

生理学学习指导

孔繁之 洪思劬等 编著

石油工业出版社

编 审 人 员 名 单

主 编 孔繁之 洪思劬

主 审 张凤芝

编 委: (按姓氏笔划为序)

王 庆	田 仁	米正荣	安纪华	邢兆堃	孙桂荣
杜文英	严汝焕	邵晋萍	张 峻	张怀诚	张利群
张素芬	罗 力	孟莲香	柳海滨	钱学娅	耿树清
彭 波					

编 者: (按姓氏笔划为序)

王 庆	王素利	王婉真	孔繁之	尹兆武	田 仁
艾 静	石 烽	冯润荷	邢兆堃	孙玉芳	孙桂荣
米正荣	刘秀峰	刘艳荣	安纪华	许桂兰	杜文英
李文君	李玉娟	李荣林	李秀彬	邵晋萍	陈苏元
陈俊英	严汝焕	杨占和	杨丽萍	张 强	张 峻
张玉梅	张怀诚	张利群	张素芬	张培成	罗 力
郑 玉	孟莲香	胡 庆	胡秀珍	柳海滨	洪思劬
袁秉兰	韩树林	党建英	梁秀实	崔玉英	高玉红
高平蕊	钱学娅	耿树清	彭 波	曾秀利	董静浦
蒋沁蓓	解兴旺				

前 言

最近卫生部颁发了新修订的中等卫生学校十二个专业的教学计划及教学大纲，对各专业的《生理学》教学规定了教学目标。配合新的《生理学》教学大纲的统编教材才开始着手筹备，编写、出版尚需一定周期，所以卫生部对原《生理学》统编教材（1985年版）组织了修订，再版并于1994年秋季发行。目前，中专生理教学的同行正在认真贯彻新大纲，积极开展目标教学。如何处理大纲与教材、目标与内容之间的关系？在目标教学中如何使用即将发行的这部修订本教材？如何指导学生对学习目标进行自我检测……是大家正在共同探讨的问题。为此全国中专生理学统编教材（修订版）的编者们在进行初步尝试的基础上组织了十个省（市）具有多年生理学教学经验和进行过目标教学试点的高级讲师、讲师编写了这本《生理学学习指导》。

本《指导》分为单元目标、学习纲要、复习题及答案三个部分。

“单元目标”主要依据新颁布的社区医学专业和护士专业的教学大纲，并结合这次修订教材的意图，以章为单元，对学生明确提出学习的目标和要求。不仅适用于社区医学和护理两个专业，其他专业也可参考借鉴。

“学习纲要”以修订再版的统编教材为基本素材，把教材内容与单元目标有机地结合起来，力求提纲挈领、精简扼要、脉络清晰、层次鲜明、重点突出，教学中既便于吸取教材的“精髓”，又便于在内容上的展开和拓宽。

“复习题及答案”根据各个单元的教学目标，精选了多种类型的复习题，并附有正确答案。教师可以此对学生随堂检测，也可用于学生课后进行自我达标检测。

使用本《指导》，将有利于改变学习“课上抄笔记、课下背笔记”的学习习惯；有利于教师在课堂上得心应手地运用各种教学方法和手段，调动学生更加积极主动地学习，从而提高课堂利用率；有利于解决教材内容多、课时少的矛盾。从而提高学生的学习成效。

本《指导》可作中等卫生学校师生进行《生理学》教学的辅助教材，也可作卫生技术人员执业资格考试和职称晋升考试的辅导教材。

正式编写和公开发行这样一本《指导》，对我们尚属一次新的探索。由于经验不多、水平有限，欠缺和错误实属难免，恳请广大师生和读者提出宝贵意见。

在本书编写过程中，得到编者所在学校，特别是河北省唐山卫校、北京护士学校、河北省秦皇岛卫校的大力支持与帮助，在此深表谢意！

编 者

1994.10.

