

# 第一章 绪 论

## 第一节 人体解剖生理学的研究内容和方法

### 一、人体解剖生理学的研究内容

人体解剖生理学包括人体解剖学和人体生理学两门学科。人体解剖学是研究正常人体形态结构的科学。人体生理学是研究人体生命活动规律的科学。人体生理学是以人体解剖学为基础的。

人体解剖学是一门古老的形态科学。解剖一词含有分割、切开的意思。远在两千多年以前，我国古代医著《灵枢经》中就已经有了“解剖”二字的记载。直到现在这种持刀切割的方法仍然是研究人体形态结构的基本方法之一。由于科学技术和研究方法的进展，解剖学的研究范围逐渐扩大和加深，门类增多，广义的解剖学包括解剖学、组织学、细胞学和胚胎学，其中，解剖学又可分为系统解剖学和局部解剖学。系统解剖学把人体从事一个共同功能活动的若干器官定为一个系统，按功能系统阐述人体器官的形态结构，一般所说的解剖学就是指系统解剖学。局部解剖学是在系统解剖学的基础上，就身体某一局部，由浅到深，重点研究各器官结构的形态及其相互位置关系的解剖学。

人体生理学是研究正常人体各种生命活动产生的现象、规律、原理和条件，以及体内外环境变化对它们的影响。由于人体的功能十分复杂，并且人体的结构又可以分为许多层次（细胞→组织→器官→系统→整体），因此，研究人体的生理功能可以从不同的结构水平出发。目前人体生理学的研究内容大致可以分为三个不同水平：

#### 1. 细胞、分子水平

细胞是构成人体的最基本结构和功能单位。因此，整个人体的生命活动或器官系统的功能活动都与其基本的结构功能单位——细胞的功能活动有关，而细胞的功能活动又与构成细胞的各个物质分子的理化特性有关。为了研究各器官活动的本质和产生的机制，还要深入到细胞的亚微结构和分子水平，来探讨生命活动的基本过程，有关这方面的研究内容称为细胞生理学或分子生理学。

#### 2. 器官、系统水平

研究体内各个器官、各个系统活动的规律、影响因素及其活动的调节，以及它在整体生命活动中的意义和作用。例如，心是一个器官，它的功能就是通过有规律的跳动，把血液“泵”到动脉里。我们就要研究心跳即收缩和舒张的规律，以及这些规律在体内受哪些因素的影响等。有关这方面的研究内容称为器官生理学。

#### 3. 整体水平

人体的正常生命活动，首先是人体作为一个完整的统一体而存在，同时，人体的生

命活动与周围环境也是密切联系的。环境的变化会影响人体的生命活动，人体的生命活动必须与环境变化相适应。整体水平的研究就是研究完整人体内各个系统之间的相互联系以及完整人体与外环境之间的协调统一关系。

## 二、人体解剖生理学的研究方法

解剖学是借助解剖手术器械切割尸体的方法，用肉眼观察各部分的位置、形态和结构的科学。人体生理学是一门实验性科学，生理学知识来自对生命现象的客观观察和科学实验。观察主要是指在不损害人体健康的条件下，观察、记录和分析某些功能活动的客观表现。例如，观察正常人群安静时的血压值、脉搏频率和呼吸频率等。而生理实验，一般要人工地创造一定条件，对生命活动进行观察，并探讨其机制。由于进行这种研究会给人体造成一定的损害，甚至危及生命，因此一般都用动物作为实验对象。人与动物虽然有许多相似的结构和功能，但在应用动物实验获得资料来探讨人体的生理功能时，必须考虑到人与动物的差别，决不能把动物实验结果简单地套用在人体上。

生理学的动物实验法可分为急性实验和慢性实验两类。其中，急性实验又可分为在体和离体两种。

### 1. 急性实验法

(1) 在体实验法 又叫活体解剖实验法，即在麻醉或破坏动物大脑的条件下进行解剖，暴露所要研究的器官组织，进行实验研究的方法。例如，对胃肠运动、胆汁分泌、泌尿活动的研究等。

(2) 离体实验法 即离体细胞、组织、器官实验法。此方法是从动物体内取出所要研究的器官或组织，置于适宜的人工环境中，保持它的生理功能进行研究。目前，已经运用细胞分离培养技术，深入研究细胞各亚微结构的功能和细胞内生物分子的各种理化变化。

急性实验法的优点是可以较严格地控制实验条件，排除非观察因素的干扰，直接、细致地研究细胞、器官或系统的生理功能；其缺点是实验结果未必能如实反映正常整体的功能活动规律。

### 2. 慢性实验法

在无菌条件下对健康动物进行手术，暴露要研究的器官（如消化管各种造瘘术）或摘除、破坏某一器官（如切除某一内分泌腺），待手术创伤恢复后，在清醒及正常生活状态下，观察、研究整体中某一器官或部位的功能。这种方法的优点是动物处于清醒状态，可较长时间进行观察，所得实验结果较接近于正常整体状态，但实验方法较复杂，影响因素较多。

## 三、人体解剖生理学与医药学的关系

人体解剖学和人体生理学是现代医药学的基础学科之一，而且也是病理学、药理学、微生物学、生物化学等的重要基础课。只有了解和掌握人体正常的生命活动规律，才能理解和掌握人体异常时的生命活动规律，对患病时所发生的一切病理现象才能理解，并通过医务人员和患者的主观努力，使异常向正常方面转化，同时在防治疾病的过程中，又

不断的提出新的课题，推动生理学研究向纵深发展。这样，我们才能在防病治病、寻找新药和研究药物的毒理、药理作用时掌握主动权，推动临床医学和药学的迅速发展。

## 第二节 人体的基本结构

### 一、解剖学姿势及常用方位术语

#### 1. 解剖学姿势

解剖学所采用的标准姿势是：人体直立，两眼向前平视，两臂自然下垂，掌心向前，两脚并拢，脚尖向前（图 1-1）。在观察尸体或标本时，不论是整体或离体，原位或变位，都应按标准姿势的规定，说明各部的位及其相互关系。

