

党的十九大对优先发展教育事业，加快教育现代化，办好人民满意的教育作出了重要部署，对发展职业教育提出了新的要求——完善职业教育和培训体系，加快实现职业教育的现代化，深化体制机制改革，加强师德建设，深化产教融合、校企合作，提升职业教育开放水平和影响力。为我国新时代职业教育和继续教育指明了方向，明确了任务。

科学出版社深入贯彻党的十九大精神，积极落实教育部最新《中等职业学校专业教学标准（试行）》要求，并结合我国医药职业院校当前的教学需求，组织全国多家医药职业院校编写了《全国中等职业教育数字化课程建设规划教材》。本套教材具有以下特点。

1. 新形态教材 本套教材是以纸质教材为核心，通过互联网尤其是移动互联网，将各类教学资源与纸质教材相融合的一种教材建设的新形态。读者可通过“爱一课”互动教学平台，用手机扫描书页，快速实现图片、音频、视频、3D 模型、课件等多种形式教学资源的共享，并可在线浏览重点、考点及对应习题，促进教学活动的高效开展。

2. 对接岗位需求 本套教材中依据科目的需要，增设了大量的案例和实训、实验及护理操作视频，以期让学生尽早了解护理工作内容，培养学生学习兴趣和岗位适应能力。教材中知识链接的设置，旨在扩大学生知识面，鼓励学生探索钻研专业知识，不断进步，更好地对接岗位需求。

3. 切合护考大纲 本套教材紧扣最新《护士执业资格考试大纲（试行）》的相关标准，清晰标注考点，并针对每个考点配以试题及相应解析，便于学生巩固所学知识，及早与护考接轨，适应护理职业岗位需求。

《生理学基础》是本套教材中的一本。生理学是一门独立设置的医学基础课程，加强了与其他基础课程的衔接和临床课程的联系，着重为学生学习后续课程和终身学习打好基础。本教材除具有本套系教材的共同特点外，根据生理学学科特点，作如下安排：

1. 随着老年医学的发展，特别是人口老龄化现象的出现，增加了老年生理——衰老。
2. 精选了实验内容，力求理论联系实践。

本书在编写过程中，得到了全国多家医药院校专家的鼎力支持，在此表示诚挚的谢意。由于水平所限，教材中若有不当之处，敬请同行批评指正！

编者

2018年1月

<p>第 1 章 绪论 1</p> <p> 第 1 节 概述 1</p> <p> 第 2 节 生命的基本特征 2</p> <p> 第 3 节 人体功能与环境 3</p> <p> 第 4 节 生理功能的调节 4</p> <p>第 2 章 细胞的基本功能 8</p> <p> 第 1 节 细胞膜的基本功能 8</p> <p> 第 2 节 细胞的生物电活动 12</p> <p> 第 3 节 肌细胞的收缩功能 16</p> <p>第 3 章 血液 21</p> <p> 第 1 节 血液的组成和理化特性 21</p> <p> 第 2 节 血浆 23</p> <p> 第 3 节 血细胞 24</p> <p> 第 4 节 血液凝固与纤维蛋白溶解 28</p> <p> 第 5 节 血型与输血 30</p> <p>第 4 章 血液循环 36</p> <p> 第 1 节 心脏生理 36</p> <p> 第 2 节 血管生理 44</p> <p> 第 3 节 心血管活动的调节 50</p> <p>第 5 章 呼吸 56</p> <p> 第 1 节 肺通气 56</p> <p> 第 2 节 气体的交换和运输 61</p> <p> 第 3 节 呼吸运动的调节 64</p> <p>第 6 章 消化和吸收 67</p> <p> 第 1 节 消化道各段的消化功能 67</p> <p> 第 2 节 吸收 74</p> <p> 第 3 节 消化器官活动的调节 78</p>	<p>第 7 章 能量代谢和体温 83</p> <p> 第 1 节 能量代谢 83</p> <p> 第 2 节 体温 85</p> <p>第 8 章 尿的生成与排放 90</p> <p> 第 1 节 概述 90</p> <p> 第 2 节 尿的生成过程 91</p> <p> 第 3 节 调节和影响尿生成的因素 95</p> <p> 第 4 节 尿液的排放 98</p> <p>第 9 章 感觉器官 101</p> <p> 第 1 节 概述 101</p> <p> 第 2 节 视觉器官 102</p> <p> 第 3 节 听觉器官 107</p> <p> 第 4 节 前庭器官 109</p> <p>第 10 章 神经系统 111</p> <p> 第 1 节 反射活动的一般规律 111</p> <p> 第 2 节 神经系统的感觉功能 115</p> <p> 第 3 节 神经系统对躯体运动的调节 117</p> <p> 第 4 节 神经系统对内脏活动的调节 122</p> <p> 第 5 节 脑的高级功能 124</p> <p>第 11 章 内分泌 128</p> <p> 第 1 节 概述 128</p> <p> 第 2 节 下丘脑与垂体 130</p> <p> 第 3 节 甲状腺 133</p> <p> 第 4 节 肾上腺 135</p> <p> 第 5 节 胰岛 138</p> <p> 第 6 节 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞 139</p>
--	--