目 录

第一章 绪论	(1)
单元目标	(1)
学习纲要	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 生命的基本特征	(1)
第三节 机体与环境	(2)
第四节 机体功能活动的调节	(2)
复习 (考试) 题及答案	(3)
第二章 细胞的基本功能	(7)
单元目标	(7)
学习纲要	(7)
第一节 细胞膜的物质转运功能	(7)
第二节 细胞的受体功能	(8)
第三节 细胞的生物电现象	(8)
第四节 骨骼肌的收缩功能	(10)
复习 (考试) 题及答案	(10)
第三章 血液	(15)
单元目标	(15)
学习纲要	(15)
第一节 概述	(15)
第二节 血浆	(16)
第三节 血细胞	(17)
第四节 血液凝固	(18)
第五节 输血和血型	(20)
复习 (考试) 题及答案	(21)
第四章 血液循环	(27)
单元目标	(27)
学习纲要	(27)
第一节 心脏生理	(27)
第二节 血管生理	(32)
第三节 心血管活动的调节	(36)
第四节 心、肺、脑的血流特点	(39)
复习 (考试) 题及答案	(39)
第五章 呼吸	(48)
单元目标	(48)

学习纲要	(48)
第一节 肺的通气功能	(48)
第二节 气体交换与运输	(50)
第三节 呼吸运动的调节	(52)
复习(考试)题及答案	(53)
第六章 消化与吸收	(57)
单元目标	(57)
学习纲要	(57)
第一节 口腔内的消化	(57)
第二节 胃内的消化	(58)
第三节 小肠内的消化	(59)
第四节 大肠的功能	(60)
第五节 吸收	(60)
第六节 消化器官功能的调节	(61)
复习(考试)题及答案	(62)
第七章 能量代谢与体温	(66)
单元目标	(66)
学习纲要	(66)
第一节 能量代谢	(66)
第二节 体温	(67)
复习(考试)题及答案	(68)
第八章 肾的排泄	(72)
单元目标	(72)
学习纲要	(72)
第一节 尿的成分及理化性质	(72)
第二节 尿的生成过程	(73)
第三节 影响尿生成的因素	(75)
第四节 尿的浓缩与稀释	(76)
第五节 尿的贮存和排放	(77)
复习(考试)题及答案	(77)
第九章 神经系统	(82)
单元目标	(82)
学习纲要	(82)
第一节 神经元与神经纤维	(82)
第二节 反射中枢	(83)
第三节 神经系统的感觉功能	(84)
第四节 神经系统对躯体运动的调节	(86)
第五节 神经系统对内脏活动的调节	(89)
第六节 脑的高级功能	(91)
复习(考试)题及答案	(92)

第十章 感觉器官	(97)
单元目标	(97)
学习纲要	(97)
第一节 视觉器官	(97)
第二节 位听器官	(99)
复习 (考试) 题及答案	(101)
第十一章 内分泌	(104)
单元目标	(104)
学习纲要	(104)
第一节 概述	(104)
第二节 垂体	(105)
第三节 甲状腺	(106)
第四节 肾上腺	(106)
第五节 胰岛	(107)
第六节 甲状旁腺和甲状腺“C”细胞	(108)
复习 (考试) 题及答案	(108)
第十二章 生殖	(113)
单元目标	(113)
学习纲要	(113)
第一节 男性生殖	(113)
第二节 女性生殖	(113)
第三节 妊娠	(115)
复习 (考试) 题及答案	(115)

第一章 绪 论

单元目标

- 1.叙述人体生理学研究的对象、任务；
- 2.列出人体生命活动的基本特征，并说明刺激阈与兴奋性的关系；
- 3.分析机体功能活动的完整统一性与内外环境的相互关系，并举例说明人体、环境、健康三者的关系；
- 4.叙述机体内环境的概念，举例说明内环境稳态的生理意义；
- 5.比较神经调节、体液调节和自身调节的概念和特点，举例说明反馈作用、正反馈、负反馈及其生理意义；
- 6.解释下列名词：刺激、反应、兴奋、抑制、兴奋性、刺激阈。

学习纲要

第一节 概 述

一、生理学的研究对象和目的

人体生理学是研究人体正常生命活动规律的科学。人体的生命活动是指人体生命过程中所表现的一切功能活动，如血液循环、呼吸、消化、排泄、生殖和肌肉运动等。生理学的任务就是研究这些功能活动的现象、发生的原因、条件和体内外各方面的因素对它的影响，从而掌握和运用生命活动的规律。学习生理学的目的是掌握正常生命活动规律，认识疾病和防治疾病，为增进人类健康，延长人类寿命提供理论基础。