#### 2. 轴

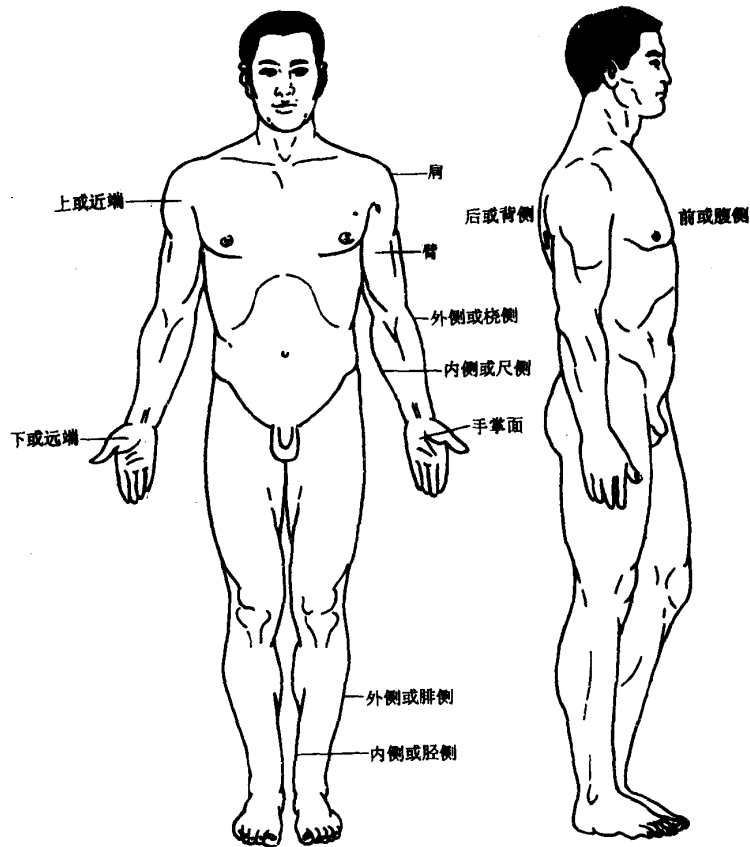


图 1-1 解剖学姿势和方位

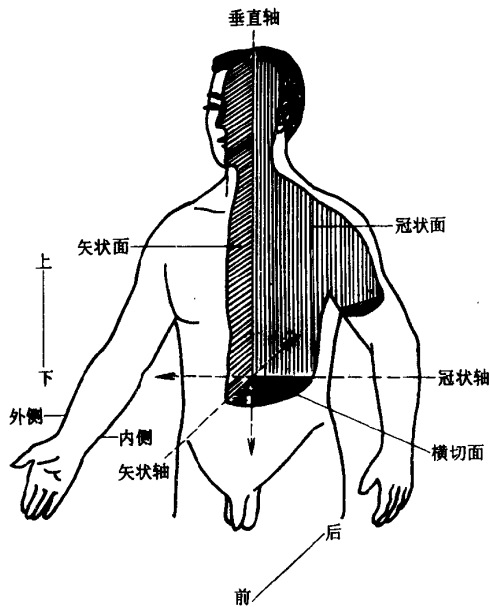


图 1-2 人体的轴和面

轴(图 1-2)是通过人体某部分或某结构的假想线,其与关节运动有密切关系。人体有三种互相垂直的轴。

(1)垂直轴 垂直于地面,呈上下方向的轴。

(2)矢状轴 前后方向的水平轴,与垂直轴直角相交。

(3)冠状轴 左右方向的水平轴,与上述两轴垂直相交。

### 3. 面

将人体分为 3 个假想的面(图 1-2):

(1)矢状面 于前后方向将人体分成左右两部分的纵切面称为矢状面,其通过正中线的称为正中矢状面。

(2)冠状面 于左右方向将人体分成前后两部分的纵切面,又称额状面。

(3)横切面 与矢状面、冠状面相

垂直,将人体分成上下两部分的切面,又称水平面。

若以器官本身为准,沿其长轴所作的切面为纵切面,与长轴垂直的切面为横切面。

### 4. 方位

(1)上和下 近头者为上,近足者为下。

(2)近和远 多用于表示四肢的空间关系,凡连接躯干的一端为近侧,远离者为远侧。

(3)前和后 近腹者为前,也称腹侧,近背者为后,也称背侧。

(4)内侧和外侧 近正中矢状面者为内侧,远离正中矢状面者为外侧。前臂的内侧又称尺侧,前臂的外侧又称桡侧。小腿的内侧又称胫侧,小腿的外侧又称腓侧。

(5)内和外 是表示与空腔相互位置关系的术语。在腔内或与腔的距离较近者为内,在腔外或与腔的距离较远者为外。

(6)浅和深 近体表或器官表面者为浅,反之为深。

## 二、人体的结构

人体结构和功能的基本单位是细胞,它能完成一切生命活动,包括代谢、呼吸、消化、排泄、生殖等生理过程。细胞之间存在一些不具细胞形态的物质,称为细胞间质。

许多形态和功能相似的细胞和细胞间质,结合在一起构成组织。人体有四种基本组织,即上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织。

由几种不同的组织结合成具有一定形态和功能的结构,称为器官,如心、肺、肾和

胃等。若干器官联合在一起完成某一方面的生理功能，便构成一个系统。各个系统在神经、体液的调节下，彼此联系，互相协调，构成一个完整的人体。

人体共有八大系统：

运动系统 包括骨、骨骼肌、骨连结等。

神经系统 包括脑、脊髓、脑神经和脊神经等。

循环系统 包括心、血管、淋巴器官、淋巴管等。

呼吸系统 包括鼻、咽、喉、气管、支气管和肺等。

消化系统 包括口腔、咽、食管、胃、小肠、大肠等消化管及消化腺等。

泌尿系统 包括肾、输尿管、膀胱及尿道等。

生殖系统 男性包括睾丸、副睾、输精管、精囊腺、前列腺及外生殖器。女性包括卵巢、输卵管、子宫、阴道、乳房及外生殖器。

内分泌系统 包括脑垂体、甲状腺、甲状旁腺、肾上腺、胰岛等内分泌腺及散在的内分泌细胞。

除此之外，人体还有皮肤和感觉器官。皮肤是人体最大的器官之一，内有汗腺、皮脂腺和毛发等。感觉器官包括视觉器官、听觉器官、嗅觉器官和味觉器官等。

### 第三节 生命活动的基本特征

既然生理学研究的是生命活动，那么什么是生命？生命（指所有有生命的物体）活动的基本特征又是什么呢？

#### 一、新陈代谢

从病毒这样简单的生物体到复杂的人体，都需要不断地从周围环境中摄取营养物质，并将这些物质转变为自身的组成物质（同化作用）；同时，自身的组成物质又不断的分解，所分解的最终产物又不断地排泄到周围环境中去（异化作用）。物质分解时释放能量，物质合成时要吸收能量，因此，-新陈代谢过程中既有物质变化，又有能量变化，前者叫物质代谢，后者叫能量代谢。综上所述，新陈代谢是指新的物质不断替代旧的物质的过程，包括物质代谢和能量代谢两个方面。新陈代谢是生命活动的基础和最基本的特征，具体表现为同化作用和异化作用。新陈代谢一旦停止，生命活动立即停止。