第 12 章 生殖 142

第 1 节 男性生殖 142

第 2 节 女性生殖 143

实验指导 148

实验一 反射弧分析 148

实验二 ABO 血型鉴定 149

实验三 正常人体心音听诊 150

实验四 正常人体动脉血压测量 151

实验五 正常人体心电图描记 152

实验六 人体肺通气功能测定 153

实验七 胸膜腔负压的观测 155

实验八 影响尿生成的因素 155

参考文献 158**教学基本要求** 159**自测题参考答案** 167

第 1 节 概 述

一、生理学基础研究的对象及任务

生理学是研究生物体的生命现象及其规律的科学。本门学科研究的对象是具有生命活动的人体。人体的生命活动,如肌肉运动、腺体分泌、血液循环、呼吸、消化吸收、生长发育、泌尿、生殖等都是一类生命现象。生理学的任务,就是揭示各种生命活动发生的具体过程,产生的条件和原理,人体内、外环境变化对生命活动的影响;同时,还要研究构成人体各个系统、器官和细胞功能表现的内部机制,以及各部分功能活动相互协调、相互制约的规律,为人的卫生保健、防病治病、增进健康、延长寿命提供科学的理论依据。

生理学是建立在人体形态学基础上的,它与临床医学有着密切的联系,是一门重要的医学基础科学。生理学的基本理论,对临床医学具有指导作用,所以只有先学好本门学科,才能为进一步学好各门专业课程打下坚实的基础。医护人员只有掌握了正常人体生命活动的规律或功能,才能认识疾病的发生及其发展规律,才能掌握疾病的防治,以促进疾病康复的理论 with 技能。

二、生理学的研究方法

人体的各种功能活动都是整体活动的一部分,它与生存环境保持密切联系的同时,还受语言、文字、心理和社会等因素的影响。学习生理学,必须以辩证法为指导,用对立统一的观点去看待机体的一切功能活动;同时,还应从生物的、心理的、社会的角度来综合观察和理解人体的功能活动。

生理学是一门实验性科学,也就是说,本门课程的知识主要是通过实验观察获得的。早在 17 世纪初,英国医生哈维(Harvey)首先在动物身上用活体解剖和实验观察法研究了血液循环这一生命现象,首次科学地阐明了血液循环的基本途径和规律。1628 年,哈维的著作《心与血的运动》面世,这是生理学成为一门独立的实验科学的标志。学习该门课程应坚持理论联系实际的原则,一方面要重视基本理论知识的学习,另一方面又要重视实验技术,通过实验加深对理论知识的理解,培养学生的创新思维和动手能力。此外,还应适当联系生活实际和临床实际,把本门学科的基本知识和技能用到卫生保健和临床实践中去。

生理学的发展与其他自然科学的发展联系密切,相互促进。尤其是新的技术不断应用于生理实验,使生理学的知识和理论不断得到新的发展。构成人体最基本的单位是细胞。由许多不同的细胞构成各种器官,行使相同功能的器官构成一个系统,人体就是由各个器官系统互相联系、互相作用、互相协调而构成的一个复杂整体。因此,生理学研究就是在细胞、器官和系统,以及整体这样三个水平上进行的。细胞和分子水平的研究是以细胞和构成细胞的分子为研究对象,例如

研究肌细胞膜、肌质网、肌原纤维等超微结构的功能，以及细胞中蛋白质、无机盐等物质运动的理化过程。器官和系统水平研究是以一个器官或一个系统为研究对象，例如研究心脏如何射血，血液在心血管系统中流动的规律，神经和体液因素对心血管活动的调节。整体水平研究是以完整机体为研究对象，例如研究人体在运动状态下各器官系统之间功能活动的相互配合、相互协调及其规律。

第2节 生命的基本特征

生命的基本特征有哪些？科学家从原始的单细胞生物到高等动物以至对人类的研究，发现生命现象多种多样，但新陈代谢、兴奋性和生殖是生命的基本特征。

一、新陈代谢

生物体总是在不断地从外界摄取营养物质，重新建构自身组织；同时又在不断地分解自身和外来物质，排出体外。机体和环境之间不断地进行物质交换和能量转换，以实现自我更新的过程，称为新陈代谢。由此可见，新陈代谢包括物质代谢和能量代谢。物质代谢是指物质的摄取、合成、分解和排出过程；能量代谢是指伴随物质代谢而产生的能量储存、转化、释放和利用过程。物质代谢和能量代谢是不可分割地联系在一起。物质代谢又分为合成代谢（同化作用）和分解代谢（异化作用）两个方面。合成代谢是指机体不断从外环境中摄取营养物质，合成和转化为自身物质，同时贮存能量的过程。分解代谢是指机体不断分解自身物质，同时释放能量，并将代谢产物排出体外的过程。

