

湖南省护士专业试用教材说明

卫生部陈敏章部长在全国中等医学教育工作会议上指出：“中等医学教育教学改革的中心任务是：打破在教学工作中的传统模式，把中等医学教育从类同于高等教育‘学院型’改变为‘实用型’，以适应改革后的城、乡卫生技术人才的需要”。湖南卫生厅根据此精神，选定护士专业为中等医学教育改革的试点专业，按照培养“实用型”护理人才这一目标，修订护士专业教学计划和各学科的教学大纲，组织有关专业教师编写供全省护士教改试点班使用的新教材。

试用教材共有18种：包括医学伦理学、医用化学、医用遗传学、解剖学及组织胚胎学、生物化学与生理学、微生物学与寄生虫学、病理学、药理学、护理心理学、基础理学、内科护理学、外科护理学、儿科护理学、传染病护理学、妇产科护理学、眼耳鼻喉及口腔护理学、卫生学、针灸与理疗等。为了使新编的教材，服从于培养目标，有较强的专业性和实用性，强调教材的编写，应根据强化培养目标，淡化学科意识加强基本技能训练的原则，取舍教学内容，以体现护理学是一门综合应用型学科，有助于提高护士素质。在编写程序上分两阶段进行，第一阶段：由担负护士专业教学改革试点学校，按学科分工，选定具有讲师以上职务的任课教师为主编，邀请省内其他卫富有教学和临床经验的讲师、高级讲师参加编写，先根据修订的教学计划与教学大纲编写试用教材，在护士专业教改试点教学班使用，以便在教学实践过程中发现问题予修改；第二阶段：试用教材经修改后，确认该教材符合教学改革的要求，质量较好，邀请省内高等医学院校有关专家、教授主审定稿，然后组织出版发行。其目的在于证书稿内容的科学，新颖和实用。

为了便于任课教师安排教学进程和指导学生学习，本教材后附有教学大纲和实习实验指导。教材建设是一项长期而艰巨的任务，编写适合护士专业教学改革的系列教亦属初次尝试，因此，书中不足之处，难以避免，有待于广大师生与读者的批评指正以便不断修改完善。

科 教 处

编 者 的 话

本教材根据《湖南省护士专业教育改革方案》(试行)及湖南省中等卫校护士专业教改试点班《生物化学与生理学》教学大纲编写而成。供省内中等卫校护士专业使用。

本着培养有社会主义觉悟的实用型护士专业人才的根本宗旨,我们始终围绕专业的需要,力求做到:①加强《生物化学与生理学》三基内容专业基础及临床各学科的联系;②加强本教材与专业最需要的基本操作技能训练的联系;③加强人体基本生命活动规律的整体观及各器官、系统功能的相互联系;④加强新概念、新知识、新技术的介绍。在以初中层次学生基本文化素质为起点的前提条件下,力争概念准确、明瞭,文字简洁通俗,可读性强,使之成为符合护士制业需要的较好教材。

编写过程中,我们在总结以往生理生化教学经验的基础上,大胆进行了三方面的改革尝试:①把《生理学》与《生物化学》两学科融为一体,让学生更好地将整体及器官、系统的宏观生理与微观生物化学变化紧密结合起来学习、理解;②在编排上,打破了传统的系统论述生命机能的模式,在合并两学科内容的基础上,采取按人体整体生命活动自然进程的编排格局。即分为第一章生命的基本特征和细胞的基本功能;第二至五章分别为生命的物质基础——人体的新陈代谢,人体的物质运输,人体的排泄功能及酸碱平衡和人体生命机能的调节等五个部分;③作了某些内容上的增减。为了给《基护》中新技术的应用提供适合的理论基础,我们增写了《皮肤功能》一节,并对肝脏生化、以及排泄、神经、生殖生理的某些内容,大胆地作了调整或强弱处理。

尽管我们在编写中作了较大努力,但由于时间仓促,更限于认识、学识水平和教学经验,问题和错误是难免的,望同道和使用者提出意见,批评指正。

编 者

一九九〇年七月于常德

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 生命的基本特征.....	(1)
一、新陈代谢.....	(1)
二、兴奋性.....	(1)
第二节 内环境稳态及人体功能调节.....	(2)
一、内环境与稳态.....	(2)
二、人体的功能调节.....	(2)
第三节 细胞膜的功能.....	(3)
一、物质转运动能.....	(3)
二、受体功能.....	(4)
第四节 细胞的生物电现象.....	(4)
一、静息电位.....	(4)
二、动作电位.....	(5)
第五节 肌细胞的收缩功能.....	(6)
一、骨骼肌的兴奋—收缩偶联.....	(6)
二、肌丝的滑行过程.....	(6)
三、肌肉的收缩形式及其生理意义.....	(6)
第二章 人体的新陈代谢	(8)
第一节 营养物质的概述.....	(8)
一、蛋白质的营养.....	(8)
二、脂类的营养.....	(9)
三、糖类的营养.....	(9)
四、维生素.....	(10)
第二节 营养的摄取过程.....	(16)
一、消化.....	(16)
二、吸收.....	(21)
〔附〕肝脏的生物转化作用.....	(22)
第三节 营养的利用.....	(23)
一、蛋白质的结构及其主要特性.....	(23)
二、酶.....	(26)
三、糖代谢.....	(31)

