

人体生理生化学

(試用教材)

昆明医学院

前 言

伟大领袖毛主席教导我们：“路线是个纲，纲举目张”。我院以党的基本路线为纲，深入开展批林批孔的群众运动，推动了教育革命的发展。我们遵照毛主席“教材要彻底改革”的指示，再次组织教师到三大革命运动第一线，接受工农兵的再教育，进行调查研究，征求工农兵和基层医务工作者的意见，并总结了过去编写教材的经验教训，为了便于工农兵学员自学，再次编写出《人体生理生化学》试用教材。由于我们学习马列和毛主席著作不够，路线斗争觉悟不高，实践经验少，编写时间仓促，因此，这份教材肯定还存在不少缺点和错误，恳切希望广大工农兵和兄弟院校的同志们批评、指正。

昆明医学院教育革命组

一九七四年六月

目 录

第一章 绪论	1	第四节 血量和血型	20
第一节 概述	1	一 血量.....	20
一 生理生化研究对象及 学习目的.....	1	二 血型.....	21
二 教学的指导思想.....	1	[Rh因子](参考).....	22
第二节 人体生命活动的基本特征 ...	2	第五节 血液的机能	23
一 新陈代谢.....	2	一 运输作用.....	23
二 兴奋与抑制.....	3	二 与机体正常兴奋性的保持有关	23
三 人体生命活动的特殊性——人 的阶级性和人的主观能动作用	3	三 防御机能.....	23
第二章 神经肌肉的特性及机能		第四章 循环系统	24
调节的概念	5	第一节 心脏的功能	24
第一节 神经肌肉的特性	5	一 心肌的生理特性.....	24
一 神经与肌肉的兴奋性.....	5	二 心动周期.....	26
二 神经兴奋的传导.....	6	三 心输出量.....	33
三 兴奋由神经向肌肉的传递.....	7	第二节 血管的功能	34
四 肌肉的收缩.....	8	一 动脉血压与脉搏.....	34
第二节 人体活动调节的基本概念 ...	8	二 器官血流量与循环时.....	39
一 神经调节.....	9	三 静脉血压与血流.....	40
二 体液调节.....	11	四 毛细血管的机能、组织液 和淋巴循环.....	41
第三章 血液	12	第三节 心血管活动的调节	44
第一节 机体的内环境	12	一 神经对心血管活动的调节.....	44
第二节 血液的组成及其机能	12	二 体液因素对心血管活动的影响	48
一 血液的化学组成.....	13	第四节 心、肺、脑的血液循环特点	49
二 血液的理化特性.....	14	一 冠状循环.....	49
三 红细胞.....	15	二 肺循环.....	50
四 白细胞.....	16	三 脑循环.....	50
五 血小板.....	17	第五章 呼吸系统	52
第三节 血液凝固	17	第一节 呼吸运动	52
一 血液凝固过程.....	18	一 呼吸运动.....	52
二 血液流动性的维持.....	18	二 肺内压与胸膜腔内压.....	53
[纤维蛋白溶解](参考).....	19	三 呼吸运动时肺容量的变化.....	54
三 影响血液凝固的因素 及其临床运用.....	19	第二节 气体交换	57
[出血时间和凝血时间](参考)	20	一 气体的分压和扩散.....	57
		二 各种呼吸气体的成分以及 血液中各种气体的含量.....	57

