

全国各类成人高等学校招生 复习考试指南

——“3+1”考试专业基础课

国家医学考试中心 编

医学综合
(专科层次)

中国协和医科大学出版社

前 言

为适应医学教育改革发展的需要,促进医科类成人高等教育质量的提高,不断加强专业卫生人员的整体素质,教育部决定从2003年起,将原成人高校招生高中起点升专科的“3+2”考试设置形式调整为“3+1”,即三门统考课和一门专业课;三门统考课为《语文》、《数学》、《外语》,一门专业课更改为《医学综合》(包括生理、病理、内科诊断学、外科总论等四门)。教育部高校学生司和卫生部科技教育司共同编写了《医学综合考试大纲》。新《大纲》更注重考察考生对基础知识的把握以及解决实际问题的能力,同时充分体现了成人高等医学教育的特点。在新《大纲》中还对复习考试的内容、试卷结构、题型等进行了详细的规定。

为使广大考生尽快熟悉、掌握新的考试内容,国家医学考试中心组织专家编写了这本《指南》,作为考生复习参考用书和辅导班的教材。

本《指南》在上一版《指南》的基础上进行了修改,在编写过程中紧扣新《大纲》的要求,力求精练简洁,内容上既保持了本学科的系统性、完整性和科学性,又做到了基本理论、基本技能和临床实践能力的有机结合,充分体现了考试与测量目标的一致性,力求使考生在较短时间内通过系统复习,达到事半功倍的效果。

参加上一版《指南》编写的人员是:

马 玲 王 杉 文志斌 任光圆 刘汉明 吕衡发 张懋贞 李义祥
李学奇 李俊成 陈光忠 孟 磊 姜文华 姜春玲 梅 林 程振华

借此机会我们也对编写上一版《指南》的专家对我中心的工作所作出的大力支持表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促,书中不妥之处恳请广大读者批评指正。

2002年10月

目 录

第一部分 生理学

第一章 绪论 (1)	第四节 吸收 (45)
第一节 生命的基本特征..... (1)	第五节 消化器官活动的调
第二节 机体与环境..... (2)	节..... (46)
第三节 机体的功能调节..... (3)	第六节 大肠的功能及排便
第二章 细胞的基本功能 (6)	反射..... (47)
第一节 细胞膜对物质的转	第七章 能量代谢和体温 (49)
运形式..... (6)	第一节 能量代谢..... (49)
第二节 细胞的生物电现象..... (8)	第二节 体温..... (50)
第三节 骨骼肌细胞的收缩	第八章 肾脏生理 (53)
功能..... (10)	第一节 概述..... (53)
第三章 血液 (13)	第二节 尿生成过程..... (55)
第一节 概述..... (13)	第三节 影响和调节尿生成
第二节 血细胞..... (15)	的因素..... (57)
第三节 生理止血..... (18)	第四节 排尿反射..... (59)
第四节 ABO 血型与输血 (20)	第九章 神经系统 (60)
第四章 血液循环 (23)	第一节 神经纤维..... (60)
第一节 心脏生理..... (23)	第二节 突触..... (60)
第二节 血管生理..... (28)	第三节 神经系统的感觉功
第三节 心血管活动的调节..... (31)	能..... (62)
第四节 器官循环..... (33)	第四节 神经系统对躯体运
第五章 呼吸 (34)	动的调节..... (63)
第一节 概述..... (34)	第五节 自主神经对内脏活
第二节 肺通气..... (34)	动的调节..... (65)
第三节 肺换气与血液气体	第六节 脑的高级功能和脑
运输..... (37)	电图..... (67)
第四节 呼吸运动调节..... (39)	第十章 感觉器官 (69)
第六章 消化和吸收 (42)	第十一章 内分泌 (72)
第一节 概述..... (42)	第一节 概述..... (72)
第二节 机械性消化..... (42)	第二节 下丘脑与垂体..... (73)
第三节 化学性消化..... (43)	第三节 甲状腺..... (74)

第四节	肾上腺·····	(76)
第五节	胰岛·····	(78)
第六节	甲状旁腺和甲状腺 C 细胞·····	(79)
第十二章	生殖·····	(80)

第一节	男性生殖生理·····	(80)
第二节	女性生殖生理·····	(81)
第三节	胎盘分泌的主要激 素·····	(82)

第二部分 病理学

第一章	绪论·····	(84)
第二章	组织、细胞的损伤、修 复和适应·····	(86)
第一节	组织的损伤·····	(86)
第二节	组织损伤的修复·····	(88)
第三节	组织的适应性改变·····	(89)
第三章	局部血液循环障碍·····	(91)
第一节	充血·····	(91)
第二节	血栓形成·····	(92)
第三节	栓塞·····	(94)
第四节	梗死·····	(94)
第四章	炎症·····	(96)
第一节	概述·····	(96)
第二节	基本病理变化·····	(96)
第三节	组织学类型·····	(97)
第五章	肿瘤·····	(100)
第一节	概述·····	(100)
第二节	肿瘤的生物行为·····	(100)
第三节	肿瘤的命名和分类·····	(102)

第六章	心血管系统疾病·····	(104)
第一节	动脉粥样硬化·····	(104)
第二节	原发性高血压病·····	(105)
第三节	风湿病·····	(107)
第七章	呼吸系统疾病·····	(109)
第一节	慢性支气管炎及肺 气肿·····	(109)
第二节	大叶性肺炎·····	(110)
第三节	小叶性肺炎·····	(111)
第四节	结核病·····	(112)
第八章	消化系统疾病·····	(114)
第一节	消化性溃疡·····	(114)
第二节	病毒性肝炎·····	(114)
第三节	肝硬化·····	(116)
第四节	原发性肝癌·····	(117)
第九章	泌尿系统疾病·····	(118)
第一节	肾小球肾炎·····	(118)
第二节	慢性肾盂肾炎·····	(119)