二、学习生理学的指导思想和方法

在学习生理学过程中，必须以辩证唯物主义思想为指导，用对立统一的观点看待一切功能活动，以生物的、心理的以及社会水平综合观察理解生命活动的规律。学习生理学既要学好理论，又要重视实验，以培养自己实事求是的科学态度，增强分析问题、解决问题、理论联系实际以及动手的能力。

第二节 生命的基本特征

一、新陈代谢

机体与环境间的物质交换和能量交换以达到自我更新的过程称新陈代谢。此过程包括合成代谢和分解代谢。

合成代谢：机体不断从外界摄取营养物质，合成自身成分并贮存能量的过程。

分解代谢：机体不断分解自身成分，释放能量，并将分解产物排出体外的过程。

新陈代谢的意义：机体通过新陈代谢，不断地进行自我更新和各种生命活动。如生长、发育、生殖、运动等也都以新陈代谢为物质基础。新陈代谢一旦停止，生命也就结束。

二、兴奋性

细胞或机体对刺激发生反应的能力或特性，称兴奋性。

刺激：能为细胞或机体感受到的内外环境变化。它分为化学刺激、电刺激、机械刺激、温度刺激、放射线刺激和生物刺激等。

刺激阈：引起组织发生反应的最小刺激强度，称刺激阈或阈强度。用以衡量组织兴奋性的高低。兴奋性与阈强度呈反变关系。

阈刺激：具有阈强度的刺激。

阈下刺激：小于阈强度的刺激。

阈上刺激：大于阈强度的刺激。

反应：细胞或机体接受刺激后所发生的一切变化。刺激与反应是因果关系，刺激是因，反应是果。

兴奋：组织接受刺激后，由生理静息状态变为活动状态，或活动由弱变强。

抑制：组织接受刺激后，由活动状态转入生理静息状态，或活动由强变弱。

第三节 机体与环境

一、内环境

1. 内环境的组成及概念

人体含有大量体液。全身体液总量约占体重的 60%，按其存在部位不同分为细胞内液（占 $\frac{2}{3}$ ）和细胞外液（占 $\frac{1}{3}$ ）。细胞在新陈代谢，自我更新过程中，与细胞外液直接进行物质交换和能量交换。因此，细胞外液是细胞直接生活的体内环境，称为机体的内环境。

2. 内环境稳态

内环境的种种条件，如温度、pH 值、渗透压、各种物质浓度等，其数值的波动只限于一定范围内，否则会严重干扰细胞的代谢，即内环境保持稳定的状态。

内环境稳态的意义：内环境稳态是细胞进行正常生命活动的必要条件。这是因为新陈代谢过程是复杂的酶促反应，而酶的活性是要求一定的理化条件。同时，组织细胞的生物电活动也需要在一定的离子浓度下才能维持正常。

二、适应

人体按照外部情况调整内部关系的生理过程，称为适应。

第四节 机体功能活动的调节

一、神经调节

神经系统通过神经纤维对其所支配的器官所实现的调节，称神经调节。这是机体的主要调节方式。其特点：迅速、局限、短暂。

神经系统的调节是通过反射进行的。

反射：在中枢神经系统的参与下，机体对刺激所作的规律性反应。

反射弧：是反射活动的结构基础，由五部分组成：感受器、传入神经、中枢、传出神经和效应器。

反射的类型：非条件反射；条件反射。

非条件反射：是生来就有的，由遗传因素所决定，无需后天训练即可出现的反射。它是机体适应环境的基本手段，对个体生存和种族繁衍都具有重要意义。

条件反射：机体在生后的个体生存过程中，在一定条件下建立于非条件反射基础上的反射。条件反射极大地提高了机体的生存能力，增强了预见性，使其不仅可以主动多变地适应环境，而且还可以机智灵活地去改造环境。

