第八章	泌尿系统	/157
第一节	尿的生成过程	/157
第二节	尿生成的调节	/164
第三节	尿液及其排放	/166
第四节	肾功能衰竭	/168
第九章	水和电解质代谢及紊乱	/175
第一节	水和电解质的正常代谢	/175
第二节	水和电解质代谢紊乱	/177
第十章	酸碱平衡及紊乱	/186
第一节	酸碱平衡的调节	/186
第二节	酸碱平衡紊乱	/188
第十一章	感觉器官	/195
第一节	视觉器官的功能	/195
第二节	听觉器官的功能	/200
第三节	前庭器官的功能	/203
第十二章	神经系统	/206
第一节	概述	/206
第二节	神经系统的感觉分析功能	/211
第三节	神经系统对躯体运动的调节	/217
第四节	神经系统对内脏活动的调节	/224
第五节	脑的高级功能	/229
第十三章	内分泌系统	/233
第一节	概述	/233



第二节	下丘脑与垂体	/236
第三节	甲状腺	/240
第四节	肾上腺	/244
第五节	调节钙、磷代谢的激素	/247
第六节	胰岛	/249
第七节	性腺	/251
参考文献		/257

第一章 绪论



学习目标 | ...

1. 掌握兴奋性及其衡量标准,阈值的概念,内环境的概念及稳态的意义,正反馈、负反馈的生理意义。
2. 熟悉生命的基本特征,人体功能的调节方式。
3. 了解人体机能学的研究内容,刺激的种类及三要素,可兴奋组织的概念,健康、亚健康、疾病的概念,病因及其与条件的关系,疾病的经过与转归的基本环节,脑死亡的概念及判断标准。

| 第一节 概 述 |

一、人体机能学的研究内容

人体机能学是研究人体在正常及异常状态下的功能和代谢活动规律及其原理的科学。它有机地融合了生理学、生物化学和病理生理学等学科的基本内容,是护理及其相关专业的一门重要的医学基础课程,为进一步学习职业技能课程、形成专业核心能力奠定了基础。

其中,生理学(physiology)研究的是人体正常的生命活动规律及其机制,其任务是研究正常状态下人体及其各部分的功能,如循环、呼吸、消化、泌尿系统生理活动。生物化学(biochemistry)是用化学的原理和方法探讨生命现象的学科,其任务主要是研究人体的分子结构与功能及生命活动过程中的化学变化。病理生理学(pathophysiology)研究的是患病机体的生命活动规律和机制,其任务是阐明疾病的病因、发病机制以及患病机体的功能和代谢变化,为疾病防治提供依据。

二、人体机能学和医学的关系

人体机能学和医学的关系十分密切。人类对于人体功能与代谢的认识是在长时间和疾病作斗争的过程中逐步积累和发展起来的。近几十年来,随着技术的发展,人体机能的研究不断深入,理论水平不断提高;而这些新成果又迅速应用于临床实践,大大促进了医学的发展。例如,心脏电生理的研究促进了对心律失常的认识和防治;微循环理论的提出对休克的发生发展有了新的认识,从而改善了休克的抢救措施;受体的研究为临床药物的开发应用提供了重要依据,等等。



因此,只有掌握正常人体的生命活动规律及其原理,并理解患病机体的功能代谢变化及其机制,才能深刻认识疾病发生、发展以及防治的原理和措施,从而应用这些知识正确有效地指导临床实践,并在实践中有所创新和发展,更好地成为人类健康的管理者、教育者、照护者和研究者。

第二节 生命的基本特征

生命体具有共同的基本特征,包括新陈代谢、兴奋性、生殖、生长发育、遗传变异、衰老死亡等,其中新陈代谢和兴奋性是最主要的基本特征。

一、新陈代谢

在生命活动中,机体与外界环境之间不断地进行物质交换与能量交换,以实现自我更新,这一过程称为新陈代谢。它包括物质代谢和能量代谢。物质代谢即物质在体内的合成与分解过程;体内的物质代谢过程伴随着能量的释放、转移、储存和利用,即能量代谢。物质代谢和能量代谢是密不可分的,在物质分解过程中伴随着能量的释放,而在物质的合成过程中则伴随着能量的储存。新陈代谢一旦停止,生命活动将终止,机体也将死亡。因此,新陈代谢是生命最基本的特征。