四、脂类代谢	(41)
五、蛋白质的分解代谢	(48)
六、核酸与蛋白质的生物合成	(53)
七、生物氧化与能量代谢	(61)
八、水、盐代谢	(68)
第四节 呼吸生理	(74)
一、肺通气	(75)
二、气体交换	(78)
三、气体运输	(79)
第三章 人体的物质运输	(81)
第一节 血液生理	(81)
一、概述	(81)
二、血浆	(82)
三、血细胞	(83)
四、血液凝固与纤维蛋白溶解	(86)
五、输血与血型	(89)
第二节 心脏生理	(91)
一、心肌生物电现象	(91)
二、心肌的生理特性	(92)
三、心动周期及心脏射血功能	(95)
四、心音与心电图	(98)
第三节 血管生理	(99)
一、各类血管的结构概要与功能	(99)
二、动脉血压	(100)
三、静脉血压和静脉血流	(103)
四、微循环	(104)
五、组织液与淋巴循环	(106)
第四节 冠、肺、脑循环特点	(107)
一、冠状循环	(107)
二、肺循环	(108)
三、脑循环	(108)
第四章 人体的排泄机能与酸碱平衡	(110)
概 述	(110)
第一节 尿的生成	(110)
一、尿量及其理化性质	(110)
二、肾脏的结构和血液供应特点	(111)
三、尿的生成过程	(112)
四、影响尿生成的因素	(115)

五、肾脏泌尿的调节·····	(116)
第二节 尿的输送、贮存和排放·····	(119)
一、输尿管和膀胱的功能·····	(119)
二、排尿·····	(119)
第三节 酸碱平衡·····	(120)
一、体内酸性物质和碱性物质的来源·····	(120)
二、体内酸碱平衡的调节·····	(121)
三、血液生化指标·····	(124)
四、酸碱平衡紊乱的基本类型·····	(125)
第五章 人体的机能调节·····	(126)
第一节 神经调节·····	(126)
一、神经纤维·····	(126)
二、反射中枢·····	(127)
三、感觉功能·····	(129)
四、神经系统对躯体运动的调节·····	(137)
五、神经系统对内脏运动的调节·····	(140)
六、高级神经活动·····	(151)
第二节 体液调节·····	(155)
一、概述·····	(155)
二、内分泌·····	(155)
教学大纲·····	(167)

第一章 绪 论

生物化学与生理学是研究生命活动规律及生物物质变化的科学。它从整体、器官系统和细胞分子三个水平上,提示了人体生命现象及生物物质代谢的过程,及其所需条件、影响因素等客观规律、从而为临床医学与人类健康服务。

第一节 生命的基本特征

标志生命存在的最基本特征有:

一、新陈代谢

生物体与其周围环境不断地进行物质和能量的交换以及生物内部所进行的物质和能量转变的过程,称为新陈代谢。

新陈代谢包括两个过程,即合成代谢与分解代谢。合成代谢又称同化作用,是指机体从所在环境中摄取各种营养合成自身物并贮存能量的过程;分解代谢又称异化作用,是指机体分解自身组成成分成为小分子物质和代谢产物的过程。物质的合成与分解称物质代谢;伴随物质代谢而发生的能量释放、转化和利用的过程则称为能量代谢。物质代谢和能量代谢两部分是一个相互依存不可分割的统一过程。生物体就是在与环境进行物质和能量交换的基础上实现其自我更新,如果新陈代谢一旦停止,生命即告终止。

二、兴奋性

生物或活组织细胞对环境变化作出兴奋反应的能力或特性。这是生命又一最基本特征。兴奋性是在应激性(对刺激作出反应的特性)的基础上发展起来的。由于生物体对其周围环境变化所引起的反应形式,可以是兴奋,也可以是抑制,故兴奋性只是应激性的一种表现形式。应激的另

一种表现形式是抑制,而抑制则不包括在兴奋性概念中。

凡能引起生物体或组织细胞发生反应的环境变化(或动因)称为刺激。机体或组织细胞接受刺激后所出现的理化变化及生理活动过程称为反应。兴奋性是一切生物体适应环境的必要条件。

在生理学中,把能引起组织发生反应的最小刺激强度,称为刺激阈或阈强度。阈强度的刺激称阈刺激;小于阈刺激的刺激,称阈下刺激;大于阈刺激的刺激,称阈上刺激。组织细胞的刺激阈大小可反映其兴奋性的高低。刺激阈值愈小,说明该组织易兴奋,也就是兴奋性高;刺激阈值愈大,说明组织细胞不易兴奋,兴奋性低。

不同的组织对刺激所作出反应的表现形式各异。神经组织的反应表现为神经干产生神经冲动,肌组织的反应表现肌细胞收缩,腺体组织的反应为腺细胞分泌等。各组织反应形式虽多样,但最基本的应激反应形式可概括为两种,即兴奋和抑制。兴奋是组织接受刺激后,由相对静止转为活动状态,或由弱的活动转为强的活动;抑制是组织接受刺激后,由活动状态转为相对静止状态,或由强转为弱的活动。组织接