第三部分 诊断学基础

第一章	绪论·····	(120)
第二章	常见症状·····	(123)
第一节	发热·····	(123)
第二节	疼痛·····	(126)
第三节	咳嗽与咳痰·····	(131)
第四节	咯血·····	(132)
第五节	呼吸困难·····	(134)

第六节	发绀·····	(136)
第七节	水肿·····	(138)
第八节	腹泻·····	(140)
第九节	呕血与便血·····	(142)
第十节	黄疸·····	(144)
第十一节	昏迷·····	(147)
第三章	问诊·····	(150)

第四章 体格检查	(154)
第一节 体格检查的基本方法.....	(154)
第二节 一般检查.....	(158)
第三节 头部检查.....	(169)
第四节 颈部检查.....	(172)
第五节 胸部检查.....	(174)
第六节 腹部检查.....	(192)
第七节 肛门、直肠、外生殖器.....	(205)
第八节 脊柱和四肢检查.....	(206)
第九节 神经系统检查.....	(208)
第五章 实验室检查	(214)
第一节 血液检查.....	(214)
第二节 尿液检查.....	(217)
第三节 粪便检查.....	(219)
第六章 心电图检查	(220)
第一节 心电图的基础知识.....	(220)

第二节 异常心电图.....	(222)
第七章 X线检查	(225)
第一节 X线检查方法.....	(225)
第二节 正常肺部X线表现 ...	(226)
第三节 胸部疾病基本X线表现.....	(226)
第八章 超声检查	(229)
第一节 超声诊断原理.....	(229)
第二节 超声检查的主要用途.....	(230)
第九章 诊断的步骤及思维方法	(231)
第一节 诊断步骤和思维方法.....	(231)
第二节 诊断原则、方法及内容.....	(231)
第十章 内科常用诊疗技术	(233)

第四部分 外科总论

第一章 绪论	(236)
第一节 外科学的概念和研究范畴.....	(236)
第二节 外科学的发展简史.....	(237)
第三节 我国外科的发展和成就.....	(238)
第四节 怎样学习外科学.....	(238)
第二章 外科无菌术	(241)
第一节 概述.....	(241)
第二节 手术器械、物品的灭菌和消毒.....	(242)
第三节 外源性感染的预防.....	(243)
第三章 体液失衡与补液	(247)
第一节 体液平衡.....	(247)
第二节 体液代谢失调.....	(250)
第三节 补液.....	(255)
第四章 输血	(259)

第一节 同种输血.....	(259)
第二节 自体输血.....	(263)
第三节 血液成分制品和血浆增量剂.....	(264)
第五章 休克	(267)
第一节 概述.....	(267)
第二节 外科常见的休克.....	(270)
第六章 多器官功能不全综合征	(277)
第一节 概述.....	(277)
第二节 急性肾衰竭.....	(279)
第三节 急性呼吸窘迫综合征.....	(282)
第七章 复苏	(284)
第一节 心跳呼吸骤停.....	(284)
第二节 心肺脑复苏法.....	(285)
第八章 围手术期处理	(289)
第一节 概念.....	(289)

第二节	手术前准备·····	(289)	第三节	全身炎症反应综合征·····	(301)
第三节	手术后处理·····	(291)	第四节	特异性感染·····	(303)
第九章	外科营养·····	(294)	第十一章	损伤·····	(306)
第一节	概述·····	(294)	第一节	软组织损伤·····	(306)
第二节	外科病人的营养支持·····	(295)	第二节	烧伤·····	(308)
第十章	外科感染·····	(297)	第三节	毒蛇咬伤·····	(311)
第一节	概述·····	(297)	第十二章	肿瘤·····	(313)
第二节	常见软组织急性化脓性感染·····	(300)	第一节	概述·····	(313)
			第二节	常见体表肿瘤与肿块·····	(319)

第一部分 生理学

第一章 绪 论

第一节 生命的基本特征

复习要求

重点内容 新陈代谢的概念（包括合成代谢与分解代谢）。兴奋与兴奋性的概念。刺激与反应的概念，反应形式（兴奋与抑制）。

复习内容

生理学是研究生物体（机体）正常生命活动规律的科学，它从分子、细胞、组织、器官和整体水平对其活动规律进行研究，但机体的生命活动，是由各个器官系统的功能活动相互协调形成一个统一的整体体现出来，而整个机体生命活动的协调与统一是通过体内调节系统来实现的。

生命活动的基本特征是新陈代谢和兴奋性。

一、新陈代谢

在适宜的环境中，生物体总是在不断地重建自身的特殊结构；同时也在不断地破坏自身衰老的组织结构。也就是说，机体与环境之间总是进行着物质交换和能量交换。一方面，从环境中摄取各种营养物质，经过改造或转化，以提供重建自身结构所需要的原料和能量，这个过程称之为合成代谢，或称同化作用；另一方面，机体也在不断地把自身衰老的组织结构加以破坏和分解，并将其排出体外，这个过程称之为分解代谢，或称异化作用。在物质代谢的同时，始终伴随着能量的代谢，即合成代谢中需要吸收能量；而分解代谢中则有能量的释放或转化。释放的能量，除用于合成代谢的需要外，还为机体各组织、器官活动提供能量，或以热能的形式散发于周围环境。机体与环境之间不断地进行物质交换和能量交换，以实现自我更新、自我完善的过程，称之为新陈代谢。新陈代谢是一切机体的最基本特征，机体的一切功能活动，都是在新陈代谢的基础上实现的，新陈代谢一旦停止，生命也将终止。