三 肺泡气与静脉血之间的气体交换, 以及动脉血与组织间的气体交换.....	58	一 蛋白质的化学结构.....	83
第三节 气体的运输.....	59	二 蛋白质的理化性质.....	84
一 氧的运输.....	60	三 蛋白质的分类.....	87
二 二氧化碳的运输.....	60	第三节 酶.....	88
第四节 呼吸运动的调节.....	61	一 酶的化学本质.....	89
一 呼吸中枢.....	61	二 酶作用的特异性.....	89
二 肺牵张反射.....	62	三 影响酶活性的因素.....	89
三 血液化学成分对呼吸运动的作用.....	62	四 酶与辅元.....	92
四 大脑皮层对呼吸机能的调节作用.....	63	五 酶的命名与分类 (参考).....	92
附: 参考资料一、人工呼吸.....	63	六 酶在医学上的应用.....	93
二、咳嗽.....	64	第四节 维生素.....	94
第六章 消化系统.....	65	一 脂溶性维生素.....	95
第一节 概述.....	65	二 水溶性维生素.....	96
一 消化和吸收的概念.....	65	第八章 物质的中间代谢.....	103
二 消化管平滑肌的生理特性.....	65	第一节 糖代谢.....	103
第二节 口腔内的消化.....	66	一 糖的生理功用.....	103
一 唾液.....	66	二 血糖及其调节.....	103
二 咀嚼和吞咽.....	66	三 糖的氧化分解.....	109
第三节 胃内的消化.....	67	第二节 脂类的代谢.....	113
一 胃的机械性消化.....	68	一 脂肪的生理功用.....	113
二 胃的化学性消化——胃液的成分和作用.....	69	二 脂肪的代谢.....	114
第四节 小肠内的消化和吸收.....	70	三 酮体的生成与代谢的转变... 酮体的危害与纠正原则(参考).....	116 120
一 小肠内的机械性消化.....	70	四 磷脂的生理功用与代谢.....	120
二 小肠内的化学性消化.....	71	五 胆固醇的代谢.....	122
三 小肠的吸收作用.....	73	六 血脂和脂肪代谢的调节.....	124
第五节 大肠的功能.....	75	第三节 蛋白质代谢.....	125
一 大肠内的消化和吸收.....	75	一 蛋白质的重要生理功能.....	125
二 粪便的形成与排便.....	75	二 氮的动态平衡(氮平衡).....	126
第六节 消化系统活动的调节.....	76	三 组织蛋白质的合成与分解.....	127
一 神经调节.....	77	四 氨基酸的一般代谢途径.....	127
二 体液因素的调节.....	78	五 个别重要氨基酸的特殊 代谢 (参考).....	133
三 消化系统机能的完整性.....	80	六 蛋白质代谢的调节.....	135
第七章 物质代谢概述及生物活性物质	81	第四节 糖、脂肪及蛋白质代谢的 互相关系.....	136
第一节 物质代谢概述.....	81	一 糖代谢与脂肪代谢间的互相 联系和转化.....	136
第二节 蛋白质.....	82	二 糖代谢与蛋白质代谢间的互 相联系和转化.....	136

三 脂肪代谢和蛋白质代谢间的互相联系和转化.....	136
第五节 核酸代谢及其在生物体内的重要作用.....	137
一 核酸的化学组成.....	137
二 核苷.....	139
三 核苷酸.....	139
四 核酸的结构.....	141
五 核酸的生物学作用.....	143
六 核酸的合成与分解代谢.....	145
七 核酸代谢与肿瘤的关系(参考).....	147
第六节 血红蛋白的代谢.....	148
一 血红蛋白的生物合成.....	149
二 血红蛋白的分解代谢.....	149
三 胆色素的代谢.....	149
第九章 肝脏的生化机能.....	153
第一节 肝脏的结构和组成与代谢的关系.....	153
第二节 肝脏在物质代谢中的作用.....	153
一 肝脏在蛋白质代谢中的作用.....	153
二 肝脏在脂类代谢中的作用.....	154
三 肝脏在糖代谢中的作用.....	155
四 肝脏在激素代谢中的作用.....	155
五 肝脏在维生素代谢中的作用.....	156
第三节 肝脏的解毒功能.....	156
第四节 常用的肝功能试验.....	157
一 常用的肝功能试验及其临床意义.....	157
二 肝功能试验的选择以及如何正确对待肝功能试验.....	158
第十章 能量代谢与体温的调节.....	160
第一节 能量代谢.....	160
一 能量代谢的概念.....	160
二 生物氧化.....	160
三 人体对能量的需要量.....	163
第二节 体温调节.....	165
一 体温及其正常变动.....	165
二 机体的产热过程和散热过程.....	165
三 体温的调节.....	167