二、兴奋性

兴奋性是指机体、组织或细胞对刺激发生反应的能力或特性。兴奋性是生命体生存的必要条件。

(一)刺激与反应

作用于机体或细胞的各种内外环境的变化,称为刺激。按性质不同,刺激可分为物理性刺激(如机械、温度、声、光、电等)、化学性刺激(如酸、碱等)、生物性刺激(如细菌、病毒等)、社会心理性刺激(如情绪激动、工作压力等)。但刺激要引起机体兴奋,必须具备以下条件:刺激的强度、刺激的持续时间、刺激强度对时间的变化率须达到相应的临界值。

机体受到刺激后,其外部活动和内部代谢会发生相应的变化,称为反应。反应有两种表现形式。①兴奋:机体由相对静止状态转变为活动或活动较强的状态。②抑制:机体由活动状态转为相对静止或活动减弱的状态。

(二)兴奋性的衡量指标

体内各种组织的兴奋性高低不同,通常用阈强度作为衡量组织兴奋性高低的客观指标。阈强度是指刚能引起组织产生反应的最小刺激强度,简称阈值。强度等于阈值的刺激,称为阈刺激;强度小于阈值的刺激,称为阈下刺激;强度大于阈值的刺激,称为阈上刺激。

组织兴奋性的高低与阈值的大小成反变关系。组织的阈值越小,其兴奋性就越高;反之,组织的阈值越大,其兴奋性就越低。神经、肌肉、腺体组织的兴奋性较高,只需接受较小强度的刺激即可产生反应,称为可兴奋组织。

知识拓展

肌内注射“两快一慢”原则

为了减轻患者的疼痛感,临床上肌内注射的护理操作规程中规定了“两快一慢”的原则,“两快”即进针速度与拔针速度要快,“一慢”即推药速度要慢。进针速度与拔针速度快,其目的是缩短刺激的持续时间,从而减轻人体因针刺而产生的痛觉。推药速度慢,就是尽量减小刺激强度对时间的变化率,避免因药液的快速冲击造成组织损伤及不适感。

| 第三节 人体内环境和稳态 |

一、内环境

构成人体的绝大多数细胞不与外界环境直接接触,而是生存于细胞外液中。细胞从细胞外液中摄取新陈代谢所需的氧和营养物质,同时将二氧化碳和代谢产物排到细胞外液中,再通过呼吸、泌尿等途径排出体外。因此,细胞外液构成了细胞生存的环境,称为内环境。内环境为体内细胞提供了新陈代谢的必需条件,对细胞的生存以及正常功能的维持起着重要作用。

人体的体液约占体重的60%,其中40%分布于细胞内,20%构成细胞外液即内环境。细胞外液包括血浆、组织液、淋巴、脑脊液和房水等,其中血浆是沟通各部分体液并和外界环境进行物质交换的重要媒介,因此血浆是内环境中最活跃的部分。

二、稳态

内环境的理化性质(如温度、酸碱度、离子浓度等)保持相对稳定的状态,称为稳态。内环境理化性质的相对稳定并非静止不变,而是一种动态平衡,即在一定范围内变动但又保持相对稳定。例如,人的正常体温总是在37℃左右波动,但波动幅度不超过1℃。

稳态是细胞进行正常生命活动的必要条件,内环境稳态的破坏如高热、酸中毒、缺氧及离子浓度异常等均可引起细胞功能的严重损害,导致疾病发生,甚至危及生命。在正常情况下,细胞代谢或外界环境因素也会干扰内环境稳态,但机体可通过神经、体液等因素的调节,使内环境稳态得以及时恢复,从而维持其相对稳定。

| 第四节 人体机能的调节 |

一、人体机能的调节方式

(一)神经调节

神经调节是指通过神经系统的活动对机体功能进行调节,是人体机能调节的最主要形



式。神经调节的基本方式是反射,反射是指在中枢神经系统的参与下,机体对刺激所作出的规律性反应。反射的结构基础是反射弧,由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五个部分组成(图 1-1)。