受刺激后究竟发生兴奋还是抑制，主要取决于刺激的质和量以及组织当时的机能状

态。

~~~~~第二节 内环境稳态及人体功能调节

一、内环境与稳态

生物进化到高等动物和人类，机体绝大部分细胞已不与多变的外环境（指大气环境）相接触，而是直接浸浴在细胞外液中。细胞外液指机体内所有细胞周围的体液，包括血浆、组织液、淋巴液等，被称之为“内环境”，即细胞生活的环境。细胞外液中的 $4/5$ 是存在于组织间隙内，另 $1/5$ 的细胞外液即血浆在心血管系统中运行，是机体内物质运输的主要渠道，血浆既可通过毛细血管与全身各组织间液进行物质交换，又可通过肺、肾、肠、皮肤等各种途径与外环境沟通。一方面从外界摄取营养物质，另一方面清除体内的代谢终产物，在实现细胞与外环境之间物质交换的同时，维持内环境理化性质的相对稳定，为细胞提供适宜的生活环境。

内环境的组成成分与理化性质并不是一成不变，而是一种在不停转换中的动态平衡，称为相对平衡，又称稳态。稳态的概念最初只用来描述内环境的相对恒定，现已广泛用于阐述机体各种生理功能的相对稳定状态。

二、人体的功能调节

人体在内、外环境发生变化时，相应地作出整体或局部的适应性反应。整体反应包括运动系统（骨、关节、肌肉）作出的适应性活动和内脏系统发生相应的功能变化。不论何种反应或功能变化，最基本的是细胞或组织的新陈代谢变化。新陈代谢进行过程中产生的各种物质必然影响内环境稳态，剧烈的内、外环境变化还

可以破坏内环境稳态，人体通过调整血液循环、呼吸、消化、排泄等各系统功能以维持稳态。因此，人体正常功能是建立在新陈代谢基础上，而新陈代谢在需要稳态的同时，又破坏稳态，机体又通过调整来维持稳态以保证新陈代谢正常进行。所以，在新陈代谢与稳态之间存在着相互矛盾、协调统一、配合默契的复杂关系。人体在发生整体反应、调整新陈代谢与稳态关系时有三种调节机制参与活动，即神经调节，体液调节和自身调节，其中神经调节是人体最重要的调节机制。

（一）神经调节

神经调节的主要活动方式是反射。所谓反射是指人体在中枢神经系统参与下对内、外环境变化所产生的适应性反应。反射的结构基础称反射弧，包括感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五个部分。如食物进入口腔，刺激口腔粘膜感受器产生电兴奋，经传入神经进入食物中枢，再由传出神经引起咀嚼运动和唾液腺分泌。

（二）体液调节

体液调节是指某些化学因子通过组织间液或血液循环而作用于组织器官，发挥调节作用。其中激素发挥的体液调节作用最强，其次为组织产生的代谢产物，如 CO_2 、组织胺、5-羟色胺、腺苷等。代谢产物多在组织局部发挥调节作用。

在整体上体液调节与神经调节有密切联系，常作为神经调节的延伸或补充，如有些激素的分泌直接或间接受中枢神经系

统控制，发挥更完善的全身调节作用，这种调节方式可称为神经——体液调节。

(三) 自身调节

自身调节是机体内某些组织和细胞在其周围环境发生变化时，可不依靠神经或体液调节而自身产生适应性反应。如心肌的收缩力在一定范围内与其纤维初长（前负荷）成正变关系，又如动脉血压在一定范围内升降，肾动脉血压仍可保持相对稳定。

(四) 反馈调节

上述神经调节和体液调节过程中，除单向的控制与被控制联系以外，还存在二者之间的双向联系，即有控制信息与反馈信息在闭合回路中的信息传递。一般将受控部分的反馈信息回传到控制部分并产生不同的影响，称为反馈调节（图1—1）。根据反馈调节的作用不同又分为正反馈和负反馈。正反馈是反馈信息的作用与控制信息的作用一致的反馈。负反馈是反馈信息作用与控制信息作用相反的反馈。负反馈是各种调节过程中经常出现和具有更为

重要的保持生理稳态的反馈调节（图1—2）。

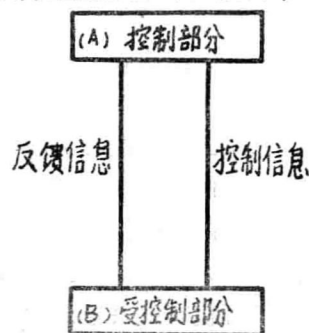


图1-1 反馈调节示意图

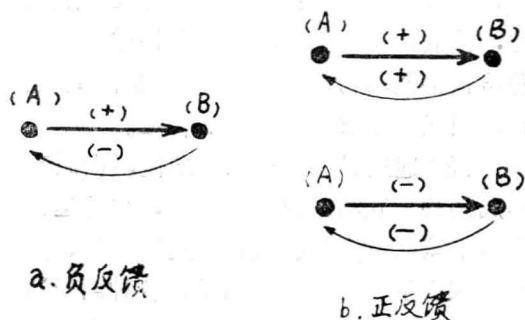


图1-2 正负反馈调节

第三节 细胞膜的功能

细胞是人的基本结构和功能单位，首先讨论细胞膜的有关功能是学习、掌握整体和器官系统活动的必要基础。

细胞外表的一层薄膜称细胞膜，它是细胞内容物与周围环境之间的隔膜，又称为细胞的“界膜”。膜的概念除指细胞外表的界膜之外，还包括细胞内部各种细胞器的细胞内膜。界膜和细胞内膜统称生物膜。细胞内、外的物质交换和信息传递，都必须经过细胞膜才得以进行。细胞膜的功能可概括为：

一、物质转运功能

膜有四种物质转运方式：

1. 单纯扩散

脂溶性或疏水性物质由膜的高浓度一侧向低浓度一侧的转运，称单纯扩散。单纯扩散由膜两侧溶质分子浓度差和膜的通透性决定，溶质分子的浓差大，扩散量大；浓差小，扩散少。通透性是指物质在通过膜时，所遇阻力的大小或难易程度。膜的通透性大，物质通过时阻力小，易通过；反之，通透性小，阻力大，不易通过。由于膜是脂质双层膜，因而物质扩散与其溶解性有关，如脂溶性高的 O_2 和 CO_2 等物质，通透性大，易扩散。而非脂溶性的物质如水和葡萄糖，则一般不以单纯扩散方

式通过细胞膜。

2. 易化扩散

水溶性物质在细胞膜蛋白质的作用下,由高浓度一侧向低浓度一侧的转运称易化扩散。在膜上参与这种扩散方式的蛋白质有两类,故而又分为以下两种方式:

(1)载体扩散——依赖“载体蛋白”进行的扩散,称为载体扩散。葡萄糖、氨基酸等小分子有机物主要通过载体扩散方式转运。其特点有①高度特异性 即某种载体蛋白,只能选择性转运某一种物质;②饱和现象 即被扩散物质超过某一限度时,扩散量不再增加;③竞争性抑制 两种结构类似的物质,在经同一载体转运时,相互竞争而抑制对方的转运。

(2)通道扩散——由“通道蛋白质”形成某种“孔洞”或“沟道”,被转运物质顺浓差或电位差扩散,称通道扩散。这种方式主要转运简单的离子,各种离子通道有其特性,可有选择地转运不同离子,分别称钠通道、钾通道、钙通道等。

3. 主动转运:

物质通过细胞膜的主动耗能活动,将低浓度一侧的物质向高浓度的一侧逆浓差的转运过程,称为主动转运。主动转运正象引水上山的水泵,又称“泵”转运。泵转运通过膜的“泵蛋白”形成各种离子泵,有选择地转运不同离子,常见的有钠泵、钾泵、碘泵、钙泵等。其中钠泵和钾

泵的活动是由同一种泵蛋白完成,统称为钠—钾泵,简称钠泵。这种钠泵还具有ATP酶作用,可促使ATP分解供能,完成钾、钠主动转运。

4. 入胞和出胞作用:

大分子物质或物质团块出、入细胞需经细胞膜更为复杂的结构变化及功能活动。团块物质进入细胞的过程,称入胞作用。在入胞作用中,固体物质入胞称吞噬作用;液体物质入胞称吞饮作用。出胞作用指团块物质排出细胞过程。各种具有分泌功能的细胞就是通过出胞作用完成分泌活动。

二、受体功能

受体是细胞能与某些生物活性物质作特异结合的特殊蛋白质,分为细胞膜受体、胞浆受体和核受体。以膜受体占绝大多数。

细胞膜受体有着识别与结合以及转发信息的功能。所谓识别与结合功能,是指受体能有选择性地对体液中不同生物活性物质作出“辨别”并与之结合。转发信息功能就是受体与某种生物活性物质结合后,激活膜上腺苷酸环化酶,在与 Mg^{2+} 的共同作用下,使细胞内的ATP转变为环一磷酸腺苷(cAMP),导致其浓度增加,再激活多种酶系统,从而引起细胞内物质代谢和通透性改变等一系列生理效应。