#### 二、兴奋性

生命活动的另一个基本特征是具有兴奋性。兴奋性是指人体感受刺激时产生反应的能力。能引起人体或其细胞、组织、器官产生反应的环境变化称为刺激。它包括物理因素、化学因素、生物因素、社会因素、精神因素等引起的刺激。刺激引起人体、细胞、组织、器官的代谢改变及其外部活动表现称为反应。刺激与反应是生理学常用的一对密切联系的重要术语，一般地说，人体的反应都是由某种刺激所引起的。神经细胞、肌细胞、腺细胞对刺激发生反应的能力比其它细胞强，反应的表现明显而且迅速，即兴奋性较高，这些细胞称为可兴奋细胞。

从外部活动表现来看，人体对刺激发生反应的表现形式有两种：一种是由相对静止状态转变为活动状态，或者活动状态由弱变强，称之为兴奋；另一种是由活动状态转变为相对静止状态，或者活动状态由强变弱，称之为抑制。例如，刺激心交感神经使心跳加强、加快即为兴奋，刺激心迷走神经使心跳变弱、减慢即为抑制。刺激引起的反应是兴奋还是抑制，取决于刺激的质和量，也与人体当时所处的功能状态有关。例如，刺激交感神经使有孕子宫收缩（兴奋），而使无孕子宫舒张（抑制）。人体对环境变化，有的产生兴奋反应，有的产生抑制反应，这样才能更好地适应环境的变化。

### 三、适应性

人体对环境的变化不仅能产生反应，而且能使人体自身或某个部分在功能与结构上产生适应于环境条件的变化，使人体在环境的变化中仍然保持自己的生存，人体这种对周围环境的变化能产生适应的能力称为适应性。它是以兴奋性为基础的。例如，人体在炎热环境中，是利用汗腺分泌汗液来保持体温的恒定的（汗液的蒸发能降低体温）。

适应性是在动物进化过程中发展起来的，动物愈高等，对环境的适应愈完善，人类不仅是被动地适应环境，而且还能主动地改造环境以满足自己的生理需要。

## 第四节 人体的内环境与稳态和人体功能活动的调节

### 一、人体的内环境与稳态

人体绝大部分细胞并不直接与外环境接触，而是浸浴在细胞外液中，构成细胞生活的液体环境，生理学把细胞外液称之为人体的内环境，以区别于人体所生存的外环境。

人体的细胞外液约占体液的  $\frac{1}{3}$ ，主要包括组织液、血浆、淋巴液、脑脊液等。其中，组织液占细胞外液的  $\frac{4}{5}$ ，它能直接与细胞进行物质交换；另  $\frac{1}{5}$  主要是在心、血管内的血浆，它沿心、血管循环至全身，是体内物质运输的主要媒介。血浆既可通过毛细血管壁与组织液进行物质交换。又通过一些渠道与外环境沟通。这样既实现了细胞与外环境之间的物质交换，也维持了内环境理化特性的稳定，如温度、渗透压、酸碱度、各种离子成分等的相对稳定，为细胞提供了适宜的生活环境。

内环境的理化特性并不是固定不变的，而是在微小变动中维持相对恒定状态，这种内环境的相对恒定状态称为稳态。稳态的概念虽然最初用来描述内环境理化特性的相对恒定，实际上各种生命系统，包括细胞、器官、系统乃至整个人体，它们的功能活动通常也都是在变化着的内、外环境中保持着相对的恒定，只在一定的范围内变动，这些也是稳态的表现。稳态的维持，是各种调节机制发挥作用的结果。内环境的相对稳定，是体内各细胞、器官进行正常功能活动的基础。当稳态难于维持时，新陈代谢将不能正常进行，甚至危及生命。

### 二、人体功能活动的调节

人体对外环境变化的适应和人体内环境稳态的维持都是通过人体功能活动的调节来

实现的。它包括神经调节、体液调节与细胞、组织、器官的自身调节，其中神经调节是人体内主导的、最重要的调节。

### 1. 神经调节

神经调节主要是通过反射活动来进行的，反射是指人体在中枢神经系统的参与下，对内、外环境变化产生的适应性反应。

反射活动的结构基础是反射弧，它由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五个部分组成（图 1-3）。感受器是专门接受各种刺激的结构，是一种能量转换器，可以把各种能量形式的刺激转化为生物电讯号—神经冲动。效应器是产生反应动作的器官。神经中枢是指位于脑和脊髓内参与某一反射活动的神经细胞群，它能综合分析来自传入神经的传入冲动，并发出冲动，经传出神经到达所支配的效应器。传入神经和传出神经是将神经中枢与感受器和效应器联系起来的神经通路。当感受器受到刺激时，即把刺激的信息转变为神经冲动，经传入神经传至神经中枢，经神经中枢加工、处理（所谓整合）后，产生新的神经冲动，再经传出神经传至相应的效应器，使之产生适应性反应。反射弧的任何环节的功能或结构受到破坏。反射活动就不能完成。

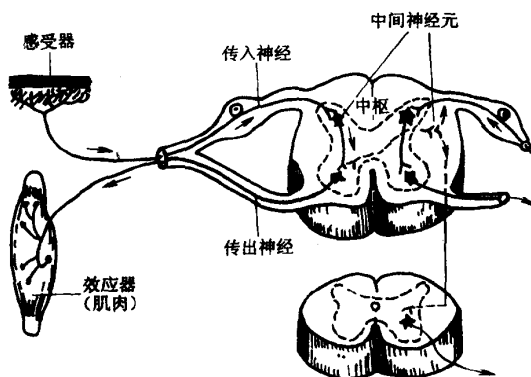


图 1-3 反射弧及其组成

人的反射活动，又可进一步分为非条件反射和条件反射。非条件反射是生来就有的，比较固定的反射。在非条件反射中，刺激性质与反应之间的因果关系，是由种族遗传因素决定的。条件反射是建立在非条件反射基础之上的，是人或高等动物个体后天获得的，即在生活中“建立”起来的，因而刺激性质与反应之间的关系是不固定的。例如，狗吃食物时有唾液分泌，这是非条件反射；而某种声响，则不能引起唾液分泌，但若在狗进食前预先给予这种声响，在声响与食物两种刺激多次结合以后，单有声响而不伴有食物，也能引起唾液分泌。这就是在一定条件下，建立的由声响引起唾液分泌的反射，因而称为条件反射；声响则由“无关”刺激变成了条件刺激。如果以后声响又长期不与食物刺激相结合，此条件反射将逐渐消退，最终，声响将不再引起唾液分泌。通过建立条件反射，可以使大量无关刺激成为预示某些环境变化即将来临的信号，从而扩大了人或动物适应环境变化的能力。