新陈代谢是机体与环境最基本的联系，也是生命最基本的特征。机体在新陈代谢的基础上表现出各种生命活动。新陈代谢一旦停止，生命也将随之终结。

二、兴奋性

（一）刺激、反应和兴奋性的概念

机体生活在自然环境之中，当环境发生变化时，机体就会做出反应，以适应环境的变化。这种能被机体或组织细胞感受的环境变化，称为刺激。刺激的种类很多，按其性质分为：物理刺激，如声、光、电、温度、机械、放射线等；化学刺激，如酸、碱、药物等；生物刺激，如细菌、病毒、寄生虫等。此外，对人类来说，还有语言、文字、情绪等社会因素形成的心理刺激。

刺激引起机体或组织细胞发生的一切变化，称为反应。如神经受刺激后的反应为神经冲动，肌肉受刺激后的反应为收缩，腺体的反应则表现为分泌。机体或组织细胞对刺激发生反应的能力或特性，称为兴奋性。在机体组织中，神经、肌肉和腺体组织的兴奋性最高，它们反应迅速，易于观察，并有电位变化作为客观标志。因此，生理学基础通常将这些组织称为“可兴奋组织”。

机体或组织细胞对刺激有两种反应形式，即兴奋和抑制。兴奋是指机体或组织接受刺激后，由静止转为活动或活动由弱变强的过程；抑制是指机体或组织接受刺激后，活动减弱或变为相对静止的状态。如肾上腺素作用于心脏，使心肌收缩力增强、心率加快是发生了兴奋；乙酰胆碱作用于心脏，使心肌收缩力减弱、心率减慢是发生了抑制。组织细胞接受刺激后是发生兴奋还是抑制，一是取决于组织当时所处的功能状态，二是取决于刺激的特性。正常机体的各种功能活动既有兴奋，又有抑制，两者既对抗又协调，还可互相转化。因此，兴奋和抑制是机体对立统一的生理过程。

（二）刺激与反应的关系

刺激与反应是一种因果关系，凡是有兴奋性的组织细胞受到刺激后都会引起反应。但是，任何刺激引起机体或组织细胞是否发生反应，发生何种反应，还必须具备三个条件，即足够的刺激强度、足够的刺激持续时间和一定的强度-时间变率。强度是指内、外环境变化的幅度；时间是指刺激作用于组织持续时间的长短；强度-时间变率则是指单位时间内强度变化的大小或速度。一般来说，这三个变量的值越大，刺激越强，反之刺激越弱。临床上在给患者进行肌肉注射时要求“两快一慢”，即进针快、出针快、推药慢，可减轻注射时的疼痛，就是因为“两快”缩短了刺激作用的时间，“一慢”降低了刺激的变率，两者均减弱了刺激强度的缘故。综上所述，刺激必须达到一定的强度才能引起组织反应。

在生理实验中，由于电刺激容易观察和控制，因此经常使用电刺激作为人工刺激。通常在刺激器上对刺激作用时间和强度-时间变率先行固定，单一观察刺激强度与反应的关系。当刺激的持续时间与强度-时间变率不变时，引起组织发生反应的最小刺激强度，称为阈强度（阈值）。刺激强度等于阈值的刺激，称为阈刺激；刺激强度小于阈值的刺激，称为阈下刺激；刺激强度大于阈值的刺激，称为阈上刺激。阈值的大小可反映组织的兴奋性，阈值越小，组织的兴奋性越高；反之，越低。由此说明，组织的兴奋性与阈值成反变关系。

三、生殖

任何生物个体的寿命都是有限的，衰老、死亡是必然归宿。生物体生长发育到一定阶段后，能够产生与自身相似的子代个体，这种功能称为生殖。一切生物都是通过生殖活动来延续种系的。因此，生殖是生命的基本特征之一，也是人类繁衍和生物延续种系的重要生命活动。