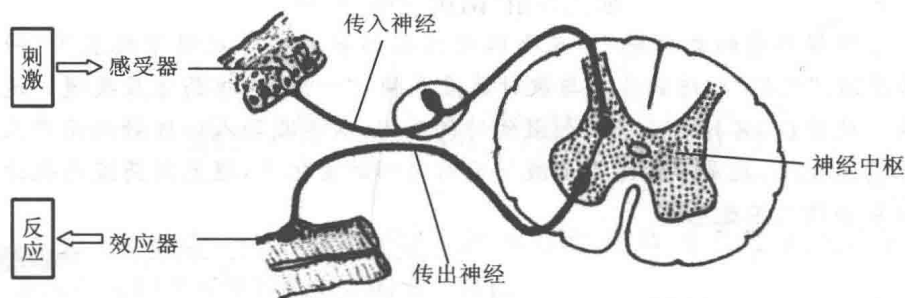


图 1-1 反射弧模式图

感受器能感受体内外的各种刺激,并将刺激信号转变为电信号通过传入神经传到相应的神经中枢,神经中枢对传入信号综合分析后发出指令,再通过传出神经到达效应器,最后由效应器完成反射活动。因此,反射活动有赖于反射弧结构和功能的完整,反射弧的任何一个环节被阻断,都将导致反射不能进行。

(二) 体液调节

体液调节是指体内一些特殊的化学物质通过体液途径而影响相应组织或器官的功能。参与体液调节的化学物质包括内分泌细胞分泌的激素、组织细胞的代谢产物等。绝大多数激素借助血液循环作用于特定组织而发挥作用,如胰岛 B 细胞分泌的胰岛素由血液运送到全身组织细胞,对糖和脂肪的代谢进行调节,从而起到降低血糖的作用。代谢产物往往通过局部组织液的扩散,改变邻近细胞的功能活动,如运动后肌细胞产生的 CO_2 、乳酸等代谢产物可通过组织液扩散,引起邻近的微血管舒张,而使血流量增加。

人体内多数内分泌活动接受神经系统的支配,因此体液调节实质上成为神经调节的一个传出环节,这种调节称为神经-体液调节。例如,肾上腺髓质受交感神经支配,当交感神经兴奋时,肾上腺髓质释放肾上腺素和去甲肾上腺素,此时神经和体液因素共同参与机体活动的调节。

(三) 自身调节

自身调节是指机体的组织细胞不依赖于神经和体液调节,由自身对刺激作出的一种适应性反应。例如,当动脉血压在 80~180 mmHg 范围内变动时,肾血流量可保持相对恒定,从而保证泌尿功能的正常进行。虽然自身调节的幅度和范围较小,但对于某些器官和组织的功能调节仍具有一定意义。

二、人体机能的控制系统

(一) 反馈控制系统

在这类控制系统中,控制部分发出指令控制受控部分的活动,而受控部分又可发出反馈信息影响控制部分的活动(图 1-2)。反馈有负反馈、正反馈两种形式。

1. 负反馈 反馈信息作用的结果是减弱控制部分的活动,这种反馈形式称为负反馈。

人体内的负反馈极其普遍,其意义在于维持机体生理功能的稳态。例如,动脉血压的相对稳定通过压力感受性反射来实现:当动脉血压升高时,可通过该反射抑制心血管活动,使动脉血压回降至正常水平;反之,当动脉血压降低时,则通过相反作用使动脉血压回升,从而维持动脉血压的相对稳定。

2. 正反馈 反馈信息作用的结果是加强控制部分的活动,这种反馈形式称为正反馈。正反馈不如负反馈多见,其意义在于促使机体的某种生理过程尽快完成。例如,在排尿反射中,当排尿中枢发动排尿后,尿液进入尿道刺激了尿道的感受器,后者发出反馈信息进一步加强排尿中枢的活动,使排尿反射加强,直至尿液排完为止。此外,血液凝固、分娩等生理过程也有正反馈机制参与。

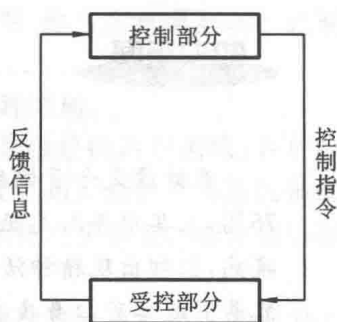


图 1-2 反馈控制系统示意图

(二) 前馈控制系统

在受控部分的状态发生改变之前,机体通过监测装置得到信息,及时调整控制部分的活动,这种控制形式称为前馈。条件反射就是一种前馈控制系统的活动,如动物看到食物就引起唾液分泌,这种分泌活动比食物进入口腔后引起唾液分泌来得快,具有预见性,适应性意义更大。