二、体液调节

激素等生物活性物质，通过体液运输，对各种器官、组织实现的调节。

靶细胞、靶组织、靶器官：接受激素作用的细胞、组织、器官。

体液调节的特点：缓慢、广泛、持久。

神经-体液调节：有的内分泌腺受神经系统的支配，因此，体液调节成为神经调节中反射弧传出途径中的一个部分，形成神经-体液调节。

三、自身调节

器官、组织或细胞不依赖于神经和体液调节而自身产生的适应性反应。自身调节范围局限，幅度小，但仍有一定生理意义。

四、反馈

被调节部分向调节部分发送信息，对调节部分功能状态施加的影响，称反馈。

负反馈：反馈信息和调节信息的作用相反的反馈。其生理意义在于调节那些需要保持一定水平的生理过程。

正反馈：反馈信息和调节信息的作用相同的反馈。其生理意义在于调节那些迅速发动并尽快结束的生理过程。

复习（考试）题及答案

复习（考试）题

一、解释名词

(1) 新陈代谢 (2) 刺激 (3) 反应 (4) 兴奋性 (5) 兴奋 (6) 抑制 (7) 刺激阈 (8) 内环境 (9) 内环境稳态 (10) 反射 (11) 神经调节 (12) 体液调节 (13) 自身调节 (14) 反馈 (15) 负反馈 (16) 适应 (17) 靶器官 (组织、细胞)

二、填空题

(1) 生理学是研究_____的科学。

(2) 生命的基本特征是①_____和②_____。

(3) 组织的兴奋性与刺激阈呈①_____关系，即阈值越小，组织的兴奋性②_____。

(4) 正常成人体液总量约占体重的①_____%，其中细胞内液约占②_____%，细胞外液约占

③ %。

三、判断题

- (1) 合成代谢时要吸收能量，所以它是一种耗能过程。
- (2) 机体将自身物质转化为非自身物质的过程，称为分解代谢。
- (3) 同样刺激作用于同类组织，所引起的反应必然相同。
- (4) 组织的兴奋性越高，它受刺激后所产生的反应也就越强。
- (5) 兴奋表示代谢在积极进行，而抑制则表示代谢业已停止。
- (6) 神经调节是最重要的功能调节方式，所以脱离了神经调节，各组织将不再能行使其自身的功能活动。

四、单项选择题

- (1) 维护内环境稳态的调节过程是
A. 正反馈 B. 负反馈 C. 神经调节 D. 神经-体液调节
- (2) 机体接受刺激而发生反应时，表现形式为
A. 兴奋 B. 抑制 C. 兴奋性 D. 兴奋或抑制
- (3) 使机体某种生理过程迅速达到所需水平而尽快完成的调节是
A. 体液调节 B. 神经调节 C. 自身调节 D. 正反馈
- (4) 破坏中枢神经系统，将使下列何种现象消失
A. 反应 B. 反射 C. 兴奋性 D. 兴奋

五、多项选择题

- (1) 机体组织中兴奋性最高的是
①神经 ②肌肉 ③腺体 ④骨骼 ⑤血液
- (2) 内环境主要包括下列哪些方面
①体液容量 ②各种离子浓度 ③温度 ④pH值 ⑤渗透压
- (3) 有关神经调节的叙述正确的是
①通过非条件反射进行的 ②感受器就是受体 ③调节过程迅速准确 ④反射弧一成不变 ⑤是机体功能的主要调节方式
- (4) 机体组织兴奋反应的形式表现为
①肌肉收缩 ②腺体分泌 ③神经纤维动作电位的产生与传导 ④骨骼组织的生长 ⑤结缔组织的粘液性水肿
- (5) 电刺激坐骨神经-腓肠肌标本的神经干，引起腓肠肌收缩，下列叙述哪项是正确的
①坐骨神经和腓肠肌具有兴奋性 ②所给的电刺激为阈刺激或阈上刺激 ③此活动不是反射而是反应 ④电刺激易控制，对组织损伤小，故生理学实验中最常用 ⑤用食盐放在神经干上，或用镊子迅速夹一下神经，也会产生与电刺激同样的结果。