第十一章 水与无机盐的代谢及酸碱平衡.....	168
第一节 体内水与无机盐的生理功用.....	168
一 水和无机盐是体液的成分.....	168
二 某些无机盐是构成机体组织的基本原料.....	168
三 某些无机盐是体内必需微量元素.....	168
第二节 体液及体液中水与电解质的动态平衡.....	169
一 体液的含量、分布和组成.....	169
二 体液平衡.....	170
三 体液(水及电解质)平衡的调节.....	173
四 体液平衡失调.....	173
第三节 酸碱平衡.....	175
一 体内酸、硷性物质的来源.....	175
二 体内酸碱平衡的调节机制.....	175
三 酸碱平衡失常.....	179
第四节 几种主要无机盐的代谢.....	180
一 钙与磷.....	180
二 钠、钾、氯(详见电解质平衡).....	180
第十二章 尿的排泄.....	181
第一节 肾脏的结构特点.....	181
第二节 尿生成的过程.....	183
一 原尿的生成.....	183
二 终尿的生成.....	185
三 尿生成的意义.....	188
第三节 肾功能的测量(参考).....	188
一 酚红排泄率试验原理.....	188
二 肾清除率试验.....	188
第四节 尿的贮存和排放.....	189
一 尿的贮存.....	189
二 尿的排放.....	189
第十三章 内分泌.....	191
第一节 概述.....	191
第二节 甲状腺.....	192
一 甲状腺的位置、形态和结构.....	192

二 甲状腺的机能·····	193	一 眼的折光与调节作用·····	211
三 甲状腺分泌的异常变化·····	193	二 眼的感光机能·····	214
四 甲状腺活动的调节·····	194	三 空间视觉·····	215
第三节 甲状旁腺·····	195	四 视神经冲动的传入途径及其 皮层投射区·····	217
一 甲状旁腺的机能与调节·····	195	第三节 听觉器官·····	218
二 降钙素的分泌与调节作用·····	195	一 外耳和中耳的功能·····	218
第四节 肾上腺·····	196	二 内耳的感音功能·····	219
一 肾上腺的位置、形态与结构·····	196	三 声音传入内耳的途径·····	220
二 肾上腺皮质·····	196	第四节 前庭器官·····	220
三 肾上腺皮质活动的调节·····	198	一 椭圆囊及球囊的功能·····	221
四 肾上腺髓质的生理作用·····	199	二 半规管的功能·····	221
五 肾上腺髓质活动的调节·····	199	第十五章 神经系统 ·····	223
第五节 胰岛·····	200	第一节 神经系统的某些基本活动·····	223
一 胰岛素的生理作用·····	200	一 中枢神经系统中兴奋与抑制 的对立统一·····	223
二 胰岛素分泌的调节·····	200	二 神经系统活动的基本方 式——反射·····	224
三 胰高血糖素·····	200	三 外周传入冲动在中枢的传导·····	225
第六节 性腺·····	201	第二节 神经系统对躯体运动 的调节·····	226
一 睾丸的内分泌作用·····	201	一 脊髓对骨骼肌活动的调节·····	226
二 卵巢的内分泌作用·····	201	二 脑干对骨骼肌活动的调节·····	229
三 卵巢活动的调节·····	202	三 基底神经节和小脑对骨骼肌 活动的调节·····	230
第七节 脑下垂体·····	203	四 大脑皮层对骨骼肌活动 的调节·····	230
一 垂体的位置、形态与结构·····	203	第三节 神经系统对内脏活动 的调节·····	231
二 垂体前叶激素的生理作用·····	203	一 植物神经的生理功能·····	231
三 垂体前叶活动的调节·····	204	二 植物神经末梢的化学传递·····	232
四 垂体后叶激素的生理作用·····	205	三 脊髓对内脏活动的调节·····	235
五 垂体后叶活动的调节·····	205	四 脑干对内脏活动的调节·····	235
第八节 内分泌腺之间的相互关系 及内分泌腺功能的调节·····	206	五 丘脑下部对内脏活动的调节·····	235
一 内分泌腺之间的相互关系·····	206	六 大脑皮层对内脏活动的调节·····	236
二 内分泌腺功能的调节·····	206	七 植物神经传入纤维和 内脏感觉·····	236
附: 各种激素的生理作用(简表)·····	207		
第十四章 感觉器官 ·····	209		
第一节 概说·····	209		
一 感觉器官的重要意义·····	209		
二 感受器的分类·····	209		
三 感受器的特征·····	210		
第二节 视觉器官·····	210		