二、兴奋性

(一) 刺激与反应 当机体所处的生活环境发生变化时, 机体具有相应的反应能力, 以适应环境的变化。生理学上把能引起机体作出反应的各种体内和体外环境的变化, 统称为刺激; 而把机体组织、细胞在受到刺激后所发生的一切变化, 称为反应 (细胞代谢变化、腺体的分泌活动、肌肉张力或长度的变化、神经冲动的形成和传导等)。而把受到刺激时能较迅速发生电反应的组织, 称为可兴奋组织, 如神经、肌肉、腺体等。显然, 可兴奋组织的一切反应都是由刺激引起的。刺激引起的反应有两种表现形式: 一种反应是由原来的相对静止状态变为活动状态, 生理学把这种活动的产生或活动加强的状态, 称为兴奋; 另一种反应, 是由原来的活动状态变为相对静止状态, 或由原来较强的活动变为较弱的活动状态, 这种活动停止或减弱的状态, 称为抑制。

(二) 兴奋性的概念 兴奋性是指可兴奋组织或细胞对刺激产生兴奋的能力或特性。不同组织对刺激引起的反应形式亦有所不同, 如肌细胞接受刺激后产生收缩活动, 腺体接受刺激后产生分泌活动, 神经细胞接受刺激后可产生动作电位。因此, 也可把组织细胞接受刺激后产生动作电位的能力或特性, 称为兴奋性。兴奋性是一切机体生存的必要条件, 故也是生命活动的基本特征。

不同的组织、细胞其兴奋性不同。所谓兴奋性的高低, 指的是兴奋产生的难易程度, 兴奋性高的组织、细胞, 在接受刺激后较易产生兴奋; 兴奋性低的组织、细胞则需较强的刺激才能产生兴奋。需要指出的是, 即使同一组织细胞, 由于所处的功能状态不同, 其兴奋性高低也有所差异。

(三) 兴奋性与阈值的关系 衡量兴奋性高低, 可以用刺激强度做指标, 引起组织产生兴奋的最小刺激强度, 或者说, 刚刚足以引起组织细胞去极化达到某个临界值而引发动作电位的最小刺激强度, 称为阈强度或刺激阈、阈值。某组织或细胞产生兴奋所需要的阈值低, 说明该组织或细胞的兴奋性高, 如果某组织或细胞产生兴奋所需要的阈值高, 则说明该组织或细胞的兴奋性低。显然, 兴奋性与阈值之间存在着反变关系, 即: $\text{兴奋性} \propto 1/\text{阈值}$ 。凡是刺激强度等于阈值的刺激称为阈刺激; 高于阈值的刺激, 称为阈上刺激; 低于阈值的刺激, 称为阈下刺激。

第二节 机体与环境

复习要求

重点内容 内环境和稳态的概念及生理意义。

非重点内容 体液、细胞内液与细胞外液的概念。

复习内容

一、体液、细胞内液与细胞外液的概念

人体内含大量水分, 约占体重的 60% (成人), 体内的水分及溶解于其中的溶质, 总

称为体液。体液遍布于细胞内、外。分布于细胞内者，称为细胞内液，约占体重的 40%；分布于细胞外者，称为细胞外液（包括血液中的血浆、细胞间液、淋巴液、脑脊液、房水等），约为体重的 20%。细胞外液中 1/5 为血浆，4/5 为组织液。

二、内环境的概念

机体所处的生存环境，通常称为外环境。人体内的细胞，绝大多数不与外环境直接接触，而是浸浴在细胞外液之中。细胞在进行新陈代谢、自我更新过程中，就是与细胞外液直接进行物质交换和能量交换的，如血细胞与血浆进行物质和能量交换；各种组织细胞与组织液进行物质和能量交换。细胞所处的生存环境称之为内环境，因此，内环境就是指细胞外液而言。

三、稳态的概念

内环境所起的主要作用是：①为细胞提供必需的理化条件，确保各种酶促反应和生理功能的正常进行；②为细胞提供必需的营养物质和氧气；③接受细胞的代谢产物并通过相应的途径（如肾脏、肺和皮肤等）将其排出体外，从而维持细胞正常代谢活动所必需的理化环境（如温度、pH、渗透压等）和各种物质浓度的相对恒定。而代谢活动本身，又经常造成内环境理化性质和各种物质浓度的变化。在正常情况下，通过神经和体液调节，实现和维持内环境理化因素的稳定，从而确保各器官系统功能活动处于相对恒定的状态。这种相对恒定的状态，称之为稳态。

稳态主要是指内环境的一种状态，它是一种可变的，但又是相对稳定的状态，即一方面是代谢过程使这个相对的稳定状态遭到破坏，另一方面又通过调节使这种平衡状态得以恢复。例如，氧和营养物质减少、二氧化碳和代谢产物增多、温度上升、pH 下降等因素可破坏稳态；在神经-体液的调节下，通过各器官系统的协调活动，稳态又可恢复。一旦器官系统的活动发生紊乱，稳态不能维持，新陈代谢不能正常进行，机体生存将受到威胁。