（考点：兴奋性、刺激与反应、阈值的概念）

第3节 人体功能与环境

案例 1-1

李某，女性，54岁。6年前诊断糖尿病，给予降糖药进行治疗。今日用药后突然感觉有明显饥饿、乏力、心悸与手颤等低血糖症状，立刻服用糖水后症状缓解。

- 问题：1. 为什么血糖过高或过低对人体都有危害？应保持在什么状态适宜？
2. 人体还有哪些指标也需要保持相对稳定状态？有何生理意义？

机体的一切生命活动都是在一定的环境中进行的，脱离环境，机体或细胞都将无法生存。对人体而言，有外环境与内环境之分。

一、机体对外环境的适应

外环境包括人体赖以生存的自然环境和社会环境。自然环境是指自然界中空气、温度、湿度、光照、水、气候、地理环境等各种因素的总和，是人体生存的基本条件。社会环境包括政治、经济、文化、人际关系、心理变化等，是人体生存的必要条件。外环境无时无刻不在发生着变化，这些变化都会对人体产生不同的刺激，人体也不断地做出反应，以适应外环境的变化，达到人体与外环境的统一与协调，保证生命活动的正常进行。机体能够根据环境情况变化来调整内部关系的过程，称为适应。对学生们来讲，刚入学时在饮食起居、人际关系等方面不适应，出现胃纳不佳、生疏孤独之感，经过一段时间的自我调适、沟通交流，就能适应新的生活、学习环境，这是

对适应最好的诠释。人类的适应能力最强。

人类不但有被动适应环境的能力，而且还有客观地认识环境和能动地改造环境的能力。科学技术、经济社会的发展，在极大改善人们的物质文化生活的同时，也带来了环境污染、植被破坏、水土流失、生态失衡等困扰经济社会发展的诸多问题。人体作为生态系统的组成部分，既要依赖环境、适应环境、保护环境，又要不断地影响环境、改善环境，只有这样才能保持人与自然的和谐统一，促进经济社会的可持续发展。

二、机体的内环境及其稳态

人体生命活动的基本单位是细胞。但绝大部分细胞并不直接与外环境接触，而是生活在体液之中。体液是人体内液体的总称，约占成年人体重的 60%。体液分为两部分，即细胞内液和细胞外液。

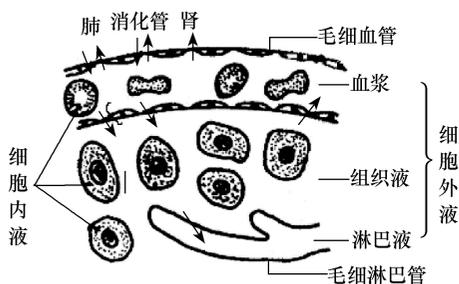


图 1-1 体液的分布

前者分布于细胞之内，约占体液的 2/3；后者分布于细胞之外，约占体液的 1/3，包括组织液、血浆、淋巴液、脑脊液等（图 1-1）。细胞外液中约 1/4 分布在心血管系统内，即是血浆。其余的 3/4 分布在全身各组织间隙中，称为组织液。细胞外液是细胞直接生活的体内环境，称为内环境。内环境为细胞的生存提供必要的理化条件，使细胞的各种生化反应和生理功能得以正常进行，同时为细胞代谢提供营养物质，接纳细胞代谢的终产物。

细胞外液中各种离子浓度、温度、酸碱度、渗透压等理化因素只在一个狭小的范围内波动，保持相对稳定状态，称为内环境稳态。内环境稳态是细胞保持正常生理功能和进行正常生命活动的必要条件。内环境稳态的特点是相对稳定而动态变化。事实上细胞代谢无时无刻不在进行，就会不断与内环境进行物质交换，不断打破内环境稳态，外环境变化也会影响内环境稳态。机体各系统的功能活动如呼吸补充 O_2 排出 CO_2 ，消化吸收补充营养物质，肾排泄代谢产物等都可使内环境保持新的动态平衡，维持内环境稳态。如果内环境稳态遭到破坏，新陈代谢将不能正常进行，机体就会发生疾病，甚至危及生命。

第 4 节 生理功能的调节

人体各系统的功能活动能协调一致，保持其自身的稳态和对内、外环境的适应，是因为机体有一套调节机制，能对各种生理功能进行调节。

一、生理功能调节的方式

（一）神经调节

通过神经系统的活动对机体各种功能进行的调节，称为神经调节。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，机体对内、外环境的变化做出的规律性应答。反射活动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 5 个部分组成（图 1-2）。感受器能感受内、外环境变化的刺激，并将刺激信息转变成电信号（即神经冲动），通过传入神经至相应的反射中枢，反射中枢对传入信号进行综合分析，并做出反应，再经过传出神经将反应信号传至效应器，效应器完成反射活动。每一种反射，都有自己固定的反射弧。例如食物进入口腔可引起唾液分泌；环境温度升高，可引起皮肤血管扩张和出汗等。反射弧结