第一章 緒 论

第一节 概 述

一、生理生化学的研究对象及学习目的

人体生理生化学是研究正常人体生命活动的一门科学。人类在劳动时,肌肉不断活动,心跳及呼吸加快,血液流动加速,出汗增多,并且为了补充身体的消耗,需要摄取食物、水份等等,这些都是人体生命活动的表现。在这些活动中,肌肉的收缩、心脏的跳动、肺的扩大缩小,是器官系统的机能活动;摄取的食物及水份,在身体内进行合成、分解以补充身体的消耗,是人体内代谢的变化。所以人体生理生化学是研究人体生命活动中各器官和整体的机能活动以及代谢变化。要了解它们是如何活动的,它们活动时外在的表现是什么,内部的变化是什么,与周围环境有何相互关系,一句话就是要研究在自然环境及社会环境中,人体生存及劳动时,人体机能及代谢活动的发生、发展、变化的规律。就排尿这一生命现象来说,我们不但要了解尿是如何生成与排出,还要了解尿的生成与摄取的食物、水分以及它们在体内的代谢变化有什么关系。所以,人体生理生化学是研究人体各器官系统和整体的机能活动及代谢变化的规律的一门医学基础课。

一个人民的医生,为了保护阶级兄妹的健康,掌握疾病的防治规律,首先必须树立全心全意为人民服务的观点;其次,在掌握业务知识的第一步时,就要认识人体的结构和机能,认识人体生命活动的规律,才能理解疾病时的变化,并给予正确的治疗。例如在高温车间或炎夏田间工作,大量出汗以后,或者是急性胃肠炎,严重的呕吐、腹泻,如果不知道身体内部水盐代谢的规律,只从表面现象出发,单纯补充水份或只给止吐、止泻药物,不知道由于大量出汗,严重吐泻,身体在丧失大量水份的同时,其它一些盐类,如钠、氯等均减少,不知道水份及盐类对维持人体正常生命活动有什么重要的意义,不会在治疗中同时补充丧失的水份及盐类,病人就会因严重脱水或由于钠的丧失引起痉挛,甚至昏倒、虚脱。这就说明掌握正常时人体生命活动的规律,对于在劳动中保护健康、预防疾病,以及对疾病进行诊断和治疗是必要的基础知识。所以学习人体生理生化学的目的,就是要运用人体生命活动的规律在预防医疗实践中,增进人民健康、保护劳动力、解除阶级兄妹的疾苦。

二、教学的指导思想

科学是由于人们实践的需要、生产斗争和阶级斗争的需要而产生的,它是人民群众实践经验的概括和总结。医学也是这样,正是由于防治人畜疾病的迫切需要,出现了医学和兽医学。医学和兽医学的需要,又促使解剖学和生理学得以产生和发展。

医学的发展和利用,还要由掌握它的阶级所决定,医学教育更是直接为一定的政治目的服务的。建国以来,围绕着为什么人的问题,医学领域内长期存在着两条路线斗争,刘少奇、林彪一伙叛徒顽固推行反革命修正主义教育卫生路线,搞城市老爷卫生部,使医学只为少数特权阶层服务,在医学基础教学中,竭力推行“洋奴哲学”、“爬行主义”,宣扬“读

书做官”、“知识私有”，鼓吹“业务挂帅”、“智育第一”，把医学基础课教学引向脱离政治，脱离实际，脱离群众的修正主义道路。无产阶级文化大革命的胜利，摧毁了这两个叛徒集团，粉碎了他们推行的修正主义路线。毛主席的医疗卫生路线要求把医疗卫生工作的重点放到农村去，反映了医学科学发展及利用的无产阶级社会主义方向，毛主席制定的教育方针，更指明了教育要为无产阶级政治服务，因此，生理生化学的教学，要批判“单纯传授知识”的资产阶级教育观点，克服“三脱离”的倾向，坚持为三大革命实践需要服务的无产阶级政治方向。