### 2. 体液调节

体液调节是通过体液中化学物质的作用进行的，它主要是指内分泌细胞所分泌的激素，经血液或淋巴循环运送到全身各处，以影响和调节细胞、组织或器官的活动。例如，甲状旁腺分泌的甲状旁腺素经血液运输到骨组织，使骨钙释放入血，血钙升高。受激素作用的细胞、组织和器官分别叫靶细胞、靶组织、靶器官。有些内分泌细胞产生的激素，不经过血液循环的运输，而是通过它周围的组织液扩散，作用于邻近的效应细胞，这叫旁分泌。例如，胰岛的 D 细胞分泌的生长抑素，可通过组织液扩散，作用于邻近的 A 细胞和 B 细胞，分别抑制其分泌胰高血糖素和胰岛素。

对大多数器官而言，神经调节和体液调节是密切联系、相辅相成的。神经调节作用迅速而准确，但作用部位有局限性，作用时间比较短暂；体液调节则作用缓慢，受影响部位广泛，作用时间持久，主要调节新陈代谢、生长、发育、生殖等较为缓慢的生理过程。一般情况下，神经调节起主导作用。

一部分内分泌腺或内分泌细胞可以感受内环境中某种理化成分和性质的变化，直接作出相应的反应。但是，不少内分泌腺或内分泌细胞本身直接或间接地接受中枢神经系统的调节，在这种情况下，体液调节成了神经调节的一个环节，相当于反射弧上传出纤维的一个延长部分，这种情况又称为神经-体液调节。例如，剧烈运动时，交感神经兴奋，肾上腺素分泌增加，引起心跳加强加快，心输出量增加，血压升高，血液循环加快等反应，就属于神经-体液调节。

除激素外，某些组织细胞产生的一些化学物质（如组织胺、缓激肽、5-羟色胺等）或代谢产物（如  $\text{CO}_2$ 、乳酸等）虽不能随血液到身体其它部位起作用，但可以在局部的组织液内扩散，对局部的细胞或血管的活动进行调节，这叫局部体液调节。这种调节的作用，主要是使局部与全身的功能活动相互配合，起辅助调节作用。

### 3. 自身调节

自身调节是指内、外环境变化时，组织、细胞不依赖于神经调节或体液调节而由该组织、细胞本身活动的改变产生的适应性反应。例如，心肌收缩力量在一定范围内与收缩前心肌纤维的长度成正比，即在一定范围内，收缩前心肌纤维愈长，收缩力量也愈大。一般来说，自身调节的调节幅度和范围较小，也不十分灵敏，但是，对于生理功能的调节仍有一定意义。

### 4. 生理功能调节的自动控制原理

人体功能活动的调节主要依靠于神经和体液调节。那么，神经或体液对效应器或靶器官的调节效果如何呢？究竟是过度或是不足，往往还要由效应器或靶器官发出信息返回到神经中枢或内分泌腺，以便随时纠正和调整神经调节或体液调节，如调节过度便抑制之，调节不足则加强之，使调节更为准确。这种联系叫反馈联系。因此，神经调节和体液调节都是闭合回路，而不是开放回路，犹如工程学中的自动控制系统。一个自动控制系统包括：接受装置（相当于感受器的功能），专门接受输入信息；控制系统（相当于神经中枢或内分泌腺），根据接受装置送来的信息进行处理，并发出“指令”（控制信息），从而决定受控系统应如何动作；受控系统（执行装置，相当于效应器、靶器官），按控制系统的指令作出反应。此时所处的状态或所产生的效应称为输出变量；监视装置，将受控系统活动的结果（输出变量）不断地返回给控制系统，为控制系统进一

步发放“指令”做参考，它相当于存在效应器附近的内感受器。它与控制系统的联结线路称为反馈联系。从它发出的反映输出变量的信息称为反馈信息（图 1-4）。由受控系统将信息传回到控制系统的过程称为反馈。反馈可分为正反馈和负反馈两种。当输出变量发生偏差（如血压偏高或偏低）时，反馈信息使控制系统的作用向原效应的相反方向转化，称为负反馈。负反馈具有双向性调节的特点，故对机体功能活动及内环境理化因素的相对稳定起着重要的调节作用。正反馈是指反馈信息使控制系统原效应的作用不断加强，直至反应动作完成为止。在人体功能的调节中，除排尿、排便、射精、分娩等属正反馈外，绝大多数的调节形式属于负反馈，例如，动脉血压偏高或偏低，经过血压反射的调节使血压始终保持相对恒定的水平，就是典型负反馈的例子。

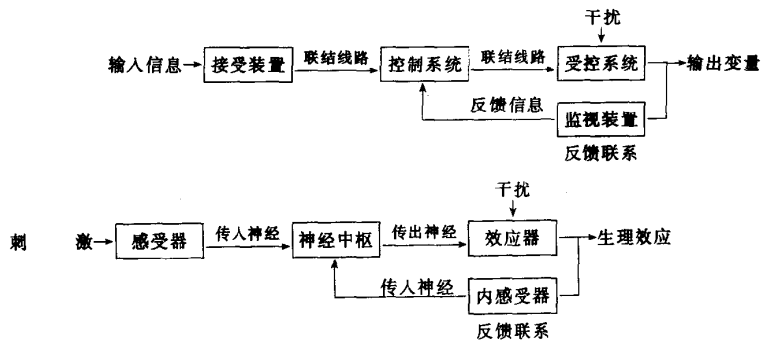


图 1-4 反馈联系模式图

#### 复习思考题

1. 名词解释  
(1) 新陈代谢 (2) 神经调节 (3) 体液调节
2. 简述人体解剖生理学研究的内容。
3. 简述内环境及其稳态。
4. 说明反馈调节过程。