第三节 机体的功能调节

复习要求

重点内容 神经调节、体液调节的概念与特点。反射和反射弧的概念。负反馈的概念及生理意义。

非重点内容 自身调节的概念与特点。正反馈的概念及生理意义。

复习内容

机体各种细胞、组织和器官虽各有其不同的功能活动，但这些活动并不是彼此孤立和互不相关的，而是通过它们的特定结构方式，相互联系成为具有特定功能的统一整体；而且体内各组织、器官、系统的活动，随环境条件的变化而发生相应的变化，以实现机体与环境之间的统一。机体各组织、器官、系统之间功能活动的协调，以及它们与环境统一的生命活动是通过机体内完善的调节系统实现的。调节方式包括神经调节、体液调节和自身调节。在整

体条件下，这三种调节方式是相互配合，密切联系的，但又各有其特点。

一、神经调节

神经调节是指神经系统的活动通过神经纤维的联系对机体各组织、器官、系统所进行的调节。其基本调节方式是反射。所谓反射是指在中枢神经系统的参与下机体对刺激发生有规律的应答反应。反射活动的结构基础是反射弧，它由五个基本环节组成：感受器、传入神经、中枢、传出神经和效应器。感受器是接受刺激的特殊结构，能把来自内、外环境的刺激转变为生物电变化（生理学称为神经冲动）。传入神经将感受器的信息传入反射中枢，反射中枢对其冲动进行分析综合，产生新的神经冲动，通过传出神经至效应器。效应器是发生应答性反应的器官或组织，主要是骨骼肌和内脏器官。反射活动的完成有赖于反射弧的完整，反射弧中任何一个环节被破坏，反射活动即消失。如排尿反射的基本反射中枢在脊髓腰骶部，该中枢受损则不能排尿而出现尿潴留。反射按其形成条件和反射弧特点可分为非条件反射和条件反射。

非条件反射是生来就有的，为种族所共有，由遗传因素所决定，无需后天训练即可出现的反射，故这类反射的反射弧是固定的，且终生不变。如上述的排尿反射、角膜受刺激时所发生的角膜反射、食物入口引起的唾液分泌反射等，均属非条件反射；条件反射则是人体出生后在生存环境中逐渐形成的反射，或在一定条件下，经过特殊训练形成的反射。这种反射是在非条件反射基础上形成的，因此，它是后天获得的。这类反射具有可塑性大、反应灵活、有预见性、需要高级中枢（如大脑皮层）参与等特点。例如当人们看到食物的外形和颜色或嗅到食物的气味时，就会引起唾液分泌；人们在街上行走，当听见汽车的喇叭声时，就会下意识地躲避等。条件反射的生物学意义，是大大增强了人和高等动物对环境的适应能力。

神经调节，是机体功能的主要调节方式，它具有反应速度快，作用时间短、作用部位准确等特点。

二、体液调节

指机体某些细胞产生某些特殊的化学物质（如激素）以及新陈代谢过程中产生的某些产物（如 CO_2 、腺苷），借助于体液途径（如血液循环、组织液等），对机体各系统、器官、组织和细胞的功能实现调节。激素是由内分泌腺或内分泌细胞分泌的具有特殊生物活性的化学物质。接受激素作用的器官、组织、细胞称为靶器官、靶组织和靶细胞。靠血液运输，作用于远隔部位的激素称为全身性激素，如肾上腺髓质分泌的肾上腺素，经血液循环送到心脏，使心跳加快加强；通过内分泌细胞分泌，经周围的组织液运转运，以扩散形式到达附近的靶细胞对其发挥作用的激素，称为局部性激素，如组胺等。

体液调节的特点为反应速度较慢，不够精确，但作用广泛而持久。

在完整机体内，神经调节与体液调节是相辅相成的。但就整个机体的调节作用来看，神经调节在多数情况下处于主导地位，神经系统同全身各系统、器官有广泛而又直接的联系，而且多数内分泌腺也直接或间接地受神经系统的调节，所以体液调节常可看作反射弧传出途径中的一个中间环节或辅助部分而发挥作用，形成“神经-体液调节”。

三、自身调节

所谓自身调节是指器官、组织和细胞在环境变化时不依赖于神经或体液因素调节，而由自身对刺激产生的适应性反应。它调节的范围只限于该器官和组织的功能状态，属局部性调

节。例如，心室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，根据收缩之前心室腔的血流量而作适应性的变化，即在一定范围内心室开始收缩之前室内血流量越多，室壁受牵张的程度就越大，心肌收缩产生的力量也就越强。

自身调节的主要特点：常局限于一个器官或一小部分组织内，影响范围和反应强度较小，对刺激的敏感性也较低，但对该器官组织的生理功能仍有一定的调节意义。

四、生命活动的自动控制

上述三种基本的调节方式，把许多不同的生理反应统一起来，组成完整、互相配合的生理过程，使机体内部保持相对稳定并与环境取得平衡。人体功能的调节方式和原理与工程学中自动控制系统的原理十分相似，因此被认为是闭合的自动控制系统。

自动控制系统的基本特点，是控制部分与受控制部分之间存在着往、返的双向联系，由控制部分送到受控制部分的信息称控制信息；由受控制部分送回到控制部分的信息称“反馈”信息。反射中枢和内分泌腺可看作控制部分，神经纤维所支配的组织器官或内分泌腺分泌的激素所作用的靶器官可看作被控制部分。反射中枢和内分泌腺，通过本身产生的信息（前者为神经冲动，后者为激素）调节效应器的功能状态，效应器自身功能状态的变化也同是一种信息，可以通过一定途径返回至反射中枢或内分泌腺，使反射中枢或内分泌腺的功能状态也受到相应的调节。这种由受控部分（效应器）向控制部分发送的反馈信息，对其功能进行调节，称之为反馈调节。