自然科学的研究，还要受到哲学的影响。因为自然科学家对客观现象的观察、分析、总结是在一定的世界观和方法论支配下进行的。列宁在批判生理学感官特殊能量定律时指出：生理学唯心主义是“用唯心主义的观点解释某些生理学成果，”是“由于没有能够直接立刻从形而上学的唯物主义提高到辩证唯物主义而滚入了反动的哲学。”因此，在我们学习人体生理生化学时，不仅要有正确的学习目的，还要用无产阶级的世界观和方法论来认识、阐明人体机能活动和代谢变化的规律。教育阵地过去被剥削阶级长期垄断，封、资、修的流毒年深日久，资产阶级的偏见和它的传统势力十分顽固，它渗透到各个学科领域里，形成了根深蒂固的旧体系。旧生理学教材从唯心主义的观点来阐述人体感官对外界客观事物的认识，导向了不可知论；从形而上学的外因决定论来认识机体对环境的反应；从局部观点出发，把机体的生命活动看做只是各器官、组织活动的机械总和；从均衡论的观点来认识机体机能活动的调节，只讲平衡、统一，不讲矛盾斗争，而“马克思主义的哲学认为，对立统一规律是宇宙的根本规律。”人体内部各器官系统之间，人体与外界环境之间，无不处于矛盾的对立统一中。如人体对外界物质的摄入和排出，体内物质的合成与分解，肌肉的收缩和舒张，肺的扩大和缩小而产生的呼气与吸气等等，这种种矛盾的不断产生和发展才构成了人体的生命活动。如果没有矛盾和解决矛盾的斗争，人的生命也就停止了。

因此，生理生化学的教学应以马列主义、毛泽东思想作为指导思想，批判唯心论的、形而上学的资产阶级观点，按照无产阶级的世界观和方法论来阐明人体机能活动及代谢变化的规律；批判修正主义教育卫生路线，努力做到政治与业务、理论与实践的统一，体现面向农村、为人民服务的无产阶级政治方向。

第二节 人体生命活动的基本特征

一、新陈代谢

恩格斯指出：“生命是蛋白体的存在方式，这个存在方式的重要因素是在于与其周围的外部自然界不断的新陈代谢，而且这种新陈代谢如果停止，生命也就随之停止，结果便是蛋白质的解体。”这说明新陈代谢是生命活动的基本特征。人体从幼小成长到成人，以及在成长过程中，有的细胞衰老、死亡，有的组织受到破损（如骨骼的增长，手掌、脚掌表皮细胞因磨损、衰老而脱落后增生，以及红细胞衰老死亡后的更新等等），都需要不断从外界摄取一定的营养物质作为体内器官、组织构成、补充或更新的原料。人体在生存期间，心脏不断地跳动，呼吸不停地进行，劳动时肌肉剧烈地活动，都需要一定的能量，这些能量也是从外界摄入的物质中获得。所以人体要生存、劳动，就必须从外界摄取各种营养物质、水份、氧气等。这些东西进入人体后，被机体吸收、改造，用来作为建设和修补组织器官的原料，以

及作为维持生命活动所需能量的来源。多余的或利用后的废物则排出体外。

这样一个过程，是通过消化器官摄取营养物质、矿物盐及水份，通过呼吸器官摄取氧气，由血液循环运送到各组织器官，对这些物质进行合成和分解的加工，形成人体构造的原料或作为能量储备，最后机体不需要的废物则由排泄器官排出体外。这个新陈代谢过程实质上也就是人体与环境相互依赖、相互作用中，物质与能量的交换与转变。所以新陈代谢包括着两方面：即物质代谢与能量代谢。（1）物质代谢——机体同外界的物质交换和机体内部的物质转变；（2）能量代谢——机体同外界的能量交换和机体内部的能量转移。详细过程将在以后有关章节加以讨论。