(季常新)

## 第二章 细胞和基本组织

### 第一节 细胞的结构和增殖

细胞是人体结构和功能的基本单位。人体的形态结构、生理功能以及生长发育都以细胞为基础，细胞的主要化学成分是蛋白质。人体细胞的形态多种多样(图 2-1) 其形态与功能相适应，如随血液流动的血细胞，呈圆形；紧密排列在一起的上皮细胞，往往是多边形、棱柱状、立方形、扁平形等；具有收缩作用的肌细胞呈梭形或圆柱形。人体的细胞大小不一，只有在显微镜下才能看到，大的如成熟的卵细胞直径可达  $120\mu\text{m}$ ，而血中小淋巴细胞仅  $6\mu\text{m}$ ，细胞的形态大小虽然不同，但在光镜下观察，其基本结构都是由细胞膜、细胞质和细胞核三部分构成。

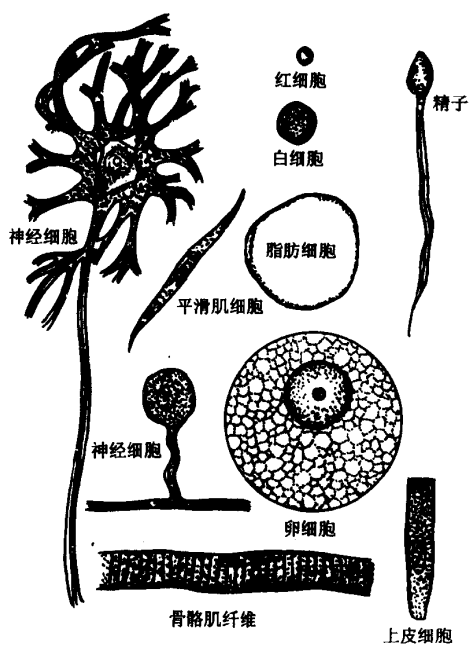


图 2-1 人体几种细胞的形状

子密度高的暗带，中间为电子密度低的明带，亦称为单位膜。

#### 一、细胞的结构

##### (一) 细胞膜

细胞膜是细胞质和外界相隔的一层薄膜，又称质膜。每一个细胞以质膜为界，使细胞成为具有一定形态的结构单位。几乎所有的细胞活动都与细胞膜有关。临床上许多药物都必须先通过细胞膜，才能发挥其药理作用。

细胞膜的化学成分是由类脂、蛋白质及糖组成。类脂与蛋白质的比例一般为 1:1，糖

在电镜下可把细胞分为膜相结构和非膜相结构两部分。膜相结构包括细胞膜、内质网、溶酶体、高尔基复合体、线粒体和核膜等；非膜相结构包括核糖体、中心粒、微管、微丝、细胞基质、核仁、染色质等。通常把细胞的所有膜结构统称为生物膜。在电镜下观察，生物膜分内、中、外三层结构，厚约  $7.5\text{nm}$ 。内外两层为电子密度高的暗带，中间为电子密度低的明带，因而形成两暗夹一明的图像，这三层结构

类仅占 8%左右。关于膜的分子结构，目前较公认的是液态镶嵌模型学说（图 2-2）。该学说认为细胞膜的基本结构是：以液态的脂质双分子层为基本结构，其中镶嵌着不同生理功能的球形蛋白质。

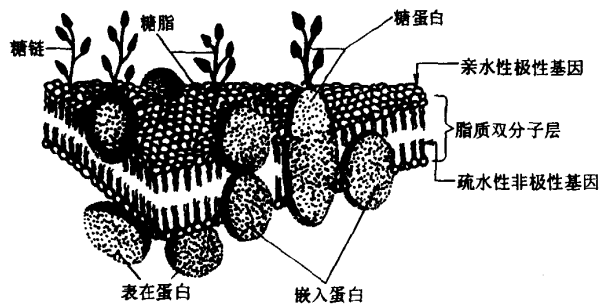


图 2-2 细胞膜分子结构示意图

膜的脂质分子以磷脂为主要成分，另有胆固醇、糖脂，它们都是长杆状的两性分子，一端是亲水性极性基团，另一端是疏水性非极性基团。由于疏水性基团受到具有极性的水分子的排斥，于是形成脂质分子的亲水性基团朝向膜内、外两面的水溶液，而疏水性基团则朝向膜中央部，从而构成脂质双分子层。脂质的熔点较低，在体温下呈液态，这就使膜具有一定程度的流动性。

镶嵌于膜内的蛋白质分子，属于球形蛋白质，按其分布部位可分为：表在蛋白、附着在脂质双分子层内、外表面；嵌入蛋白，嵌入或贯穿于脂质分子层中。细胞膜蛋白质具有不同的功能，如与细胞膜物质转运功能有关的蛋白质分别称为载体、通道和离子泵；与“辨认”和“接受”细胞环境中特异性化学刺激有关的蛋白质，统称为受体；有些蛋白质属于酶类，还有些蛋白质与细胞免疫功能有关等。

细胞膜所含的糖类较少，膜糖与膜蛋白或膜脂质结合形成糖蛋白或糖脂，糖蛋白和糖脂的糖链部分，几乎都伸出细胞外，这样外来的各种刺激先与它们接触，所以糖蛋白和糖脂与细胞免疫、细胞识别、细胞连结等方面都有密切关系，如镶嵌于细胞膜上的糖蛋白和糖脂，由于其糖链的化学结构不同，使红细胞膜上的抗原物质具不同的类型，据此将血液划分为不同的类型。