(三) 非自动控制

在非自动控制系统中,控制部分发出指令控制受控部分的活动,而控制部分的活动不受受控部分影响,即不存在反馈。这种控制系统在体内较为少见,如在应激情况下交感神经高度兴奋,引起心率加快、血压升高,而这些信息并不能引起前述的压力感受性反射,使人体在应激状态时血压一直维持在较高水平。

第五节 健康和疾病

一、健康和疾病的概念

(一) 健康

世界卫生组织(World Health Organization, WHO)关于健康的定义是:“健康是指不仅没有病痛和疾病,而且是躯体上、精神上和社会适应上的良好状态”。在很多情况下,人体主观感觉不适,但缺乏客观的症状和体征,这种特殊的状态被称为亚健康。此时机体处于健康与疾病之间的中间状态,已有潜在的发病倾向,如处理不当就会导致疾病发生,但如及时改善也可恢复到健康状态。

(二) 疾病

疾病是指机体在一定的病因作用下,自稳调节发生紊乱而导致的异常生命活动过程。此时,机体存在各种功能、代谢和形态结构的异常改变,表现为各种症状(患者主观上的异常感觉,如头痛、恶心、畏寒等)、体征(疾病的客观表现,如肝脾肿大、心脏杂音、肺部湿啰音等)或心理行为异常(如烦躁不安、喜怒无常等)。



知识拓展

亚 健 康

亚健康是介于健康和疾病之间的一种临界状态,在人群中发生率较高,高达75%,尤其中年人是亚健康的高发人群。处于亚健康状态的个体,虽然没有明确的疾病,但却出现精神活力和适应能力的下降。如亚健康状态未能得到及时纠正,很容易引起各种心身疾病,包括胃肠道疾病、高血压、冠心病、癌症、心理障碍等。

引起亚健康的原因是复杂多样的。其中:心理因素常起主导作用,由于生活节奏快、竞争激烈、人际关系紧张等因素,导致人的心理失衡;其次与膳食有关,当机体摄入过多热量或营养缺乏时,可引起机体功能失调。此外,个体的个性特征、吸烟、酗酒、大气污染、长期接触有毒物质等也与亚健康的发生有关。

要摆脱亚健康的困扰,可从以下几个方面进行防治:①调整心理状态,保持积极乐观的心态;②保证合理膳食和均衡营养,注意维生素和矿物质的补充;③及时调整生活规律,劳逸结合、睡眠充足;④加强体育锻炼,每天保证一定运动量。

二、疾病概述

(一)疾病发生的原因和条件

1. 疾病发生的原因 疾病发生的原因简称病因,是指能引起疾病发生并决定疾病特异性的因素。病因是疾病发生不可缺少的因素,没有病因就不可能发生相应的疾病,如结核病的病因是被结核杆菌感染,未被感染则不可能患结核病。

引起疾病发生的病因很多,主要包括生物性因素(如细菌、病毒、寄生虫)、化学性因素(如强酸、蛇毒、有机磷农药)、物理性因素(如骨折、冻伤、电击伤)、营养性因素(如肥胖、维生素D缺乏)、遗传性因素(如血友病、白化病)、先天性因素(如先天性心脏病、胎儿畸形)、免疫性因素(过敏性休克、荨麻疹)及社会心理因素(如溃疡病、神经官能症)。

2. 疾病发生的条件 疾病发生的条件是指影响疾病发生发展的因素,包括年龄、性别等内在因素,气温、地理环境等自然因素,经济状况、教育水平等社会因素。这些因素本身不能直接引起疾病,但可以左右病因对机体的影响,起到促进、延缓或阻止疾病发生发展的作用。如结核杆菌进入人体并不是一定会发生结核病:在营养充足、生活状况良好又有适度体育锻炼的条件下,机体对结核杆菌的抵抗力增强,可能不发生结核病。

在疾病发生的条件中,能促进疾病发生发展的因素称为诱因。如高血压患者在情绪激动、寒冷刺激时可促使血压突然升高,可能成为脑出血的诱因。

(二)疾病的经过和转归

1. 潜伏期 从致病因素作用于人体到最初症状出现的时期,称为潜伏期。此期患者没有临床症状,故不易发现。不同疾病的潜伏期长短不一,传染病的潜伏期比较明显。

2. 前驱期 从人体出现最初症状到典型症状出现的时期,称为前驱期。此期患者可出现全身不适、乏力、食欲不振等症状,前驱期的及时发现有利于疾病的早期诊断和治疗。

3. 症状明显期 人体相继出现疾病的典型症状和体征的时期,称为症状明显期。此期是临床上诊断、治疗疾病最重要的时期。

4. 转归期 转归期是指疾病的终结时期,分为康复和死亡两种结局。

(1) **康复** 康复分为完全康复、不完全康复两种。完全康复是指致病因素消除,各种症状和体征消失,机体的细胞结构、功能代谢恢复正常。不完全康复是指致病因素所致的损伤得到控制,主要症状、体征已消失,但机体的细胞结构、功能代谢未能完全恢复。如外伤引起的肢体截除,属不完全康复的范畴。