构和功能的完整性是反射进行的必要条件，反射弧中任何部分受到破坏或功能障碍，相应的反射活动都将消失。

反射活动可分为非条件反射和条件反射两种类型。

1. 非条件反射 非条件反射是人的本能，先天遗传，人类和动物共有的一种初级神经活动，反射中枢位于皮质下各级中枢，反射弧和反应方式都比较固定，其数量有限，如吸吮反射、吞咽反射、防御反射、性反射等。它是机体适应环境的基本手段，是个体生存和种族繁衍的基本能力。

2. 条件反射 条件反射是后天获得的，是人和动物个体在生活过程中，在非条件反射基础上建立起来的新的反射活动。条件反射的中枢在大脑皮质，是一种高级神经活动。“望梅止渴”“谈虎色变”都属于条件反射。条件反射的数量无限，可以建立，也可以消退。因此，它使机体对环境的适应更加灵活，具有预见性，极大地提高了人的生存和适应能力。

神经调节的特点是反应迅速、准确，作用部位局限，持续时间短暂，是机体最主要的调节方式。
(二) 体液调节

内分泌腺所分泌的激素和某些细胞生成的生物活性物质通过体液的运输，对机体相应的组织、器官进行的调节作用，称为体液调节。激素通过血液运送到全身各处，对机体的新陈代谢、生长、发育、生殖等功能的调节，称为全身性体液调节；某些细胞分泌的组胺、激肽、前列腺素等生物活性物质，以及组织代谢产生的腺苷、乳酸、 H^+ 、 CO_2 等经由细胞外液扩散到周围环境，调节邻近细胞的功能，称为局部性体液调节。

体液调节的特点是反应缓慢、持久，作用范围广泛，持续时间较长。对调节新陈代谢和维持机体内环境稳态有重要意义。

在体内，多数情况下神经调节具有主导作用，大部分内分泌细胞直接或间接接受神经系统的调节。在这种情况下，体液调节就成了反射弧传出途径的一个中间环节或延长部分而发挥作用，这种方式称为神经-体液调节(图 1-2)。

(三) 自身调节

自身调节是指机体某些器官、组织细胞不依赖神经或体液因素的作用，自身对刺激产生的一种适应性反应。例如动脉血压在 80~180mmHg 时，肾血流量能保持相对稳定，说明肾小动脉有明显的自身调节能力。

自身调节是一种简单原始的调节方式，特点是调节幅度较小、灵敏度差、范围局限，但对维持器官、组织和细胞的稳态仍有一定意义。

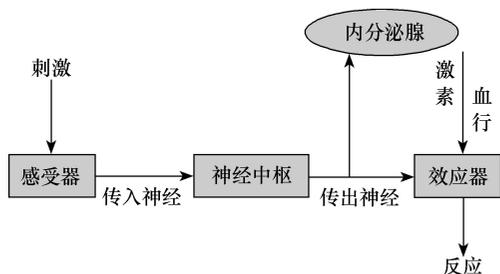


图 1-2 反射弧与人体功能调节

二、生理功能调节的反馈控制

人体各种生理功能的调节与现代控制论的原理相似，可以把人体的调节看作是一个自动控制系统(图 1-3)。自动控制系统是一个闭合回路，由控制部分(反射中枢、内分泌腺)和受控部分(效应器、靶器官)组成。控制部分和受控部分之间有双向信息联系，控制部分发出控制信息调节受控部分的功能活动；受控部分发出反馈信息影响和修正控制部分的调节作用。由受控部分的反馈信息调节控制部分活动的作用，称为反馈调节。根据反馈信息的性质和作用不同，可把反馈

调节分为负反馈和正反馈。负反馈是指反馈信息与控制信息的作用相反，减弱或抑制控制部分作用的反馈。人体内存在着许多高效、精细的负反馈控制系统，从细胞和分子水平调节机体的各种功能活动，维持内环境的稳态。例如正常人动脉血压相对稳定就是负反馈控制实现的。在生理情况下，机体的动脉血压保持在相对稳定的正常水平。当某种原因引起心血管活动增强而使动脉血压高于正常时，动脉压力感受器就立即将信息通过传入神经反馈到心血管中枢，使心血管中枢的活动发生改变，导致心脏活动减弱，外周血管扩张，使动脉血压恢复到正常水平。反之当动脉血压低于正常水平，又可通过负反馈控制使血压回升至正常水平。因此，负反馈的生理意义在于维持机体各种生理功能的相对稳定。