## （二）细胞质

位于细胞膜与细胞核之间的原生质称为细胞质或胞浆。细胞质包括基质、包含物和细胞器，见细胞的电镜结构模式图（图 2-3）。

### 1. 基质

细胞基质在生活状态是透明的胶状物质，构成细胞的内环境，也是某些物质代谢的场所，主要含有水、无机盐、糖类和蛋白质类等。

### 2. 包含物

包含物是贮存于细胞内的糖原、脂滴、色素等。

### 3. 细胞器

细胞器是细胞质内具有一定形态、结构和生理功能的小器官。包括下列几种：

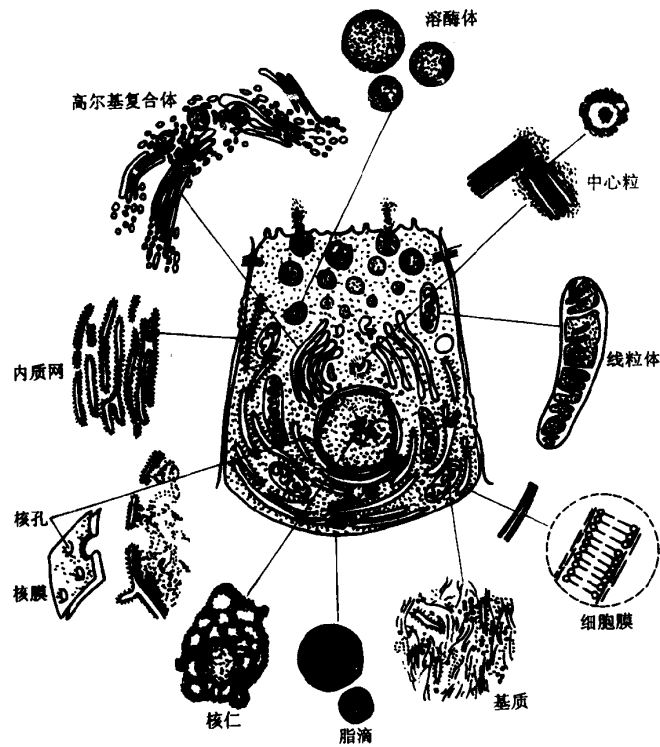


图 2-3 细胞的电镜结构模式图

(1) 线粒体 是细胞内体积较大的细胞器，呈粒状或小杆状。在电镜下可见线粒体是由内、外两层单位膜形成的囊状结构（图 2-3）。外膜平滑、内膜向线粒体内折叠，形成小嵴，称线粒体嵴，嵴上有氧化酶附着。内膜围成的腔称内腔，其中充满线粒体基质，基质内有许多酶系，参与细胞内物质氧化和形成高能磷酸化合物（ATP）以备细胞生命活动的需要。细胞内物质氧化过程主要在线粒体中进行，线粒体是细胞的供能中心，有“动力站”之称。

(2) 核蛋白体（核糖体）为微细的球状结构，由核糖核酸和蛋白质组成。在细胞内，有附着于内质网外面的固着核蛋白体和游离于细胞质中的游离核蛋白体。其功能是合成蛋白质，称为“蛋白质加工厂”。

(3) 内质网 在电镜下可见，是细胞质内膜性的管道系统，互相通连呈网状。内质网膜与核膜、高尔基复合体、细胞膜相连续。有的内质网外表面附着很多核蛋白体，称粗面内质网，其主要功能是合成蛋白质，并将合成的蛋白质运输到细胞外，有的内质网没有核蛋白体附着，称滑面内质网，滑面内质网的功能在不同的细胞有很大差别，如肝细胞中的滑面内质网，与糖元代谢和肝解毒作用有关；肾上腺皮质细胞的滑面内质网与合成固醇类激素有关；横纹肌细胞中含丰富的滑面内质网，又称肌浆网，能贮存和转运  $Ca^{2+}$ ，与肌肉收缩有关。

(4) 高尔基复合体 位于细胞核附近,电镜下观察,由数层扁平囊泡,若干大泡、小泡三部分组成。它们的主要功能是参与细胞的分泌活动,并起着加工和运输等作用。小泡接受由粗面内质网转运来的蛋白质,在扁平囊中进行加工、浓缩,最后进入大泡形成分泌颗粒,分泌颗粒移向细胞膜,然后以出胞作用将分泌物排到细胞外。

(5) 溶酶体 电镜下观察溶酶体为圆球形,周边由膜包绕。溶酶体内含有酸性磷酸酶和多种水解酶,这些酶能消化大分子物质。通过吞噬和吞饮作用将进入细胞内的细菌、异物与溶酶体接触后,二者的膜互相融合,溶酶体的酶便可以对这些异物进行消化分解。溶酶体也能消化细胞本身一些衰老或损伤的结构,使细胞内的一些结构不断更新,以维持细胞的生理功能。所以溶酶体是细胞内重要的“消化器官”。

(6) 中心粒 中心粒通常位于细胞的中央或细胞核的一侧。它是圆筒状小体,成对存在,互相垂直。中心粒的管壁由 9 组纵行微管排列而成。中心粒与细胞分裂时纺锤体形成及染色体移动有关,也参与细胞的运动。

(7) 微丝 为一种实心的丝状结构,由肌动蛋白组成。其功能与细胞内运输、细胞的运动、吞噬、分泌、微绒毛的收缩、神经递质的释放等有关。

(8) 微管 是微细的管状结构,主要成分是微管蛋白。但功能不完全相同,存在于纤毛中的微管,与细胞运动有关;存在于神经纤维内的微管,除起支持作用外,更重要的是与神经递质运输有关。

### (三) 细胞核

人体内除成熟的红细胞外,所有的细胞都有细胞核。每个细胞通常只有一个细胞核,但也有两个甚至多个的。细胞核的形状往往和细胞的形状相适应,通常位于细胞中央。细胞核包括核膜、核仁、染色质(染色体)和核基质等。

#### 1. 核膜

核膜是细胞核与细胞质之间的分界膜,由内、外两层膜组成,两层膜之间的间隙为核周隙。外层附着核蛋白体,有时可与内质网相连,说明细胞外物质可通过内质网运送到细胞核周围。核膜上还有许多核孔,是核与细胞质之间物质交换的孔道。

#### 2. 核仁

核仁为核内的球形小体,每个细胞内有一至数个核仁,在细胞代谢旺盛时,核仁往往较大。其化学成分主要是蛋白质和核糖核酸(RNA)。细胞质中核蛋白体主要在核仁处形成,经核孔进入细胞质。

#### 3. 染色质和染色体

染色质是细胞分裂间期核内一种易被碱性染料着色的物质。在光镜下呈细丝状、颗粒状或块状。当细胞进行分裂时,分散的染色质聚集成一定数量和形态的染色体。因此,染色质和染色体实际上是同一种物质,只是在分裂间期和分裂期的不同形态表现而已。它们的化学成分主要是脱氧核糖核酸(DNA)和蛋白质。因为遗传基因存在于 DNA 分子中。所以,染色质是遗传的物质基础。人体细胞核中的染色体有 46 条,可配成 23 对,其中 22 对为常染色体,1 对为性染色体。性染色体在女性中形态一致,称为 XX 染色体。在男性中,它们的形态不一致,其中一条与女性的 X 染色体相似,另一条则不同,故称为 XY 染色体。