(2) **死亡** 死亡是指生命活动的终止,是疾病发生、发展的最不幸结局。死亡可分为生理性死亡和病理性死亡两种。生理性死亡是由于机体各器官的自然衰老所致,现实生活中很少见,绝大多数属于病理性死亡。

在传统的观念中,一直把心跳、呼吸的永久性停止作为死亡的标志。近年来,随着复苏技术的提高、器官移植的开展,对死亡有了新的认识。目前认为,死亡是指机体作为一个整体的功能永久性停止,并不是各器官组织都同时死亡。因此,近年来提出了脑死亡的概念,即脑干以上全脑功能发生不可逆的永久性停止。

以下是判断脑死亡的标准:①自主呼吸停止,进行人工呼吸 15 min 仍无自主呼吸;②不可逆的深昏迷,对外界刺激毫无反应;③脑干神经反射消失,如角膜反射、瞳孔对光反射、咳嗽反射、吞咽反射等均消失;④瞳孔散大或固定;⑤脑电波消失;⑥脑血液循环完全停止。

脑死亡的意义:①有利于准确判断个体死亡时间;②确定终止复苏抢救的界限,减少医疗资源的浪费;③为器官移植提供良好时机和合法依据。

知识拓展

脑死亡与植物人

脑死亡与植物人是两个完全不同的概念。脑死亡是全部脑组织的损伤,脑功能永远不能恢复,主要特征是自主呼吸停止、脑干反射消失。而植物人是大脑皮层受到严重损伤,患者丧失意识,处于一种特殊的昏迷状态,但脑组织的部分功能仍存在,有自主呼吸和脑干反射。

由此可见,脑死亡和植物人既有区别又有联系,其共同特征为脑组织的严重损伤,但两者的损伤程度有所不同。处于植物状态的患者,只要护理得当,就有可能长期生存,某些患者还可能一朝苏醒。而脑死亡患者的全部脑组织坏死,与其有关的所有神经功能全部丧失,是不可能再复苏的。

思考题

1. 试分析兴奋性和阈值之间的关系。
2. 何谓内环境? 稳态有何意义?
3. 举例说明正反馈、负反馈及其生理意义。

(陈慧玲)

第二章 细胞的基本功能



细胞是人体的基本结构单位,体内所有的生理活动都是以细胞为基础进行的。人体有200多种细胞,每种细胞都执行特定的功能。本章主要介绍各种细胞共有的基本功能,包括细胞膜的物质转运和信号转导功能、细胞的生物电现象及肌细胞的收缩功能。

第一节 细胞膜的基本功能



学习目标

1. 掌握细胞膜的物质转运方式,钠泵及其转运的意义。
2. 了解细胞膜的液态镶嵌模型,跨膜信号转导。

细胞膜主要由脂质、蛋白质和糖类组成,其结构可用液态镶嵌模型解说:细胞膜以液态的脂质双分子层为基本骨架,其中镶嵌着具有不同生理功能的蛋白质,某些膜脂质或蛋白质结合着糖链(图2-1)。