按反馈信息的作用性质，可分为正反馈和负反馈两类。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相反效应转化（兴奋→抑制或抑制→兴奋），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性质的相对稳定起着重要的调节作用。例如，调节血压的压力感受性反射，就是负反馈。当动脉血压在一定范围内突然升高时，反射的结果是血压回降；而当动脉血压降低时，反射的结果是血压回升，以维持血压的相对恒定。正反馈是指反馈信息使控制系统的作用不断加强，直到发挥最大效应。例如排尿过程，膀胱逼尿肌收缩，尿液流经尿道时，刺激尿道感受器，使排尿中枢活动加强，膀胱逼尿肌收缩更加强，尿液排出增加，又使尿道感受器进一步感受刺激，从而通过中枢作用，使逼尿肌进一步收缩，直到尿液排空为止。正反馈调节，是使生理过程不断加强，直到最终完成生理功能为止，如排便、排尿、射精、分娩、血液凝固等都属于正反馈。

第二章 细胞的基本功能

第一节 细胞膜对物质的转运形式

复习要求

重点内容 易化扩散（通道易化扩散与载体易化扩散）的概念、特点。主动转运（ $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 泵）的概念及其意义。被动转运与主动转运的区别。

非重点内容 单纯扩散。入胞与出胞作用的概念。

复习内容

一、细胞膜的基本结构

电子显微镜的观察发现，细胞膜由三层结构组成，即膜的内、外两层为电子致密带，中间夹有一条透明带。这种结构不仅见于各种细胞的细胞膜，亦见于各种细胞器的膜性结构，如线粒体膜、内质网膜、溶酶体膜、高尔基复合体膜等。因此，这种三层结构形式的膜被认为是细胞中普遍存在的一种结构，称为单位膜。

对各种膜性结构的化学分析表明，膜主要由脂质、蛋白质和糖类物质组成，目前认为这三种物质的排列形式是以液态的脂质双分子层为基架，其中镶嵌着各种具有不同生理功能的蛋白质，此即为液态镶嵌模型假说。

二、细胞膜对物质的转运形式

细胞膜对物质的转运形式有：单纯扩散、易化扩散、主动转运、胞吞作用（又称入胞作用）、胞吐作用（又称出胞作用）；从细胞是否主动提供能量的角度看可分两类：被动转运和主动转运。

（一）单纯扩散 扩散是指两种不同浓度的同一溶液相邻放在一起，高浓度区溶质分子有向低浓度区净移动的现象。物质分子移动的多少可用通量表示。通量是指某种物质在每秒内通过每平方厘米的摩尔分子数（或毫摩尔分子数）。扩散通量与所观察的平面两侧的溶质分子的浓度差成正比。如果是电解质溶液，离子的扩散通量不仅取决于离子的浓度差，还与两区域间的电位差有关。

通过单纯扩散转运的物质主要是一些分子量小的脂溶性物质（ O_2 、 CO_2 ），由膜的高浓度一侧向低浓度一侧的移动过程。跨膜扩散的量取决于膜两侧的物质浓度差和膜的通透性。浓度梯度越大，扩散的量也越大。通透性，是指膜对某物质通过的难易程度，膜对物质的通透性大，表示单位时间内，某物质的跨膜扩散量大。

单纯扩散的特点是：①属被动转运，所谓被动转运是指物质顺电 - 化学梯度，不消耗能

量 (ATP) 而通过细胞膜的转运过程; ②主要转运一些脂溶性的小分子物质。

(二) 易化扩散 指某些非脂溶性或脂溶性较小的物质 (如葡萄糖、无机盐), 在膜上的载体蛋白和通道蛋白的“帮助”下, 由膜的高浓度一侧向低浓度一侧扩散的过程。通过蛋白质的作用, 一般是使该物质转运加速, 故称为易化扩散。借助于载体蛋白的扩散过程称载体易化扩散; 借助于通道蛋白的扩散过程称通道易化扩散。

载体易化扩散具有以下特点: ①特异性高, 即每一种载体蛋白和它所转运的物质之间具有高度的结构特异性; ②饱和现象, 由于膜上有关载体数量或载体上能与被转运的物质结合的位点数目有限, 当溶质浓度足够高时, 其载体位点都被结合, 此时即使再增加被转运物质的浓度, 也不能使转运量增加; ③竞争性抑制, 某种载体对甲乙两种结构相似的物质都有转运作用, 当增加甲物质浓度时, 载体上的结合位点可被甲物质所占据, 结果减弱了载体对乙物质的转运。

通道易化扩散是转运离子的一种形式, 按转运离子的不同分为钠通道、钾通道、钙通道、氯通道等, 其转运特点是: ①有一定的特异性, 即某一通道只允许特定的离子通过, 对其具有一定的通透性; ②无饱和现象; ③各种离子通道可被特异性阻断剂阻断, 如河鲀毒素 (又称河豚毒素, TTX) 可阻断 Na^+ 通道, 四乙铵可阻断 K^+ 通道, 异搏定可阻断 Ca^{2+} 通道; ④通道有“开放”和“关闭”两种不同功能状态, 当通道开放时, 允许相应的离子迅速通过, 而通道关闭时, 则不允许离子通过。通道的“开放”或“关闭”受膜两侧的电位差或某些特殊化学信号的控制。受电位差控制开闭的通道称电压门控通道; 受化学信号控制开闭的通道称化学门控通道。