~~~~~第四节 细胞的生物电现象

活细胞或组织在安静或活动状态时的带电现象,称生物电现象。细胞带电现象是存在于细胞膜内、外两侧的跨膜电位差。主要有静息电位和动作电位两种形式。

一、静息电位

静息电位是指细胞在安静状态下,存在于膜内、外两侧的电位差,其值因细胞种类不同而有差异。以神经纤维为例,膜外为零毫伏(mV)时,膜内约-70~

-90毫伏, 这种表明细胞膜两侧内负外正的状态, 称极化状态。极化状态是细胞处于生理静息状态的标志。

静息电位产生的原因主要是钾离子(K^+)外流所形成的电-化学平衡电位。 K^+ 电-化学平衡电位是由于安静时, 细胞膜对 K^+ 的通透性较大, 而对钠离子(Na^+)及其他正、负离子通透性较低; 此时, K^+ 的浓度在细胞内显著地高于细胞外。通透性和浓差的这两个条件, 决定了 K^+ 的外向扩散活动。当 K^+ 向细胞外扩散时, 膜内的蛋白质负离子(A^-), 也有向外扩散趋势, 却因膜对 A^- 的通透性很低, 乃至不通透而被阻挡, A^- 不得外流紧贴于膜内, 形成膜内侧壁的负离子层; 又由于静电吸引, 膜内 A^- 对膜内 K^+ 有限制外流、对膜外 K^+ 有控制远离的作用, 当阻止 K^+ 外流的电位差与促使 K^+ 外流的浓度差两种拮抗力量相等并达到平衡时, K^+ 外流即停止, 使膜内、外出现 K^+ 电-化学平衡, 即为静息电位。