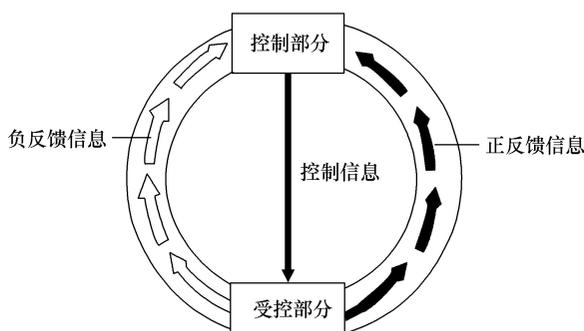


图 1-3 人体功能活动的反馈调节
实心箭头表示促进或加强，空心箭头表示抑制或减弱

正反馈是指反馈信息与控制信息作用一致的反馈。反馈信息对控制部分有促进或加强作用，从而使受控部分的作用再加强。如排尿反射就是一种正反馈控制，在排尿过程中，排尿中枢发出控制信息，使膀胱逼尿肌收缩，将尿液排出体外；尿液进入后尿道时，又可刺激尿道感受器，反馈信息加强排尿中枢的活动，导致膀胱逼尿肌进一步收缩，如此反复，直到排尿过程终结。正反馈的意义在于使某种生理过程逐步加强，迅速达到并完成某种生理状态和水平。其他如射精、分娩、血液凝固等均为正反馈控制。

(考点：反射的概念及反射弧的组成；负反馈的生理意义)

自测题



A₁型题

1. 人体生理学是研究 ()

- A. 人体物理变化的规律
- B. 人体化学变化的规律
- C. 正常人体功能活动及其规律
- D. 异常人体功能活动的规律

2. 内环境的稳态是指 ()

- A. 维持细胞外液理化性质保持不变
- B. 维持细胞内液理化性质保持不变
- C. 维持细胞内液化学成分相对恒定

D. 维持细胞内液理化性质相对恒定

E. 维持细胞外液理化性质相对恒定

3. 机体中细胞生活的内环境是指 ()

- A. 细胞外液
- B. 细胞内液
- C. 脑脊液
- D. 组织液
- E. 血浆

4. 刺激引起机体反应需要具备的三个基本条件分别是 ()

- A. 神经调节、体液调节和自身调节
- B. 反应、反射和反馈

- C. 阈刺激、阈上刺激和阈下刺激
D. 兴奋、抑制和反应
E. 刺激强度、刺激作用的时间和刺激强度-时间变化率
5. 神经调节的基本方式是()
A. 适应 B. 反应
C. 反射 D. 正反馈调节
E. 负反馈调节
6. 神经调节的特点是()
A. 调节幅度小 B. 反应速度慢
C. 作用广泛和持久
D. 调节的敏感性差
E. 作用迅速、准确和短暂
7. 神经调解和体液调节相比,下述各项中错误的是()
A. 神经调节发生快
B. 神经调节作用时间短
C. 神经调解的范围比较小
D. 神经调节的基本方式反应
E. 神经调节起主导作用

(柳海滨)

第1节 细胞膜的基本功能

案例 2-1

患者，女性，32岁。因患遗传性球形红细胞增多症入院治疗，临床表现为贫血、黄疸，伴有明显脾大，溶血较正常人严重，如果加入糖和ATP可明显抑制溶血的发生。查该患者红细胞内 Na^+ 、 K^+ 浓度正常，细胞膜对 Na^+ 、 K^+ 的通透性是正常的3倍，细胞膜上的钠钾泵的水平也是正常的3倍。

- 问题：1. 为什么加入糖和ATP可明显抑制溶血的发生？
2. 什么是钠钾泵？其生理意义是什么？

细胞是人体最基本的结构和功能单位。根据不同的结构与功能进行分类，人体的细胞有200多种。人体一切生命活动都是在细胞的基础上进行的。因此，了解细胞的基本功能，有助于深入认识理解人体各系统、器官生命活动的功能规律。细胞功能涉及许多方面，本章主要介绍细胞的这些具有共性的基本功能，包括细胞膜的物质转运功能、受体功能、细胞的生物电活动和肌细胞的收缩功能。

人体的每个细胞都被一层薄膜所包被，即细胞膜。细胞膜也称质膜，是细胞与周围环境之间的屏障，对维持细胞内的环境相对稳定，起着支持和保护细胞的作用。细胞膜主要由脂类和蛋白质构成，此外还含有少量糖类物质。关于细胞膜的基本结构目前普遍公认为液态镶嵌模型，即细胞膜以液态脂质双分子为基架，其间镶嵌有许多具有不同结构和功能的蛋白质分子（图2-1）。脂质主要由磷脂、胆固醇和少量糖脂组成。细胞膜的功能主要是通过膜蛋白来实现的。细胞膜具有的各种功能很大程度上取决于蛋白的功能。