六、问答题

- (1) 举例说明机体活动调节的三种方式及其特点。
- (2) 结合实验内容试述反射与反应有何区别？
- (3) 内环境稳态的生理意义如何？

参 考 答 案

一、解释名词

- (1) 机体与环境间进行的物质交换和能量交换,以达到自我更新的过程。
- (2) 能为细胞或机体感受到的内外环境变化。
- (3) 细胞或机体受刺激后所发生的一切变化。
- (4) 细胞或机体对刺激发生反应的能力或特性。
- (5) 组织接受刺激后由生理静息状态变为活动状态,或活动由弱变强。
- (6) 组织接受刺激后由活动状态转入生理静息状态,或活动由强变弱。
- (7) 引起组织发生反应的最小刺激强度。
- (8) 细胞外液是机体细胞直接生存的体内环境,称机体内环境。
- (9) 内环境的理化性质及各种物质浓度保持相对稳定的状态。
- (10) 在中枢神经系统的参与下,机体对刺激所作的适应性反应。
- (11) 神经系统通过神经纤维对其所支配的器官所实现的调节。
- (12) 体液调节是指激素等生物活性物质,通过体液运输,对各种器官、组织实现的调节。
- (13) 器官、组织或细胞在不依赖于神经和体液调节而自身产生的适应性反应。
- (14) 被调节部分向调节部分发送信息,对调节部分功能状态施加的影响。
- (15) 反馈信息和调节信息的作用相反的反馈。
- (16) 人体按外部情况来调整内部关系的生理过程。
- (17) 接受激素作用的器官、组织和细胞分别称靶器官、靶组织和靶细胞。

二、填空题

- (1) 人体正常生命活动规律
- (2) ①新陈代谢 ②兴奋性
- (3) ①反变 ②越高
- (4) ①60% ②40% ③20%

三、判断题

- (1) × (2) √ (3) × (4) × (5) × (6) ×

四、单项选择题

- (1) B (2) D (3) D (4) B

五、多项选择题

- (1) ①②③ (2) ①②③④⑤ (3) ③⑤ (4) ①②③ (5) ①②③④⑤

六、问答题

(1) 答: 机体活动调节的三种方式: ①神经调节,是指神经系统通过神经纤维对其所支配的器官所实现的调节。如食物入口引起唾液分泌;疼痛刺激引起局部肢体回缩等。②体液调节,是指激素等生物活性物质通过体液的运输,对各种器官、组织实现的调节。如甲状腺激素可促进人的新陈代谢,维持正常生长发育等作用。③自身调节,是器官、组织或细胞不依赖于神经和体液的调节而自身产生的适应性反应。如心肌收缩力量可随收缩前心室内的血量而发生适应性的变化。

(2) 答：反射是指在中枢神经系统的参与下，机体对刺激所作的适应性反应。如用0.5%硫酸溶液浸泡的滤纸片贴在脊蛙的后趾皮肤上，数秒钟后该腿屈曲。这种屈腿反射是在反射弧完整时才会实现。而反应则不一定在反射弧完整时出现，如用锌铜弓刺激坐骨神经腓肠肌标本引起腓肠肌收缩就属于反应而不是反射，这是因为中枢神经已被破坏，反射弧不完整了。

(3) 答：内环境稳态是细胞进行正常生命活动的必要条件。这是因为新陈代谢过程是复杂的酶促反应，而酶的活性是要求一定的理化条件。另外，组织细胞的生物电活动也需要在一定的离子浓度下才能维持正常。

第二章 细胞的基本功能

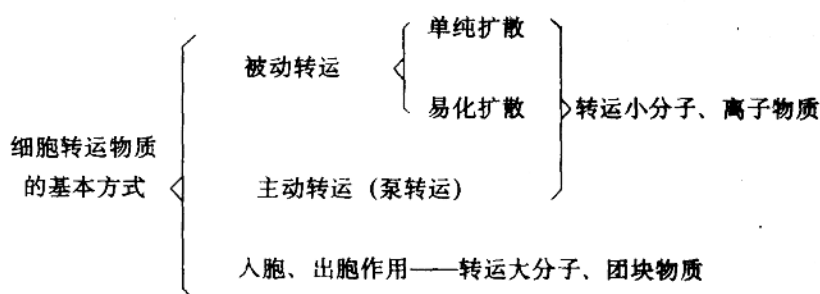
单元目标

1. 简述细胞膜对物质转运的形式及特点;
2. 概述静息电位和动作电位产生的原理, 动作电位的引起及传导特点;
3. 说出静息电位、极化、去极化、超极化、阈电位、兴奋-收缩偶联、受体、前负荷、后负荷的概念。