二、动作电位

动作电位是细胞受刺激时, 在静息电位基础上, 爆发的一次迅速、扩布性的电位变化。

动作电位包括去极(上升)相和复极(下降)相。

去极相: 去极相是细胞膜由安静时的“内负外正”的极化状态转为去(除)极化以致最后发展为“内正外负”的反极化状态。电位值由静息水平的-90mV, 上升到反极化顶端的+30mV, 上升总幅度是120mV, 故整个除极(包括零电位线以下的去极和零电位线上的反极化)又称上升相。

复极相: 是膜电位从反极化顶端+30mV, 又复极到-90mV, 又称下降相。

动作电位的去极和复极转化迅速, 曲线呈尖峰状, 故称锋电位(图1-3)。

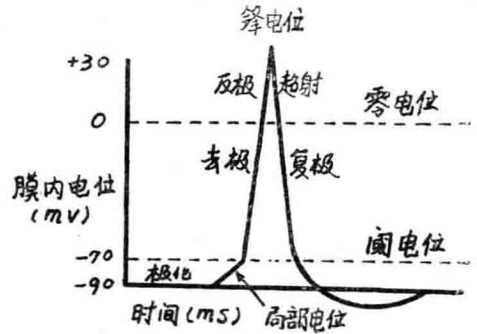


图1-3 极化、去极、复极和锋电位

动作电位的产生是由细胞膜受刺激后, 首先引起局部膜内、外电位差减小, 形成局部去极化(称局部电位), 当膜内负电位下降(正值增大)到临界水平(阈电位一般为-70mV)时, 膜的钠通道迅速被激活而开放, 膜对钠的通透性增加, Na^+ 快速、大量内流(静息时膜外 Na^+ 浓度显著高于膜内)。复极化时, 钠道通关闭, Na^+ 停止内流; 同时, 钾通道恢复, 通透性增大, 钾离子外流, 膜内负电位又恢复到静息电位水平。故动作电位的复极过程主要是钾外流形成。

阈下刺激不能引起动作电位, 但可使受到刺激的局部膜电位有所减小, 这种电位称局部电位。其特点是: ①不能远传; ②可以总和, 当局部电位总和达阈电位时, 可爆发动作电位。

动作电位在神经纤维上传导, 称神经冲动, 冲动的传导具有不衰减性。动作电位是可兴奋细胞的兴奋标志的特征。每当动作电位结束后, 膜内、外各种离子(主要是 Na^+ 、 K^+ 等离子)的正常分布和维持, 以及静息电位的稳定, 都需要通过 Na^+ — K^+ 泵的转运, 这样才能保证细胞的正常兴奋性和细胞膜连续产生动作电位(冲动)。

第五节 肌细胞的收缩功能

人体各种形式的运动（包括骨骼肌、内脏平滑肌、心肌等）都需要肌细胞的收缩和舒张来完成。而各种肌肉的收缩过程及原理基本相似。现以骨骼肌为例说明。

一、骨骼肌的兴奋——收缩偶联

肌细胞在电兴奋与收缩之间的联接过程，称兴奋——收缩偶联。

偶联大致包括三个步骤即：

①肌细胞膜的电兴奋（动作电位），通过横管系统传至细胞深处；②三联管结构处的信息传递；③纵管向肌浆中释放钙离子，启动肌丝滑行，肌小节缩短，肌细胞收缩。在此偶联过程中， Ca^{2+} 起了关键性作用。

二、肌丝的滑行过程（滑行假说）

肌肉收缩的基本过程是肌细胞内肌丝的滑行。肌丝滑行是肌小节中的细肌丝（肌纤蛋白）向粗肌丝（肌凝蛋白）插入。当肌浆中 Ca^{2+} 浓度升高时， Ca^{2+} 与肌钙蛋白结合，引起肌钙蛋白构型改变，随之原肌凝蛋白构型也发生变化，从而解除横桥与肌纤蛋白之间原已存在的“位阻效应”（即肌纤蛋白结合点原被掩盖的状态），致使横桥与肌纤蛋白结合，此时横桥被激活发挥ATP酶的作用，ATP分解供能，横桥摆动，将细肌丝拉向粗肌丝，肌小节缩短，肌细胞收缩。相反，当钙离子回流入纵管时，肌浆钙浓度降低， Ca^{2+} 与肌钙蛋白分离，“位阻效应”重新恢复，细肌丝从粗肌丝中滑出，肌细胞舒张。

三、肌肉的收缩形式及其生理意义

肌肉兴奋后引起的收缩，可因给予刺激频率和肌肉前、后负荷的不同，出现不

同形式。

（一）单收缩和强直收缩

因刺激的频率不同，肌肉可出现单收缩或强直收缩。

单收缩 当肌肉受到一次短促的阈刺激时，先发生一次动作电位，紧接着出现一次机械收缩，称为单收缩。包括潜伏期、收缩期和舒张期。

强直收缩 如果给该肌肉以相同强度的连续刺激，随着刺激频率（单位时间内刺激次数）的增加，可出现不同形式的收缩。用低频刺激，每个后继刺激落在前一收缩的舒张期后、下一收缩之前，则引起一连串各自分开的单收缩；如增加频率（中频），每个后继刺激提前落在前一收缩的舒张期中，则出现不完全强直收缩；如进一步增加刺激频率（高频），后继刺激分别落在前一收缩的收缩期内，那么，各个单收缩完全融合，形成完全强直收缩。