二、兴奋与抑制

任何有生命的物质受到刺激（理化刺激、机械刺激等），都会发生反应。例如用感应电流刺激肌肉时，肌肉就发生收缩，但如刺激频率很高时，肌肉收缩反而减弱；又如刺激支配心脏的交感神经，心跳会加快，刺激迷走神经，心脏活动反而减弱，甚至停跳。在受到刺激后组织由相对静止转为活动，或由活动较弱转为活动增强，这种反应现象称为“兴奋”。在受到刺激后组织由活动较强转为活动较弱；甚至转为相对静止状态，这种对刺激反应的现象，则称为“抑制”。兴奋与抑制是活组织对外界刺激发生回答反应的两种基本形式，它们是一个事物的两个方面，互相依存，互相转化。死的组织对刺激就不会发生兴奋或抑制的反应，所以兴奋与抑制也是生命活动的基本特征。不同的组织结构，发生兴奋后，以不同的活动方式表现出来，如肌肉兴奋表现为收缩，腺体兴奋表现为分泌等。

兴奋或抑制的反应，是机体与外界环境相互作用的结果。刺激是引起兴奋或是引起抑制，既决定于刺激的特点，也决定于受刺激组织本身的机能状态。否认外部环境的作用，或忽视组织本身的特性，都会走向形而上学和唯心主义的错误。

三、人体生命活动的特殊性——人的阶级性和人的主观能动作用

恩格斯指出：“动物仅仅利用外部自然界，单纯地以自己的存在来使自然界改变；而人则通过他所作出的改变来使自然界为自己的目的服务，来支配自然界。这便是人同其他动物的最后的本质的区别，而造成这一区别的还是劳动。”劳动创造了世界，劳动也创造了人。正是在长期的劳动过程中，人体的形态结构和机能得到了高度的发展，尤其是人类神经系统的高度分化和完善。人类大脑皮层的分化远远超过了一切动物，在此基础上，通过社会性的劳动，互相交往而产生了语言，产生了思维活动。在阶级社会中，人的思维活动无不打上阶级的烙印。所以由于人体形态结构和机能高度发展，由于人的社会性和阶级性，人的生命活动，机能调节就比一般动物复杂，并且有质的区别。资产阶级学者用唯心的、形而上学的纯生物学观点看待人体，只把人看作生物学的人，与一般动物等同起来，无视人的社会性，抹杀了人的阶级性和主观能动作用。他们将动物遇到损害性刺激就避开的防御反射称为人类“趋利避害”的“本能”，为大叛徒刘少奇之流的“活命哲学”制造根据。而无产阶级的战士，在革命需要的时刻，却是“明知征途有艰险，越是艰险越向前”。战斗英雄黄继光为了保证部队夺取高地全歼敌人，毅然用自己的胸膛堵住敌人正在扫射的机枪孔；英雄战士邱少云，在战斗中全身着火，为了不暴露整个部队隐蔽的目标，坚持不动，直至壮烈牺牲，保证了整个战役的胜利。这些闪耀着光辉的无产阶级意识的表现，不是用一般动物的反射活动调节所能解释的，这些英雄的事例不仅对所谓“趋利避害”的“本能”决定人们行动的反动谬论是最有力的批判，而且还雄辩地说明了一条真理，即代表先进阶级的正确思想，一旦被人们

掌握，就会变成无穷无尽的物质力量。

人是具有社会性和阶级性的，能够能动地认识世界和改造世界。人的主观能动性在人体的机能调节及与疾病作斗争中，具有巨大的作用。焦裕禄同志身患肝癌，但为兰考人民的幸福，战斗到生命的最后一刻，以最充沛的精力谱写出兰考人民最美好的宏图。钢铁战士王德明，怀着一颗保卫毛主席的忠心，以顽强的革命精神战胜了癌症，驾机重返蓝天，为保卫祖国领空而战斗。一切资产阶级医学家，受形而上学思想的束缚，他们在治疗工作中不懂得调动医生及病人的两个积极性，只知道迷信药物，单纯重视外因的作用。