学习纲要

第一节 细胞膜的物质转运功能

细胞膜具有选择性转运物质的能力。



一、单纯扩散

脂溶性小分子物质由膜的高浓度一侧向低浓度一侧转运的过程。如 O_2 及 CO_2 的运输。

二、易化扩散

非脂溶性小分子物质, 在膜蛋白的帮助下, 从膜的高浓度一侧向低浓度一侧转运的过程。它分两类:

(一) 以载体为中介的易化扩散

载体蛋白在膜的一侧与某物质结合, 通过本身变构作用, 将其转运到膜的另一侧。其特点是: ①特异性。作为载体的膜蛋白和它所转运的物质具有高度的结构特异性。②饱和性。由于载体数量有限, 被转运的物质超过载体的最大结合能力时, 易化扩散的量不再增加; ③竞争性抑制。结构近似的物质可争夺占有同一种载体, 所以, 当一种物质浓度增加时, 另一种物质转运则将减少。

(二) 以通道为中介的易化扩散

通道的开放和关闭,受一定因素控制。由化学因素控制的通道,称为化学依赖性通道;由电位控制的通道,称电位依赖性通道。

在单纯扩散和易化扩散过程中,物质顺浓度梯度或电位梯度扩散,细胞本身不消耗能量,称为被动转运。

三、主动转运

细胞膜通过“泵”蛋白的作用,消耗能量,将小分子物质由膜的低浓度一侧向高浓度一侧的转运过程。

“泵”是指膜上镶嵌的特殊蛋白质。泵蛋白具有特异性,按其转运物质的种类分为“钠-钾泵、钙泵和碘泵等。其中知道较清楚的为钠-钾泵。钠-钾泵具有ATP酶的作用,当细胞外 K^+ 浓度增高或细胞内 Na^+ 浓度增高时被激活,故称为 Na^+-K^+ 依赖式ATP酶。此泵的作用是逆着电-化学梯度把 Na^+ 泵出膜外,把 K^+ 泵入膜内,维持细胞内外 Na^+ 、 K^+ 浓度的正常分布。

四、出胞作用和入胞作用

(一) 出胞作用

是将大分子和团块物质,由细胞内转运到细胞外的过程。如腺细胞的分泌,神经末梢递质的释放。

(二) 入胞作用

大分子和团块物质由细胞外转运到细胞内的过程。固体物质的入胞作用称为吞噬;液体物质的入胞作用称为吞饮。

入胞和出胞作用都是通过膜的结构和功能改变而实现的,是耗能过程。

第二节 细胞的受体功能

一、受体概念

受体是细胞膜或细胞内的一类特殊蛋白质,它们能选择性地与激素等化学物质相结合,产生一定的生理效应。

按照受体的分布,受体分为膜受体、胞浆受体、核受体。

二、受体的主要功能

- (1) 识别激素、神经递质等特异性化学物质,并与之结合。
- (2) 转发信息。

第三节 细胞的生物电现象

体内细胞的生命活动伴随的电现象,称为生物电。它包括细胞在安静时的静息电位与细胞受刺激后产生的动作电位。

一、静息电位及其产生机制

(一) 静息电位的概念

静息电位是指细胞在安静状态下,存在于细胞膜两侧的电位差。

体内所有细胞的静息电位都表现为膜内侧带负电,外侧带正电,这种状态称为极化状态。

去极化：以静息电位为准，膜内负电位向减小方向变化的状态。它代表细胞的兴奋。

超极化：膜内负电位向增大方向变化的状态。它代表细胞的抑制。

复极化：细胞兴奋后（去极化后）膜电位又恢复到极化状态。

（二）静息电位产生的机制

1. 生物电产生的前提

（1）细胞膜内外离子分布和浓度不同，膜外 Na^+ 、 Cl^- 、 Ca^{2+} 等大于膜内，而膜内 K^+ 、蛋白质负离子（ A^- ）大于膜外。

（2）细胞膜在静息或受刺激而兴奋时，对不同离子通透性不同：安静时对 K^+ 通透性高；兴奋时对 Na^+ 通透性高。对 A^- 无通透性。

2. 静息电位的产生过程

由于膜内外 K^+ 存在着浓度梯度，而且在静息状态下膜对 K^+ 又有较大通透性（膜上 K^+ 通道开放）， K^+ 便顺着浓度梯度向膜外扩散，膜内带负电荷的大分子 A^- ，因膜对其无通透性而被阻止在膜的內表面，这样造成了膜内外的电位差，即膜外为正，膜内为负。当促使 K^+ 外流的浓度梯度和阻止 K^+ 外流的电梯度的两种拮抗力量相等时， K^+ 的净外流停止，使膜内外的电位差保持在一个稳定状态。因此，静息电位主要是 K^+ 外流所形成的电—化学平衡电位。