人体骨骼肌因生活、劳动需要，由神经中枢发出一连串“冲动”，引起骨骼肌强直收缩，以完成各种躯体运动。

（二）前、后负荷及等长收缩和等张收缩

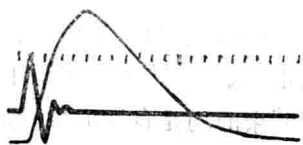
在肌肉发生收缩的前后，因所遇负荷不同，可出现肌肉收缩力或形式的改变。

前负荷 肌肉收缩前所承受的负荷，称前负荷。在前负荷情况下，肌肉被动拉长（初长），在一定范围内，肌肉收缩力与初长成正变，即初长适当增大时，可相应提高收缩力；反之，则可降低收缩力。

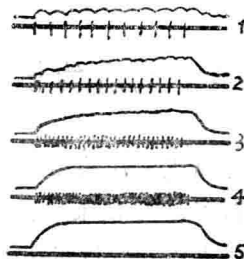
后负荷及等长收缩和等张收缩 肌肉收缩之后所遇到的负荷，称后负荷。肌肉

收缩时，初起所遇到的后负荷，仅表现为张力增加而长度不变，称等长收缩或静态收缩；当后负荷仍然存在情况下，收缩继续进行，肌肉的张力随肌肉收缩加强而增加到等于或稍大于后负荷（重力）时，肌

肉则表现为长度变小，张力不再增加，称等张收缩或动态收缩。其生理意义为：前者增加肌张力，以维持人体姿势；后者则因肌肉缩短，而使骨、关节运动，以作外功（图1—4）。



A. 单收缩和动作电位曲线



B. 各种不同程度的强直收缩

图1-4 单收缩和强直收缩

复 习 思 考 题

1. 何谓新陈代谢、同化与异化，物质代谢与能量代谢？

2. 何谓兴奋性，兴奋与抑制，刺激与反应，阈刺激，阈上、阈下刺激？

3. 何谓内环境，内环境相对恒定与稳态？

4. 机体有哪些功能调节方式？各有何特点？

5. 何谓反射与反射弧？

6. 何谓反馈调节，正反馈与负反馈？

常德卫校 王震泰

第二章 人体的新陈代谢

第一节 营养物质的概述

营养是保证人体正常生理活动和劳动的重要条件。合理的营养，可以促进生长，发育和健康，维持机体处于最佳功能状态。

营养作用依赖于食物中的营养物质。营养物质是指各种满足机体结构和功能需要的物质，又称营养素。营养素共有七

表 2—1 各种营养素的主要功能

参与 机体结构	空气……氧气	供给 能量
	糖类……各种糖及淀粉	
	脂类	
	蛋白质	
	无机盐……钙、磷、镁、钠、钾、氯、铁、铜、碘，锌等	调节生 理、生 化功能
	水	
	维生素……A、B、C、D、E、K等	

一、蛋白质的营养

食物蛋白质是人类必需的重要营养物质。其主要营养功能为①构成细胞和细胞间质的主要成分；②维持组织生长，更新和修复；③合成含氮类生物活性物质如含氮类激素，嘌呤、嘧啶等。蛋白质的上述特殊功能是不能被其他营养物质代替的。此外，蛋白质在分解代谢中也可以氧化释放能量供机体利用。每克蛋白质在体内氧化释放能量17焦耳（4千卡）。蛋白质的这

类：糖类、脂类、蛋白质、维生素、无机盐、水、氧气。除氧气来源于肺吸入的空气外，其余的均是食物成份，经胃肠道消化吸收进入体内，各有所司，其主要功能为提供能量，参与机体结构及调节控制生理、生化作用。现将各种营养素的主要功能总结于下表。

种供能作用可由糖和脂肪替代。一般认为，蛋白质是体内储存量少的物质。因此，食物必须经常提供一定质和量的蛋白质，才能维持机体健康和生命活动。

（一）氮平衡

人体对蛋白质的需要量，随不同的生长发育阶段和生理状况有所不同。由于食物中的氮大部分在蛋白质中，通常可利用氮平衡试验来判断。测定和比较机体摄入氮量和排出氮量之间差值以了解体内蛋白

质代谢情况的方法，称为氮平衡试验。氮平衡有三种情况：一为氮的总平衡，指摄入氮量和排出的氮量相等，表示组织蛋白质的分解与合成处于平衡状态。正常成年人每日摄入的蛋白质主要用于维持组织的更新和修复，所以在食物蛋白质供应适宜时应为总平衡。二为氮的正平衡，指摄入的氮量大于排出的氮量，表示组织蛋白质的合成量多于分解量，组织有所增长，常见于儿童，孕妇及恢复期病人。三为氮的负平衡，指摄入氮量少于排出氮量，表示组织蛋白质分解多于合成，组织蛋白质有所消耗。饥饿或食物中缺乏蛋白质，消耗性疾病者都出现氮的负平衡。

（二）蛋白质的需要量

人体每天至少应食用多少蛋白质才能满足机体的需要呢？

氮平衡的实验证明，成人每日需要摄入30~45克蛋白质才能维持氮的总平衡，此数值为正常成人最低生理需要量。为保持人体处于最佳功能状态，按我国营养学会的建议，成人每日需食入80克混合蛋白质方能满足需要。