(三) 主动转运 指细胞膜将物质分子或离子逆浓度差或逆电位差的转运过程。该过程突出的特点是: 逆浓度差和逆电位差转运, 并需要消耗能量。能量来源于细胞的物质代谢, 因此, 任何可能影响细胞代谢的因素, 都能影响主动转运过程。主动转运主要依赖于离子泵来完成。离子泵是膜上的一种特殊蛋白质, 它具有 ATP 酶的活性, 可分解 ATP, 使之释放能量, 并利用其能量进行离子转运。按其转运离子的种类可分为钠-钾泵、氢泵、碘泵、钙泵、镁泵、氯泵等。例如钠-钾泵 (又称钠泵) 是一种钠-钾依赖性 ATP 酶, 当细胞内 Na^+ 浓度增高或细胞外 K^+ 浓度增高时便激活此酶, 分解 ATP, 从中取得能量, 以逆浓度差转运钠、钾离子。据测定, 一般每分解一个 ATP 分子所释放的能量可以从细胞内泵出 3 个 Na^+ 至胞外, 同时从细胞外泵入 2 个 K^+ 至胞内。

钠-钾泵的生理意义: ①造成细胞内外 Na^+ 、 K^+ 的不均匀分布 (胞内高 K^+ , 胞外高 Na^+), 是 Na^+ 、 K^+ 顺浓度差和电位差转运的基础, 也是可兴奋组织、细胞具有兴奋性和生物电现象的基础; ②它能逆浓度差和逆电位差转运物质, 因而建立起一种势能贮备; ③它能阻止细胞外 Na^+ 以及与之相伴随的水进入细胞, 这对防止细胞水肿, 维持细胞正常体积有一定的意义。

(四) 胞吐作用 又称出胞作用, 指细胞通过多种复杂结构的变化, 使细胞内一些大分子物质或团块物质从胞内排出到胞外的过程, 如内分泌细胞分泌激素, 神经细胞释放递质等。

(五) 胞吞作用 又称入胞作用, 指通过细胞膜的变形, 使胞外某些大分子或团块物质进入细胞内的过程。如果进入细胞内的物质为固体物质, 则称为吞噬, 如白细胞吞噬细菌; 如进入细胞内的物质为液体则称为胞吞 (又称吞饮)。

第二节 细胞的生物电现象

复习要求

重点内容 静息电位的概念、产生机制。极化与去极化的概念。阈刺激、阈电位与动作电位的概念，动作电位的产生机制及其意义。兴奋的引起与兴奋性的周期性变化。局部电位与动作电位的比较。

非重点内容 复极化和超极化的概念。阈上刺激与阈下刺激的概念。局部电位的概念。动作电位在同一细胞上的传导机制与特点。

复习内容

一、静息电位及其形成机制

(一) 静息电位的概念 细胞安静(未受刺激)时,存在于细胞膜两侧的电位差称为跨膜静息电位,简称静息电位。静息电位表现为膜内较膜外为负。如果规定膜外电位为0,则静息电位大都在 $-10 \sim -100\text{mV}$ 之间。这种膜外电位为正,膜内为负的现象称为极化状态。极化状态是细胞处于静息状态的标志。在极化状态的基础上,若膜内电位的绝对值增加的现象称为超极化;若膜内电位的绝对值减小的现象称为去极化;若膜内电位由负转为正,膜外电位由正转为负的状态,称为反极化状态。去极化状态,表示细胞处于兴奋过程;超极化状态,表示细胞处于抑制过程。细胞去极化后向原来的极化状态恢复的过程,称复极化(复极)。

(二) 静息电位形成的机制 生理情况下,细胞内外的各种正负离子浓度是不相等的,例如细胞内的 K^+ 浓度比细胞外高20~40倍,而膜外 Na^+ 浓度比膜内高7~20倍,膜外的负离子以 Cl^- 为主,细胞外比细胞内高30倍,而细胞内绝大部分负离子是分子量较大的带负电荷的蛋白质分子(A^-)。

细胞膜在不同状态下,对不同的离子有选择性的通透性。在静息状态下,膜对 K^+ 通透性较大,而对 Na^+ 的通透性较小,对其他离子,特别是 A^- 无通透性,由于膜内 K^+ 浓度高于膜外,因而胞内的 K^+ 便顺着浓度差通过 K^+ 通道从胞内向胞外扩散。当 K^+ 向膜外扩散时,胞内主要带负电的蛋白质分子因不能透出细胞膜,而被阻止在细胞内,致使膜外正电荷增多,表现为正电位;膜内负电荷相对增多,表现为负电位。这样,膜内、外的离子流,便形成一个电位差,有排斥 K^+ 继续外流的作用,在胞内的 A^- 也有牵制 K^+ 外流的作用,当促使 K^+ 外流的浓度差和阻止 K^+ 外流的电位差这两种拮抗力量达到平衡时,使膜内外电位差保持在一个稳定状态,此时的电位差,就是静息电位。因此,静息电位是 K^+ 外流所形成的一种电-化学平衡电位(E_{K^+})。

二、动作电位及其形成机制

(一) 动作电位的概念 可兴奋细胞受到阈刺激或阈上刺激时,在静息电位的基础上,暴发一次迅速而又可传播的电位,这种电位称之为动作电位。如用细胞内微电极的记录方

法,将动作电位的全过程记录下来,可见每个动作电位包括一个陡直的上升相(去极过程),其幅度从 -70mV (或 -90mV)到 $+20\sim+30\text{mV}$ 。细胞膜内外的电位由原来的内负外正,变为内正外负的倒转现象。这样,整个膜内外电位变化的幅度可达 $90\sim120\text{mV}$,构成了动作电位变化曲线的上升支,或称去极相。但是由刺激所引起的这种膜内外电位倒转,只是暂时的,很快就出现膜内电位下降,由正值减小并发展到胞内出现刺激前原有的负电位状态。这就构成了动作电位曲线的下降支,亦称复极相。它一般在 $0.5\sim2.0\text{ms}$ 内完成,因此使动作电位的曲线呈尖峰状,故称之为锋电位。锋电位代表兴奋过程,是兴奋产生和传导的标志。