二、动作电位及其产生机制

（一）动作电位概念

动作电位是指细胞兴奋时，在静息电位电位的基础上发生的扩布性电位变化。

动作电位可被描记成一个曲线，包括上升支（除极相）和下降支（复极相）。它是由细胞的除极和复极过程产生的。神经细胞的动作电位，除极、复极都非常迅速，表现为锋电位。

（二）动作电位产生的机制

1. 上升支（除极相）去极化过程

当细胞受刺激而兴奋时，膜对 Na^+ 通透性增大（ Na^+ 通道开放），对 K^+ 通透性减小，于是细胞外的 Na^+ 顺其电—化学梯度向膜内扩散，导致膜内负电位减小（去极化），直至膜内电位比膜外高，形成内正外负的反极化状态。当促使 Na^+ 内流的浓度梯度和阻止 Na^+ 内流的电位梯度这两种拮抗力量相等时， Na^+ 的净内流停止，形成除极相。因此，动作电位的上升支（除极相）相当于 Na^+ 内流所形成的电—化学平衡电位。

2. 下降支（复极相）复极过程

此时 Na^+ 通道关闭， K^+ 通道开放，细胞内 K^+ 迅速外流，形成膜内为负膜外为正，直至恢复到静息电位水平。

可兴奋细胞每发生一次动作电位，膜内 Na^+ 有所增多， K^+ 有所减少，此时， Na^+-K^+ 泵被激活而转运，把 Na^+ 泵出胞外， K^+ 泵入膜内，使它们重新恢复到静息电位时的水平。如此，才能维持细胞的兴奋性。

三、动作电位的引起

（一）动作电位的引起

1. 阈电位

细胞膜受刺激后，膜产生去极化，只要使膜内负电位降到阈电位时，就能引起动作电位。所以，阈电位就是引起动作电位的临界膜电位值。一般细胞的阈电位数值比它的静息电

位数值小 $10 \sim 20\text{mV}$ 。

2. 局部电位

当刺激强度低于阈值时，被刺激细胞虽不能产生扩布性的动作电位，但可使受刺激部位的细胞膜内电位减小，发生去极化，但达不到阈电位，这种电位称局部电位。局部电位的特点：①刺激越强，局部电位的幅度越大。②只停留在受刺激部位，不能远传。③局部电位可以总和，连续阈下刺激引起的局部电位总和起来，达到阈电位时，可引起动作电位。

(二) 动作电位的传导

细胞任何一处产生的动作电位，均可沿膜向两侧传导。其机制以局部电流学说解释。即已兴奋部位与未兴奋部位之间形成局部电流，局部电流流动结果，产生膜的去极化，当达阈电位时爆发动作电位。如此传导下去，使整个细胞兴奋。