儿童、孕妇、乳母、恢复期或手术后病人等，蛋白质供给量按体重计算应高于正常人；婴儿需高于成人的三倍。

（三）蛋白质的营养价值

蛋白质的需要量不仅要考虑数量，更应注重质量。已知蛋白质的营养价值取决于其中必需氨基酸的含量和种类。用营养价值高的蛋白质来维持氮的总平衡所需要量少于营养价值低的，缺乏一种或数种必需氨基酸的蛋白质，摄取量再多也不能维持总氮平衡。

必需氨基酸是指体内不能合成，必需由食物供应的氨基酸，包括缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苏氨酸、蛋氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸和色氨酸8种。还有一些体

内可合成的氨基酸，称为非必需氨基酸。组成人体蛋白质的20种氨基酸，除必需氨基酸外，其余12种均属非必需氨基酸。

食物蛋白质中的必需氨基酸品种齐全，其比例又与人体组织蛋白质接近，利用率就高，营养价值也高。所以，动物蛋白质的营养价值较植物蛋白质高。如将几种营养价值较低的蛋白质混合食用，则必需氨基酸可以互相补充以提高营养价值，这称为蛋白质的互补作用。由此可见提倡膳食多样化，荤素及粗细粮搭配，能提高营养价值。

二、脂类的营养

脂肪是膳食的重要成份，食物的香味一般来自其所含的脂肪。在营养上脂肪主要有二方面作用：一是作为体内供给和贮存能量的物质。一克脂肪完全氧化可释放出38焦耳（9千卡）能量，为糖或蛋白质的2倍；二是促进脂溶性维生素的吸收，并提供必需脂肪酸。如膳食中完全缺乏脂肪，可出现体内脂溶性维生素缺乏。必需脂肪酸是体内需要而不能合成的脂肪酸。主要是亚油酸，存在于动物和植物脂肪内，尤以植物油中含量丰富。

必需脂肪酸的功用为：①参与生物膜构成，是维持膜结构及功能的完整性不可缺少的重要材料；②在人体脂类的运输及代谢中起重要作用；③是合成前列腺素的原料，后者具有广泛的生理功能。

三、糖类的营养

在生命过程中，糖类是第一和最有效的能源物质。一克葡萄糖在体内完全氧化释放16.7焦耳（4千卡）能量。人体日常生活所需能量约有60%以上由糖提供。因此，糖的主要营养作用是供给机体能量。体内各组织都具有利用糖的能力。其次，糖能与蛋白质及脂类结合为体内某些组织

的结构材料及一些具有生物学活性的物质。例如蛋白多糖是结缔组织及滑液等的重要成分，起着支持、润滑及保护的作用。红细胞膜上的糖蛋白及糖脂的糖链结构是决定血型的物质基础。核酸的组成中亦有核糖或脱氧核糖的存在。

四、维生素

维生素是维持机体正常生长和健康所必需的一类低分子有机化合物。由于体内不能合成或合成的量少，必须由食物供给。一般摄取合适的膳食，可以从食物中获得所需要的全部维生素。

机体对维生素的需要量很少，每日仅需若干毫克或微克。在体内，维生素既不是供能的物质，也不作为构成细胞和组织结构材料，其主要的功能是参与构成辅酶或辅基成分，在物质代谢中起着十分重要的作用。如果，机体缺乏某一种维生素就会引起相应的维生素缺乏症。

根据维生素的溶解性质，通常分为水

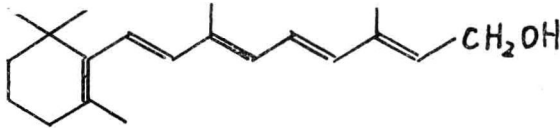
溶性维生素及脂溶性维生素两种。脂溶性维生素主要包括维生素A、D、E、K；水溶性维生素有B族维生素和维生素C，B族维生素又包括B₁、B₂、PP、B₆、泛酸、生物素、叶酸和B₁₂等。

(一)、脂溶性维生素

脂溶性维生素的共同特点是：都是异戊二烯衍生物，不溶于水，易溶于脂肪及脂肪溶剂。它们在食物中与脂类共存，摄入后伴随脂类被吸收，在体内储存于肝脏和脂肪组织。

1. 维生素A

化学结构及性质：维生素A是含有20个碳原子的不饱和一元醇类，包括A₁和A₂两种。A₁又名视黄醇，存在于动物肝、乳汁、蛋黄中。黄绿植物如胡萝卜、玉米、辣椒等含有类胡萝卜素，在体内可转变为A。因此，常将类胡萝卜素称为维生素A原。A₂又称为3-脱氢视黄醇，其活性仅为A₁的一半。



视黄醇(全反型)

图2—1 维生素A₁的结构

维生素A分子中含双键，化学性质活泼，在空气中易被氧化，紫外线照射可使其破坏，所以维生素A的制剂需在棕色瓶内保存。

生理功能及缺乏症：(1)维持暗视觉，人在暗处下能看到物体主要是依靠视网膜上的视杆细胞。而视杆细胞内的感光

物质——视紫红质是一种结合蛋白质，由视黄醛和视蛋白构成，视黄醛是由视黄醇氧化生成。维生素A缺乏时，视紫红质合成减少，造成暗视觉障碍，产生夜盲症。

(2)维持上皮组织结构的完整与健全，维生素A缺乏时，正常上皮组织被干燥、角化的上皮取代，容易受感染，眼组织角化，泪腺分泌泪液减少可导致干眼病。严

重的干眼病,结膜及角膜干燥发炎,甚至可使角膜软化穿孔引起失明。(3)促进生长发育及繁殖,维生素A还有促进RNA的转录和蛋白质合成等作用。缺乏维生素A,儿童出现生长停顿,发育不良。成年动物可出现生殖能力障碍。