还有一些资产阶级学者，由于近代控制论的发展，在控制装置和神经系统的活动中有某种结构和机能上的相似，宣扬机械唯物论的观点，把人体的调节比拟为电子机器（机器=人）。他们抹杀了神经系统的活动过程是生物体的反映形式，而机器只是物理反映，两者有质的差异，他们不懂得人体的调节是物质运动的高级形式。

因此，“我们必须懂得，任何自然科学，任何唯物主义，如果没有充分可靠的哲学论据，是无法对资产阶级思想的侵袭和资产阶级世界观的复辟坚持斗争的。为了坚持这个斗争，为了把它进行到底并取得完全胜利，自然科学家就应该作一个现代的唯物主义者，作一个以马克思为代表的唯物主义的自觉信徒，也就是说应当作一个辩证唯物主义者。”（列宁：论战斗唯物主义的意义）

第二章 神經肌肉的特性及机能

調節的概念

第一节 神经肌肉的特性

一、神经与肌肉的兴奋性

(一) 兴奋性

神经组织与肌肉组织受到刺激后，都能产生兴奋反应。组织产生兴奋的这种性能，就称为“兴奋性”，所以兴奋性是机体最基本的特性。

身体内各种组织的兴奋性并不相同，神经组织的兴奋性较高，强度较弱的刺激就可以引起兴奋反应。其次是肌肉，引起肌肉发生兴奋的刺激强度比引起神经发生兴奋的刺激强度要大，骨骼组织的兴奋性最低。刚能引起组织发生兴奋的刺激强度，称为刺激阈值。需要的刺激阈值越小，说明组织的兴奋性越高，反之，则兴奋性较低。就是同一个组织的兴奋性也不是固定不变的，而是随组织情况的变化而变化。例如一条新鲜的肌肉标本，最初，低强度的感应电刺激就能引起兴奋，但如反复刺激或刺激时间过久，或搁置一段时间后，则引起兴奋所需要的刺激强度就越来越高，最后甚至强烈的刺激也不易引起反应。这说明新鲜的活体组织，兴奋性高，时间一久，则兴奋性逐渐降低，组织死亡后，兴奋性也就丧失了。

(二) 兴奋性的变化

组织对刺激发生兴奋反应的这种性能，是以组织内部的代谢变化为基础的，随着这个代谢变化的发生、发展，组织对刺激发生兴奋反应的能力——兴奋性，也发生变化。例如，刺激骨骼肌引起肌肉兴奋以后，在间隔不到三个毫秒（每毫秒等于千分之一秒）的时间内接着给予第二次刺激，此时不论刺激强度如何加大，肌肉并不发生第二次收缩反应。这说明在第一次刺激刚给予后的瞬间，组织由于第一次刺激引起的内部代谢变化尚未恢复，因而对第二次刺激发生兴奋反应的能力降得很低，甚至可以看做兴奋性降低到接近于零。这一很短的时期就称为“不应期”。不应期以后，组织的兴奋性才逐渐升高，恢复到原来的水平，此时再给予刺激，组织又发生反应。所以组织在受到刺激以后，兴奋性有一个立即降低，又才逐渐升高、恢复的过程。这就是受到刺激后组织兴奋性的变化。

不同组织不应期的长短不同。神经组织的不应期较短，骨骼肌的不应期较神经的长，心肌的不应期特别长。

由于不应期的存在，所以组织受到连续刺激时，产生的兴奋过程不会融合。在每次兴奋以后，必定有一个时间间隔，又才产生第二次兴奋，因此兴奋的产生与传播，总是一个接一个的彼此分开。

(三) 组织兴奋时的电位变化

组织兴奋时不只是有外在的表现（如肌肉兴奋表现为肌纤维的收缩，腺体兴奋表现为分泌），而且还伴随有内部的变化，如代谢的变化，热的变化，电的变化等等。由于电的变化比较易于测定与记录，所以研究工作及临床诊断常常把测定组织器官的电变化作为衡量组织、器官兴奋活动的指标。