(二) 阈电位的概念与动作电位形成的机制 当细胞受到一定刺激时,膜对 Na^+ 通透性增加,而对 K^+ 通透性显著减弱甚至消失,这样细胞外的 Na^+ 顺浓度梯度流入细胞内,使膜内负电位逐渐减少,当膜内负电位减小到某一临界水平值时(通常神经或骨骼肌细胞的临界值为 -55mV 左右), Na^+ 通道全部开放。这一临界膜电位称为阈电位。钠通道一旦开放, Na^+ 顺化学浓度梯度差进入膜内,使膜内负电位迅速变小,乃至胞内由负电位转为正电位,产生极化倒转。与静息电位形成的机制相似,在 Na^+ 内流的同时,胞内形成 Na^+ 电场排斥力和胞外不能透过膜的负离子的吸引力,构成了妨碍 Na^+ 内流的阻力,直到促使 Na^+ 内流的浓度差和阻止 Na^+ 内流的电位差这两种拮抗力量达到平衡时, Na^+ 内流停止。这就是膜的去极化和反极化(动作电位的上升支)。显然,动作电位的去极相主要是 Na^+ 内流形成的平衡电位,故称 Na^+ 平衡电位;当细胞去极到一定值时细胞膜的钠通道很快关闭,此时膜对 K^+ 通透性增加,于是细胞内 K^+ 便顺其浓度梯度扩散到细胞外,导致膜内负电位迅速上升,直到恢复到静息值,这就是动作电位的复极相(降支)。

膜复极化结束后,膜内外的离子分布与静息状态有所不同,与静息时相比,膜内 Na^+ 有所增加,而 K^+ 有所减少,从而激活膜上 Na^+-K^+ ATP酶(Na^+-K^+ 泵),把进入胞内的 Na^+ 泵出胞外,同时把流出的 K^+ 泵进胞内,以恢复兴奋前细胞内外离子分布的浓度差。

(三) 动作电位在同一细胞上的传导机制与特点 细胞膜在任何一处接受刺激所引起的动作电位,都可沿着细胞膜向周围传播。其传导机制是基于局部电流学说:由于发生动作电位部位出现了反极化,跨膜电位是外负内正,而邻近未兴奋部位仍处于静息状态,跨膜电位仍是外正内负,而细胞内液与细胞外液都是导电的,于是就在已兴奋部位和邻接的未兴奋部位之间产生局部电流,局部电流的流动方向,在细胞外液中是从未兴奋部位流向已兴奋部位;在细胞内液中是从已兴奋部位流向未兴奋部位。其结果,使未兴奋部位膜内电位升高,膜外电位降低,就是说产生了去极化,未兴奋部位的去极化,一旦达到阈电位,即可产生新的动作电位。这一新的动作电位又可作为刺激,依上述机制在未兴奋部位产生新的动作电位。依此类推,这样的过程在膜表面连续进行下去,就表现为动作电位在同一细胞上的传导。

动作电位的传导具有下列特点:①不衰减性,即动作电位的幅度不会因传导距离的增大而减小,这是因为在同一细胞的任何一处所产生的动作电位机制及影响动作电位幅度的因素都是相同的。这一特点保证了传导的准确性与可靠性;②双向性,即在细胞任何一处产生的动作电位都可与它两端未兴奋部位之间产生局部电流,而产生新的动作电位。

(四) 阈下刺激与局部电位 实验表明,一个阈下刺激虽不能使细胞膜电位达到阈电位,但也能引起该段膜中少量 Na^+ 通道的开放,在受刺激的膜局部出现一个较小的去极化反应,称为局部反应或局部兴奋。由 Na^+ 内流所引起的这种跨膜电位差,称局部电位。局部兴奋由

于强度较弱,且很快被外流的 K^+ 所抵消,因而不能引起再生性循环而发展成真正的兴奋或动作电位。

局部电位有以下基本特征:①不是“全或无”的,而是随着阈下刺激的增大而增大;②不能在膜上作远距离的传播,但可以使邻近的膜产生类似的去极化,这种去极化随距离加大而迅速减少以至消失。这个局部电位所波及的范围在一般神经细胞膜上约为数十及数百微米;③局部电位可以互相叠加,也就是说数个阈下刺激所产生的数个局部电位,在它们消失以前在同一部位或同一时间内总和起来,如果总和的结果达到阈电位,则可引发出一个动作电位。

(五) 细胞兴奋及兴奋性的变化 活的组织细胞接受一次刺激发生兴奋,它的兴奋性将发生一系列有次序的变化,然后恢复正常。我们可以用连续两次刺激作用于组织来测试这种变化。第一次为阈刺激引起组织兴奋,以此阈值作为该组织兴奋性的对照值,然后在第一次刺激后的不同时间内,在原先刺激的部位给予第二次刺激,这样就可以观察到第一次刺激引起组织细胞产生兴奋后,用第二次刺激来检测细胞兴奋后的不同时间内发生的兴奋性变化。实验结果显示,在组织细胞受到一次有效的刺激而发生兴奋后的短期内,第二次无论给予一个多么强大的刺激,都不能再次发生兴奋,这一段时间称为绝对不应期。绝对不应期之后的一段时间内,要用大于阈强度的刺激才能引起组织兴奋,这一时期称为相对不应期。在相对不应期后,先经历一段用低于阈强度的刺激也能引起兴奋的超常期,继而出现用高于阈强度的刺激才能兴奋的低常期。