2. 维生素D

化学结构与性质:维生素D是类固醇衍生物。重要的有D₂和D₃两种。D₃存在于鱼肝油,肝、蛋黄等内,D₂存在于植物油和酵母中。人体可合成D₃,皮下组织的7-脱氢胆固醇在紫外线照射下转变为D₃。因此,适度的日光浴或晒太阳,可增加维生素D的来源。

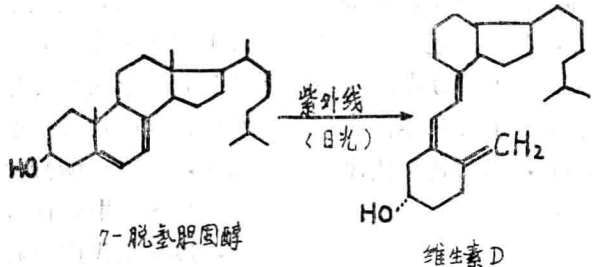


图 2—2 维生素D₃的形成

维生素D耐热不易氧化,硷中较稳定,酸中易破坏。

D₃本身并无生物学活性,需要在体内经肝、肾的两次羟化作用后,形成1,25-(OH)₂D₃才能发挥生理效应。

生理功能及缺乏症、维生素D的主要生理功能是促进小肠吸收钙和磷,使血钙

和血磷增高,促进骨盐的更新。
长期在缺乏阳光的环境下生活或工作,或人体合成量不足时,可发生维生素D缺乏症。在儿童出现佝偻病,成人则为骨软化症。

有关维生素E维生素K的内容见下表(2—2)。

表 2—2 脂溶性维生素简表

维生素	别 名	来 源	主要生理功能	缺乏症
A	视黄醇	肝、蛋黄、 鱼肝油 胡萝卜、玉米	1、参与视紫红质合成 以维持暗视觉	夜盲症
	抗干眼病 维生素		2、维持上皮组织结构完整 3、促进生长发育和生殖	干眼病
D	钙化醇	鱼肝油 肝、蛋黄、日光 照射可制造D	1、调节钙磷代谢	儿童: 佝偻病
	抗佝偻病 维生素		2、促进钙磷吸收	成人: 软骨病

E	生育酚	植物油	1、与生殖功能有关 2、抗氧化作用	人类未发现 缺乏症
K	凝血维生素	肝、菠菜、 肠道细菌 可合成	促进肝脏合成凝血 因子Ⅱ、Ⅶ、Ⅸ、X	常发生皮下 肌肉及胃、肠 道等出血

(二) 水溶性维生素

水溶性维生素都是极性分子，易溶于水，在体内不易储存，当摄入超过机体需要时，即从尿中排出。绝大部分水溶性维生素，特别是B族维生素主要在体内作为辅酶或辅基的组成部分，参与物质代谢过程中多种反应。

1. 维生素B₁

维生素B₁的结构中含有一个嘧啶环和一个噻唑环。因其分子中含硫及氨基，

故又称硫胺素。

在体内，维生素B₁主要与焦磷酸结合形成焦磷酸硫胺素(TPP)，并以TPP的形式参与糖代谢过程中α-酮酸(如丙酮酸，α-酮戊二酸)的氧化脱羧反应，是α-酮酸氧化脱羧酶系的辅酶。

缺乏维生素B₁，可造成TPP的不足，出现糖代谢障碍，神经组织的能量来源受阻，引起脚气病。

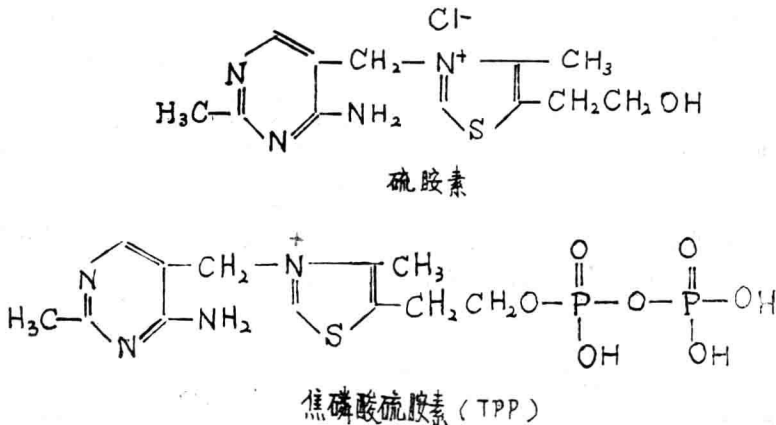


图2—3 维生素B₁及其活性形式(TPP)

2. 维生素B₂

维生素B₂由核醇及6,7-二甲基异咯嗪缩合而成，又称核黄素。B₂是两种主要辅基的成分即黄素单核苷酸(FMN)和黄素腺嘌呤二核苷酸(FAD)。FM

N和FAD与酶蛋白紧密结合，这类酶系统称为黄酶。

核黄素的异咯嗪环中有一对共轭双键，容易加氢或脱氢进行可逆变化，具有氧化还原特性，在酶促反应中起传递氢的