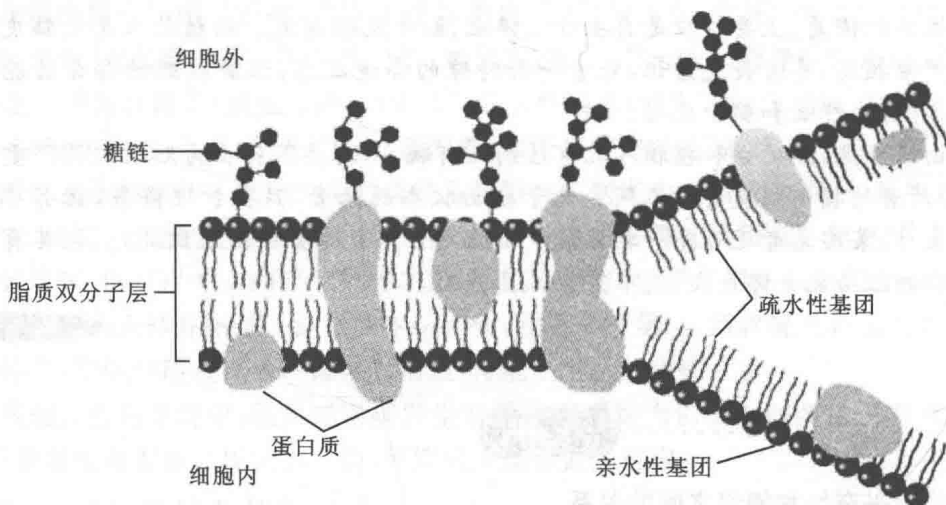


图 2-1 细胞膜的液态镶嵌模型

一、细胞膜的物质转运功能

细胞在新陈代谢过程中,需要不断地与内环境进行选择性的物质交换。各种物质进出

细胞必须通过细胞膜,细胞膜对物质的转运具有多种形式。

(一)被动转运

物质从浓度高的一侧向浓度低的一侧转运,无需消耗额外的能量,称为被动转运。

1. 单纯扩散 单纯扩散是指脂溶性小分子物质从细胞膜的高浓度一侧向低浓度一侧移动的过程。这是一种简单的物理扩散,物质可直接通过细胞膜的脂质双分子层间隙进出细胞,如 O_2 和 CO_2 、 N_2 、乙醇等(图 2-2)。其扩散的方向和速度主要取决于两个因素:物质在细胞膜两侧的浓度差、细胞膜对该物质的通透性。

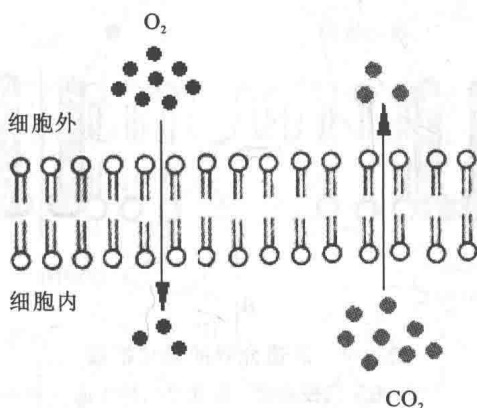


图 2-2 单纯扩散

2. 易化扩散 易化扩散是水溶性小分子或离子在特殊膜蛋白的帮助下,由细胞膜的高浓度一侧向低浓度一侧扩散的过程。根据参与帮助的膜蛋白不同,可将易化扩散分为两类。

(1)载体介导的易化扩散 此类易化扩散是指细胞膜上的载体蛋白在物质浓度高的一侧与被转运物质结合,引起载体蛋白的构象变化,将结合的物质转运到浓度低的一侧(图 2-3)。葡萄糖、氨基酸等营养物质通过细胞膜即属于这种方式。

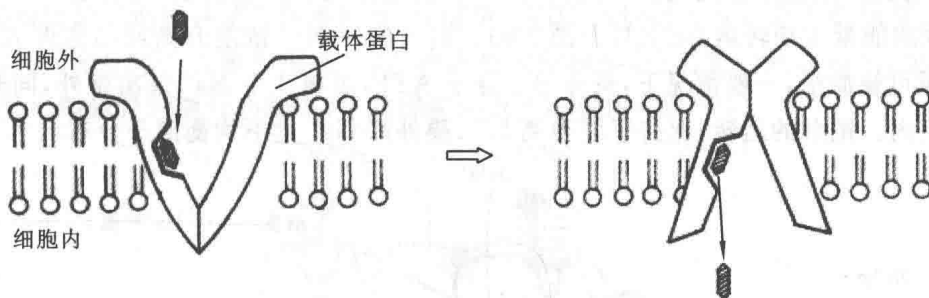


图 2-3 载体介导的易化扩散

载体介导的易化扩散具有以下特点。①特异性:某种载体只选择性地与某种物质结合。②饱和现象:载体蛋白的数目及载体与物质结合的位点是有限的,因而载体转运物质的能力是有限的。③竞争性抑制:结构相似的物质能竞争同一载体的结合位点。