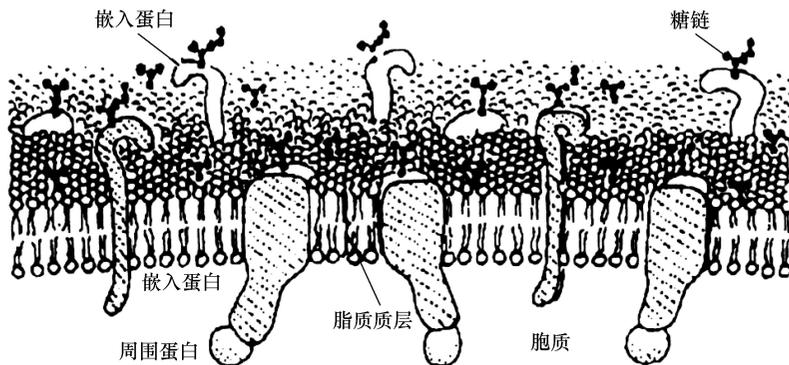


图 2-1 细胞膜液态镶嵌

一、细胞膜的物质转运功能

细胞膜不仅在维持细胞正常的代谢活动中起重要的屏障作用，而且在实现膜两侧物质跨膜转

运中也起重要的参与作用。细胞膜对不同理化性质的物质具有不同的转运形式。常见的细胞膜物质转运方式包括五种类型（表 2-1）。

表 2-1 细胞膜物质转运情况

转运方式	分类	转运物质	转运方向	细胞耗能	借助膜蛋白
单纯扩散		脂溶性小分子物质	顺浓度差和电位差	无	无
易化扩散	载体扩散	非脂溶性小分子物质	顺浓度差和电位差	无	载体蛋白
	通道扩散	无机离子	顺浓度差和电位差	无	通道蛋白
主动转运		小分子物质和离子	逆浓度差和电位差	有	泵蛋白
入胞	吞噬吞饮	大分子物质或物质团块	细胞外→细胞内	有	
出胞		大分子物质或物质团块	细胞内→细胞外	有	

（一）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扩散的过程。它是一种单纯的物理现象，是物质跨膜转运方式中最简单的一种，不需膜蛋白的帮助，不需要细胞消耗能量。扩散的方向和速度取决于该物质在膜两侧的浓度差和膜对该物质的通透性。在人体内以单纯扩散方式进出细胞的物质种类很少，比较确定的有 O_2 、 CO_2 、 N_2 等气体分子及其他脂溶性小分子物质。

（二）易化扩散

易化扩散是指非脂溶性或大部分水溶性小分子物质，借助细胞膜上特殊蛋白质的帮助从细胞膜的高浓度一侧向低浓度一侧扩散的过程。与单纯扩散不同的是，因为易化扩散被转运的物质是非脂溶性的物质，不能直接通过细胞膜，所以易化扩散需要膜蛋白质的帮助。由于是顺电化学梯度，易化扩散也不需要细胞消耗能量。根据借助膜蛋白质的种类不同，可将易化扩散分为载体扩散和通道扩散两种类型。

1. 载体介导的易化扩散（即载体扩散） 借助细胞膜上载体蛋白实现的易化扩散（图 2-2）。细胞膜载体蛋白分子上有一个或数个能与某种物质相结合的位点，物质在高浓度一侧与载体蛋白的位点结合，载体蛋白发生构型改变，将物质运到低浓度一侧，随后两者分离，载体蛋白恢复原来结构，并可反复使用。例如葡萄糖、氨基酸就是以这种方式进行跨膜转运的。载体扩散具有以下特点。
 ①特异性：一种载体通常只能转运某种特定结构的物质，例如葡萄糖载体只能转运葡萄糖，氨基酸载体只能转运氨基酸。
 ②饱和性：在一定范围内增加细胞外被转运物质的浓度能提高该物质的转运速度和转运量，但被转运物质浓度增加超过一定限度时，再增加该物质浓度其转运量不再随之增加，这是因为载体蛋白的数量和结合位点是有限的。
 ③竞争性抑制：如果某一载体对两种或两种以上物质同时具有转运能力，其中一种物质浓度增加时，该物质的转运增强，其他物质的转运将减弱。