#### 4. 核基质

核基质是核膜内无色透明的胶状物质，其成分与细胞基质相似。

细胞膜、细胞质、细胞核在基本结构和功能方面都具有各自的特点，但它们又密切联系，互相配合成一个统一整体，从而表现出复杂的生命现象。因此，应当把细胞看成一个统一的整体。

### 二、细胞的增殖

一个细胞分裂成为两个新细胞的过程，称为细胞增殖。细胞通过分裂增殖产生新的细胞，使人体不断生长、发育和补偿因创伤及衰老、死亡的细胞。细胞从前一次分裂结束起到下一次分裂结束为止所经历的过程，称为细胞增殖周期（图 2-4）简称细胞周期。

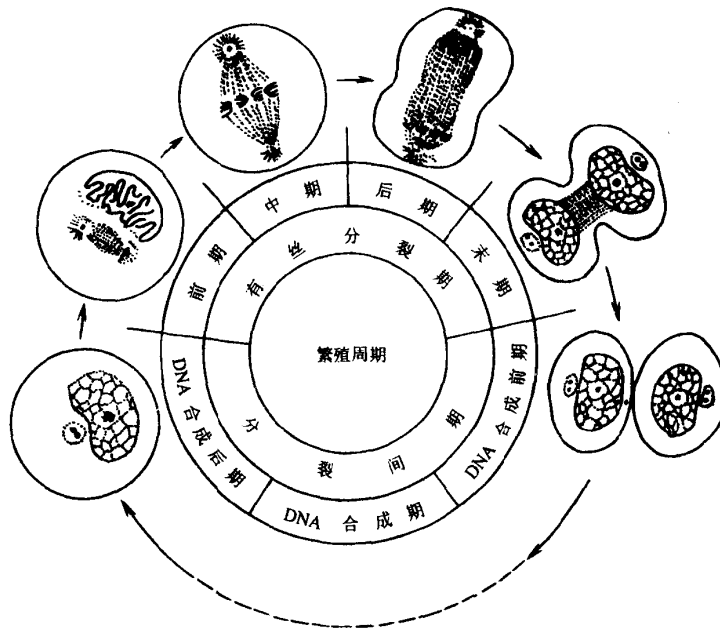
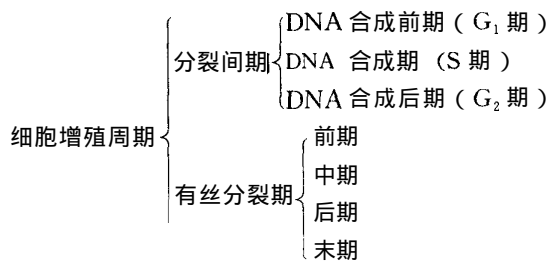


图 2-4 细胞增殖周期

细胞周期主要是 DNA 的复制和重新分配到两个子细胞的过程，分两个阶段，即分裂间期和有丝分裂期。



### 1. 分裂间期

分裂间期是指细胞两次分裂之间的时期。可分 3 个时期。

(1) DNA 合成前期 简称  $G_1$  期, 此期细胞内进行着一系列极为复杂的生物合成变化, 它为下一步 DNA 的复制及蛋白质合成作准备。

(2) DNA 合成期 简称 S 期, 此期 DNA 进行准确, 大量的复制, 使 DNA 在细胞内的含量增加了一倍。此期是细胞增殖的关键时期, 如果 DNA 复制受到障碍或发生错误, 就会抑制细胞的分裂或引起细胞变异, 形成异常细胞。

(3) DNA 合成后期, 简称  $G_2$  期, 又称“有丝分裂准备期”。此期 DNA 合成已终止, 但还合成一些 RNA、蛋白质, 形成微管蛋白和细胞膜上的蛋白质, 为细胞分裂期作准备

### 2. 有丝分裂期

有丝分裂期, 简称 M 期。分裂期的主要变化特征是 S 期中倍增的遗传物质 (DNA) 形成了染色体, 然后平均分配到两个子细胞中。此期一般分四个时期:

(1) 前期 中心粒分裂为二, 染色质由细丝状缩短变粗成为染色体, 每个染色体纵裂为两个染色单体, 二者仅在着丝点相连。核膜及核仁逐渐解体消失, 已复制的中心粒分别向细胞两极移动, 同时中心粒周围出现纺锤丝、形成纺锤体。

(2) 中期 中心粒移向细胞两极。每一条染色体分别与两极中心粒发出的纺锤丝相连, 并将染色体牵拉排列在细胞中部的赤道板上。

(3) 后期 两组染色单体分开, 它们被纺锤丝牵拉向细胞两极移动, 同时细胞膜在赤道板部开始凹陷并将形成子细胞的细胞膜。

(4) 末期 染色体已达到两极, 解开螺旋成为染色质丝。核仁、核膜重新出现, 细胞凹陷处继续加深, 最后断裂为两个新的子细胞。

整个细胞周期是一个动态过程, 每个分期互相联系, 不可分割, 若某个阶段受到干扰时, 细胞的增殖周期则发生障碍。临床上各种抗癌药物就是作用于癌细胞增殖周期中的不同时期, 使其细胞不能复制, 从而导致细胞分裂障碍或死亡。因此, 细胞周期的理论对医药临床实践具有重要指导意义。

## 第二节 细胞的基本功能

### 一、细胞膜的主要功能

#### (一) 细胞膜的物质转运功能

细胞膜是一种具有特殊结构和功能的半透膜。细胞在新陈代谢过程中通过细胞膜不断与周围环境进行物质交换。细胞膜能从细胞周围环境中选择性地摄取所需的物质, 并将新陈代谢产物排出细胞外, 这个过程, 称为物质转运。细胞膜的物质转运方式可归纳为以下几种:

#### 1. 单纯扩散

一些脂溶性物质, 如  $CO_2$ 、 $O_2$  能从浓度高的一侧通过细胞膜扩散至浓度低的一侧, 这一过程称为单纯扩散。扩散量的多少不仅取决于膜两侧该物质的浓度梯度和电位梯度