上述各期的出现,反映出组织在接受一次有效刺激发生兴奋后所经历兴奋性变化的主要过程:在绝对不应期内,组织的兴奋性下降到零,故无论给予多么强大的刺激,也不能再产生兴奋;在相对不应期内,兴奋性逐渐恢复,但仍低于正常,故需要比正常强度还要大的刺激,才能引起组织兴奋;在超常期和低常期内,分别说明组织的兴奋性先是高于正常、继而又低于正常的变化过程。

第三节 骨骼肌细胞的收缩功能

复习要求

重点内容 神经-肌接头兴奋传递的过程及其临床意义。兴奋收缩偶联的概念与 Ca^{2+} 的关系。

非重点内容 肌肉收缩的形式(单收缩与复合收缩)。前、后负荷,等长收缩、等张收缩的概念。

复习内容

一、骨骼肌的细微结构

骨骼肌由大量的肌纤维组成。肌纤维的细胞质叫肌质又叫肌浆,其中充满了纵行平行排列的肌原纤维,每条肌原纤维又可分为许多段端端相续的肌小节,它是进行收缩和舒张的基

本功能单位，肌小节与肌小节的分界是横向的暗线（Z线），两个相邻的Z线间是一个肌小节。肌原纤维由粗肌丝与细肌丝构成；粗肌丝主要由肌球蛋白组成。细肌丝则主要由肌钙蛋白、原肌球蛋白、肌动蛋白组成。肌球蛋白与肌动蛋白可相互作用引起细肌丝向粗肌丝中线方向滑行，肌小节缩短，故二者称收缩蛋白。

肌质中还有大量复杂的肌管系统。肌管系统是由单位膜围成的小管，分为两种：一种是横管系统，即T管系统，肌膜上有许多排列整齐的开口，这是细胞膜向细胞内凹入形成的横小管的开口；另一种是纵管系统，即L管系统，亦称肌质网，走向与肌原纤维一致，因而称纵管，纵管存在于两个横管形成的环状细管之间，为许多互相吻合成网状的管状结构，从外面将肌小节包围起来，它的两端膨大成为终末池。一条横管两侧包围两个终末池形成所谓三联管的结构。终末池中含有大量 Ca^{2+} ，故称为 Ca^{2+} 库。

骨骼肌的兴奋和收缩受躯体传出神经（即运动神经）的支配。运动神经末梢与骨骼肌细胞相接触的部位，称神经-肌肉接头（神经-肌接头）。一般来说，每根神经纤维的分支与一根肌纤维在一处形成神经-肌接头。在电镜下，可见到运动神经纤维在到达神经末梢时先失去髓鞘，以裸露的轴突末梢嵌入到相应的肌细胞膜上，这部分肌细胞膜称为终板膜（接头后膜）。接头前神经末梢与终板膜之间有50nm左右的接头间隙。在轴突末梢的轴浆中，除了有许多线粒体外，还含有大量的囊泡，其中含有乙酰胆碱（ACh）。终板膜上存在ACh受体和大量的胆碱酯酶，ACh可与ACh受体（AChR）结合；胆碱酯酶可水解ACh，使其丧失与受体结合的能力。

二、神经-肌接头兴奋传递的过程及临床意义

神经-肌接头的兴奋传递过程：当神经冲动沿轴突传到神经末梢接头前膜时，发生去极化，轴突末梢膜上 Ca^{2+} 通道开放，细胞外液中的一部分 Ca^{2+} 移入膜内， Ca^{2+} 进而促使ACh囊泡向轴突膜内侧面靠近，并与轴突膜融合，将乙酰胆碱释放入神经-肌接头间隙，乙酰胆碱通过扩散到达终板膜，并与位于其中的乙酰胆碱受体结合，引起受体蛋白质分子构型的改变，结果使终板膜对 Na^+ 、 K^+ （以 Na^+ 为主）的通透性增加，出现 Na^+ 内流和 K^+ 外流，其总的结果是使终板膜处原有的静息电位减小，即出现终板膜的去极化。这种电位变化称为终板电位。终板电位也是一种局部电位，其大小与轴突膜释放的乙酰胆碱的量成比例，它以电紧张的形式扩布，它可总和，一旦达到阈电位水平，即可使肌膜暴发动作电位。接头前神经纤维的一次动作电位，可以使接头后的肌膜暴发一次动作电位。

神经-肌接头传递有以下特征：①单向传递，兴奋只能从接头前膜传向接头后膜，而不能逆传；②传递延搁，据测定，兴奋通过一个神经-肌肉接头需要0.5~1.0ms，这个时间远远超过兴奋在一个细胞上传导同样距离所需的时间；③易受环境因素变化的影响。

凡是能影响ACh的释放、 Ca^{2+} 通道的关闭、ACh与相应受体结合的因素，均可影响神经-肌肉接头兴奋的传递。例如箭毒能与接头后膜的ACh受体结合，竞争性阻断ACh的传递，从而引起肌肉松弛，故箭毒可作为临床手术的肌松剂。与此相反，临床上常见的有机磷中毒出现的肌肉痉挛，是由于有机磷能抑制胆碱酯酶，使ACh不能及时水解失活，在神经-肌肉接头处大量堆积所致。

三、肌肉收缩的概念及过程

（一）肌肉收缩的概念 肌肉收缩是指肌肉长度的缩短或肌肉张力的增加。

（二）肌肉收缩与舒张的过程 肌肉收缩并非是肌丝本身的长度缩短，而是由细肌丝向