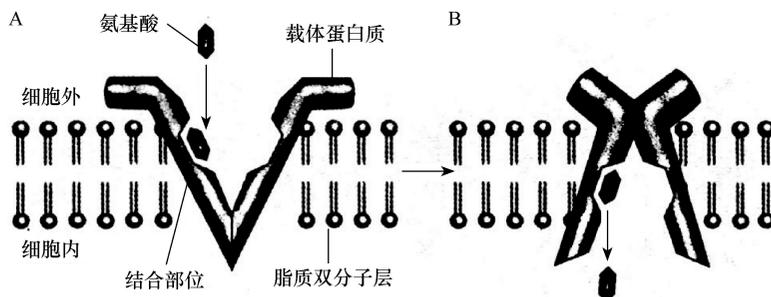


图 2-2 经载体的易化扩散

A. 载体蛋白与被转运物质结合；B. 载体蛋白与被转运物质分离

2. 通道介导的易化扩散（即通道扩散） 借助细胞膜上通道蛋白实现的易化扩散（图 2-3）。通道蛋白贯穿于细胞膜的全层，主要转运各种离子。根据通道对离子的选择性可将通道分为钠通道、钾通道、钙通道和氯通道等。根据引起通道开闭的刺激条件不同，可将通道分为两种类型：通道的开或关由化学因素调控的称为化学门控通道；通道的开或关由细胞膜两侧电位变化调控的称为电压门控通道。

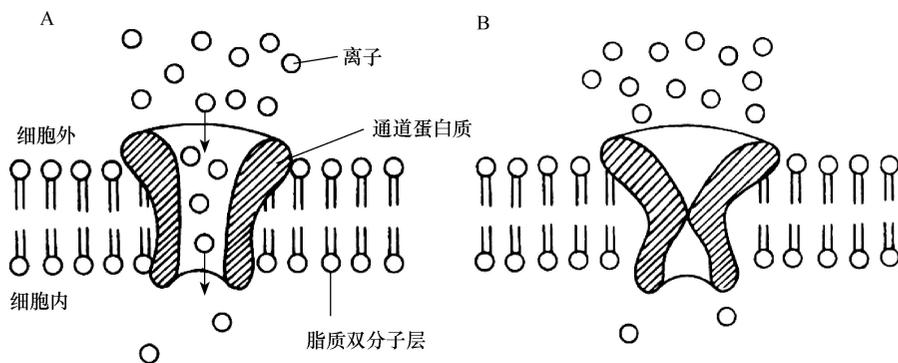


图 2-3 经通道的易化扩散

A. 通道开放；B. 通道关闭

通道一般有备用、激活（开放）、失活（关闭）三种功能状态。通道三种状态的转化遵循一定的规律，即由备用状态转入激活状态，激活状态转入失活状态，失活状态转入备用状态。

单纯扩散和易化扩散都是细胞膜两侧物质顺浓度梯度和（或）顺电位梯度实现的，不需要细胞自身消耗能量，故都属于被动转运。单纯扩散对机体细胞 O_2 供应、 CO_2 排出十分重要；易化扩散是物质跨膜转运一种重要而普遍存在的形式，如营养物质进入细胞、细胞生物电的产生、兴奋的传导、肌肉的收缩都与易化扩散密切相关。

（三）主动转运

主动转运是指小分子物质或离子借助细胞膜上某些蛋白质由膜的低浓度和（或）低电位一侧转运到高浓度和（或）高电位一侧的耗能性的跨膜转运过程。帮助完成主动转运的膜蛋白质称为泵蛋白，也简称泵。常见的泵蛋白有钠-钾泵（简称钠泵）、钙泵、氢泵、碘泵、氯泵等。

普遍存在且目前研究最充分的是细胞膜上的钠泵，它在细胞生理活动中具有十分重要的意义。它具有 ATP 酶的活性，故也被称为 Na^+-K^+ 依赖式 ATP 酶。当细胞内 Na^+ 浓度升高或细胞外 K^+ 浓度升高时可激活钠泵，它可以分解 ATP 释放能量，并利用此能量，把细胞内的 Na^+ 逆浓度差转运到细胞膜外，同时把细胞外的 K^+ 逆浓度差转运到细胞膜内，一般情况下每分解 1 个 ATP 分子可将 3 个 Na^+ 泵出细胞膜外，同时将 2 个 K^+ 泵入细胞膜内（图 2-4）。通过钠泵活动形成和

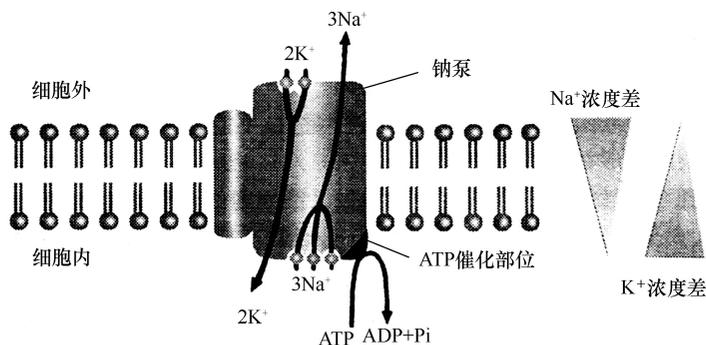


图 2-4 Na^+-K^+ 泵主动转运