(2)通道介导的易化扩散 通道介导的易化扩散是指溶液中的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 等带离子,借助细胞膜上的通道蛋白,从浓度高的一侧向浓度低的一侧移动的过程(图 2-4)。离子通道的开放或关闭是受调控的,由膜两侧电位变化控制的通道称为电压门控通道,通过化学物质与通道蛋白结合来调控的通道称为化学门控通道。

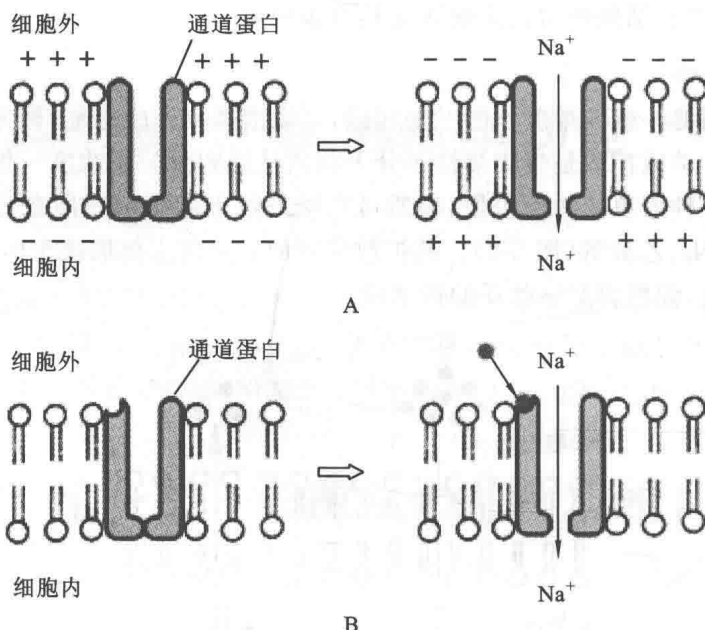


图 2-4 通道介导的易化扩散

A. 电压门控通道 B. 化学门控通道

(二) 主动转运

主动转运是指细胞消耗能量,将物质由细胞膜的 低浓度 一侧运到 高浓度 一侧的过程。

1. 原发性主动转运 直接利用 ATP 分解提供的能量,逆浓度差转运物质的过程称为原发性主动转运。介导这一过程的膜蛋白称为离子泵,如转运 Na^+ 、 K^+ 的钠-钾泵(简称钠泵)、转运 Ca^{2+} 的钙泵、转运 H^+ 的质子泵等。原发性主动转运中,以钠泵的研究最为充分。

钠泵的实质是镶嵌在细胞膜中的具有 ATP 酶活性的特殊蛋白质,可分解 ATP,并利用 ATP 释放的能量主动转运 Na^+ 、 K^+ (图 2-5)。当细胞内 Na^+ 浓度升高或细胞外 K^+ 浓度升高时,钠泵可被激活,一般情况下,每分解 1 分子 ATP,可将 3 个 Na^+ 泵出胞外,同时将 2 个 K^+ 泵入胞内。钠泵的运转,保持了膜内高 K^+ 、膜外高 Na^+ 的不均衡离子分布状态。

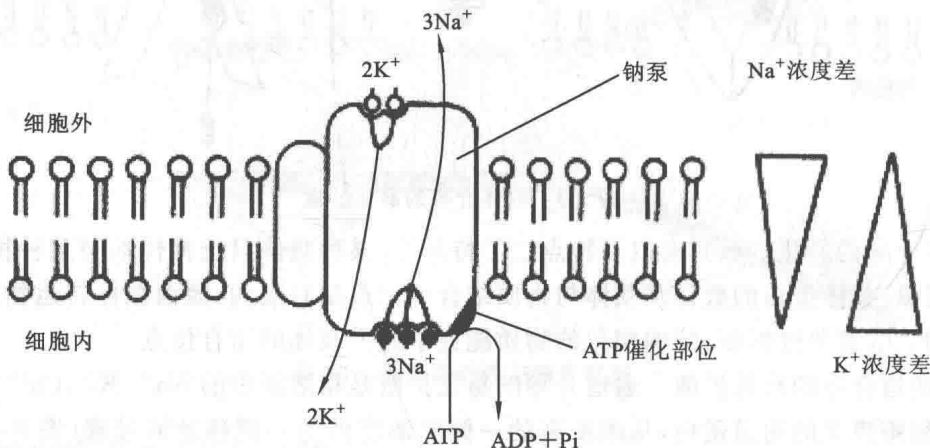


图 2-5 钠泵的主动转运