第四节 骨骼肌的收缩功能

一、骨骼肌的收缩及其机制

(一) 骨骼肌的收缩过程

骨骼肌收缩的基本单位是肌小节，每一肌小节由粗肌丝和细肌丝组成。骨骼肌的收缩就是细肌丝向粗肌丝中间滑行，肌小节缩短的结果，而粗、细肌丝本身的长度均未缩短。

(二) 骨骼肌的兴奋-收缩偶联

肌细胞兴奋的电变化与骨骼肌收缩的机械变化衔接起来的中介过程，称骨骼肌的兴奋收缩偶联。其中三联管结构是偶联的结构基础； Ca^{2+} 是偶联的关键离子。

二、骨骼肌的收缩形式

骨骼肌收缩的负荷不同，收缩形式也不同。

前负荷：骨骼肌收缩之前所承受的负荷。在一定范围内前负荷越大，骨骼肌收缩前的长度（初长度）越长，收缩力越强。

后负荷：骨骼肌收缩之后所承受的负荷。它决定骨骼肌收缩的形式。

(1) 等长收缩：骨骼肌收缩开始时，张力增加，长度不变。

(2) 等张收缩：当骨骼肌收缩的张力大于后负荷时，长度缩短，张力不再增加。正常时骨骼肌收缩两者兼有，称混合性收缩。

根据骨骼肌接受刺激的频率不同，其收缩形又分为：

(1) 单收缩：骨骼肌受到单个刺激，收缩一次，称单收缩。

(2) 强直收缩：骨骼肌受到连续刺激时，各个单收缩融合起来，出现强而持久的收缩，称为强直收缩。

复习（考试）题及答案

复习（考试）题

一、解释名词

(1) 单纯扩散 (2) 易化扩散 (3) 主动转运 (4) 钠-钾泵 (5) 受体 (6)

静息电位 (7) 动作电位 (8) 兴奋-收缩偶联 (9) 去极化

二、填空题

- (1) 细胞膜常见的物质转运方式 ① ② ③ ④ 其中需要细胞本身耗能的是 ⑤
- (2) 受体是存在于 ① 的一类特殊分子,其主要功能是 ② 和 ③。
- (3) 易化扩散有两种类型 ① 和 ② 它们都属于 ③ 转运。
- (4) 载体转运的特点有 ① ② 和 ③。
- (5) 静息电位是由 ① 外流形成的电化学平衡电位。
- (6) 动作电位的传导是细胞的 ① 部位与 ② 部位之间产生 ③ 作用结果,其传导特点是 ④。
- (7) 细肌丝是由 ①、② 和 ③ 组成。
- (8) 横桥具有 ① 的性质,当它与细肌丝上的 ② 结合,其活性迅速增加。
- (9) 实验性地降低神经细胞外液的 Na^+ 浓度,将使细胞 ① 电位的幅度显著 ②。
- (10) 可兴奋组织发生兴奋反应和兴奋传导的标志是 ①。

三、判断题

- (1) 从生物电的角度讲,去极化代表细胞的兴奋,超极化代表细胞的抑制。
- (2) 神经冲动是指沿神经纤维膜传导的动作电位
- (3) 动作电位的上升支(除极相)是 Na^+ 内流所形成的电-化学平衡电位,此时膜内外 Na^+ 浓度相等。
- (4) 受体都是镶嵌在膜上的特殊蛋白质
- (5) 骨骼肌收缩时,其初长度越长,其收缩能力必然越大
- (6) 骨骼肌收缩时,细肌丝向粗肌丝内滑动肌丝本身的长度不变,肌小节缩短

四、单项选择题

- (1) 单纯扩散、易化扩散和主动转运的共同点是
A. 细胞本身都要消耗能量 B. 均由高浓度向低浓度侧转运 C. 需要膜蛋白质的帮助
D. 转运的物质都是小分子物质
- (2) 钠泵能逆浓度梯度转运 Na^+ 和 K^+ , 其转运方式是
A. 将 Na^+ 、 K^+ 转入细胞内 B. 将 Na^+ 、 K^+ 转出细胞外 C. 将 Na^+ 转出细胞外, K^+ 转入细胞内 D. 将 Na^+ 转入细胞内、 K^+ 转出细胞外
- (3) 神经纤维的跨膜电位从 +30mV 变为 -70mV 的过程,称为
A. 超极化 B. 去极化 C. 复极化 D. 反极化
- (4) 安静时细胞膜内 K^+ 向膜外移动是属于
A. 单纯扩散 B. 易化扩散 C. 出胞作用 D. 主动转运
- (5) 骨骼肌收缩和舒张的基本单位是
A. 肌原纤维 B. 肌小节 C. 收缩蛋白 D. 肌细胞
- (6) 张力不变,长度缩短的收缩形式为
A. 单收缩 B. 等长收缩 C. 等张收缩 D. 强直收缩
- (7) 骨骼肌兴奋-收缩偶联的关键离子是
A. K^+ B. Na^+ C. Ca^{2+} D. Mg^{2+}

五、多项选择题

- (1) 依靠单纯扩散通过细胞膜的物质有