(电-化学差)，也取决于膜对该物质的通透性。一般情况下，浓度梯度大，通透性大，则扩散量就大。但是，并非所有脂溶性物质都能以单纯扩散方式通过细胞膜，如类固醇激素，虽然也是脂溶性物质，但需要膜上某种蛋白质帮助才能通过细胞膜。

## 2. 易化扩散

一些难溶于脂质的物质，在细胞膜上特殊蛋白质的“帮助”下，由膜的高浓度一侧向低浓度一侧扩散的过程，称为易化扩散。

易化扩散可分为两种类型，一种是以“载体”为中介的易化扩散。“载体”是镶嵌在膜内的一种蛋白质，它在膜的一侧与高浓度的某种物质结合，然后在膜的另一侧和被结合的物质分离。如葡萄糖、氨基酸主要通过这种方式进出细胞。这种易化扩散的特点是：

特异性 每种载体蛋白只能转运具有某种特定结构的物质； 饱和性 每种载体蛋白具有一定的数量，只能转运一定数量的某种物质。若超过这一数量，载体蛋白的转运量就不再增加； 竞争性抑制 如果某载体对 A 和 B 两种结构相似的物质都有转运能力，则环境中 B 的增加将会减弱载体对 A 的转运。

易化扩散的另一类型是以“通道”为中介。“通道”也是镶嵌在细胞膜内的蛋白质。通道蛋白可以在某种情况下被“激活”，又称通道开放；也可以在另一种情况下“失活”又称通道关闭。关于通道蛋白质开放和关闭的机理，目前尚未定论，但已有证明，神经细胞和其它一些细胞膜内  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  通道蛋白的开放和关闭是由膜两侧的电位差所控制的，称为电压依从性通道。而突触后膜、肌细胞中的运动终板膜和某些腺细胞膜内的离子通道的开放和关闭，则由递质、激素或药物等化学物质控制，因此，称为化学依从性通道。

单纯扩散和易化扩散，物质都是顺电-化学差进行的，不需要细胞供给能量，故统称为被动转运。

## 3. 主动转运

细胞膜通过本身某种耗能环节，将物质逆着电-化学差转运的过程，称为主动转运或泵转运。因此这种转运过程要依靠膜上离子泵的活动。离子泵是细胞膜上的一种具有酶活性的特殊蛋白质。它可以分解 ATP 使之释放能量，并能利用此能量进行离子的逆电-化学差转运。如在细胞膜上普遍存在的“钠泵”，就是这样一种特殊的蛋白质，它能逆着浓度差把胞外的  $\text{K}^+$  移入胞内，同时，把胞内的  $\text{Na}^+$  移出胞外，从而形成和保持了膜内高  $\text{K}^+$ ，膜外高  $\text{Na}^+$  的不均衡离子分布。

主动转运是细胞膜最重要的物质转运形式之一。除钠泵外，目前了解较多的还有钙泵、氢泵、负离子泵、碘泵等。

## 4. 入胞和出胞

大分子物质或物质团块、液体珠滴进出细胞的耗能性转运过程，称之为入胞作用或出胞作用。入胞是指大分子物质进入细胞的过程。入胞物若为物质团块，如细菌、病毒、异物或大分子营养物质等，则称为吞噬；若入胞物为液体珠滴，则为吞饮。某些大分子物质由细胞排出的过程，称为出胞作用。如内分泌细胞分泌激素，神经末梢释放神经递质等。

### (二) 细胞膜的受体功能

细胞膜受体是镶嵌在细胞膜上的一类特殊蛋白质，它能有选择地与环境中的某些特异化学物质（如激素、神经递质、药物等）相结合，并引起细胞内一系列生化反应和生理效应。

受体蛋白质一般由两个亚单位组成：裸露于细胞膜外表面的部分叫调节亚单位，即一般所说的受体，它能识别环境中的特异化学物质并与之结合；裸露于细胞膜内表面的部分叫催化亚单位，一般是无活性的腺苷酸环化酶。常能被受体识别的特异性化学物质叫配体。配体所作用的细胞又叫配体的靶细胞。一般来讲，受体与配体的结合有高度特异性。当某一配体与靶细胞膜上的特异性受体结合时，细胞内可发生一系列生化反应或者通过改变细胞膜对离子的通透性而产生生理效应。

## 二、细胞的生物电现象

当刺激神经-肌肉标本的神经干时，肉眼看不到神经的变化，但却可见到肌肉的收缩。说明刺激神经干引起了神经的变化，而神经的这种变化又传给了肌肉，从而引发肌肉的收缩。那么，神经受到刺激后发生了什么变化？这种变化与兴奋是什么关系，这就涉及生物电知识。

早在 100 多年前科学家就已发现了生物体带电现象，但对其进行深入研究，只是近几十年的事。细胞在生命活动中所产生的电变化，称为生物电现象。生物电是以细胞为单位产生的，借助于仪器这些电变化可以客观地记录下来。如临床上记录的心电图、脑电图、肌电图等。

### （一）静息电位

#### 1. 静息电位的概念及正常值

当细胞膜处于相对安静状态下（未受刺激时），存在于细胞膜内、外两侧的电位差，称为静息电位。由于这一电位差存在于安静细胞膜两侧，故又称跨膜静息电位，简称静息电位或膜电位。图 2-5 为用微电极测量神经纤维膜电位示意图。将电位计两微电极置于安静状态下神经纤维表面或神经纤维内任何两点时，电位计指向零，由此说明细胞膜表面或细胞内任何两点间不存在电位差。如将两个电极中的一个微电极（直径不足  $1\mu\text{m}$ ）刺入细胞内，另一个仍留在细胞外，此时电位计电位将下降至  $-70\text{mV}$ ，这显示细胞膜表面与细胞内存在电位差而且膜内比膜外电位低，即膜内相对带负电，而膜外相对带正电。

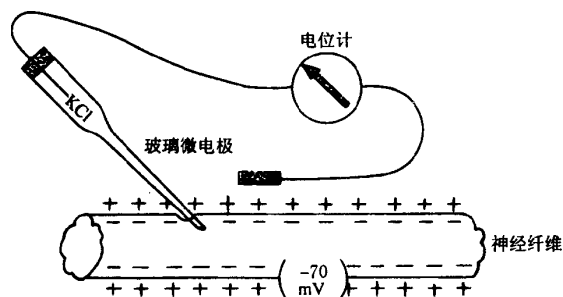


图 2-5 用微电极测量神经纤维膜电位示意图