通常在安静的情况下，一条神经或一条肌纤维表面各点的电位是相等的，用电流计测量时，两电极之间无电位差。如果刺激一端，引起兴奋，当兴奋传到一侧电极下时，该电极的电位就会较另一侧电极下的电位为低，电流计指针出现偏转，说明兴奋与未兴奋部位之间产生了电位差，出现了电流（见图2—1）。因此，当组织兴奋时，兴奋处电位均较周围未兴奋组织低，出现了电位差，由于电位差的存在，就产生了电流。这种活组织的电学特性，就称为生物电现象或生物电流。

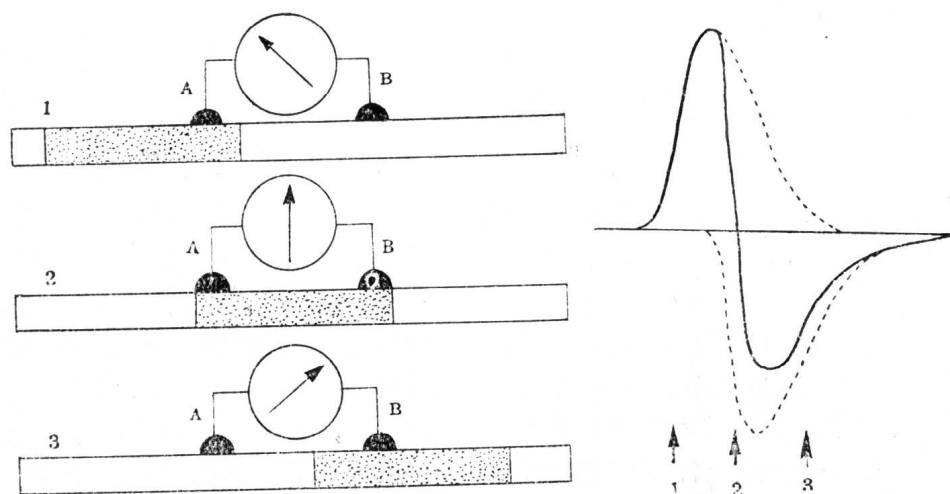


图 2—1 神经动作电位的双相记录

左侧：点区表示负电变化（动作电位）从左向右进行。（1）电极A较电极B为负。（2）A与B电位相等。（3）B较A为负。

右侧：实线为记录出来的双相动作电位；虚线表示在每个电极下的真实电变化；记录出来的电位是它们的代数和。

在正常人体内，各器官组织受到刺激发生兴奋活动时，均伴随有生物电的产生。大脑活动时产生的生物电称“脑电”，心脏活动时产生的生物电称“心电”，四肢肌肉活动时出现的生物电称“肌电”等等。各个器官组织兴奋时的生物电，可以通过精密的电测量仪加以测量和记录。每一种兴奋组织的生物电流描记，都有其特殊的波形，而且这些波形随组织的活动状况发生改变，故临床上用生物电的描记来帮助对器官疾病的诊断。

二、神经兴奋的传导

（一）神经的传导性及神经冲动的概念

不论肌肉和神经，某一点受到刺激引起兴奋后，兴奋则由该点向周围传播，使邻接部位相继发生兴奋。兴奋由刺激部位向外传播的现象，就称为“兴奋传导”。肌肉与神经都具有传导兴奋的这种特性。

神经的基本机能就是传导兴奋。当神经受到连续刺激，连续产生兴奋时，这些兴奋就由刺激部位一个接一个地沿着神经纤维传播出去。一般把这种连续传播的兴奋称为“神经冲动”或“冲动”。

（二）神经传导兴奋的两个主要特性

1 神经传导的绝缘性

在一条神经干内，包括有许多神经纤维，有传入的，也有传出的，但其中一条神经纤维产生的兴奋冲动，只沿该条神经纤维传导，并不传给邻近的神经纤维，这就叫神经传导的绝缘性。由于这一特性，刺激皮肤时，才会产生精确的定位感觉，肌肉活动时，动作才可能精细、准确。

2 突触传导的单向性

在完整机体内，兴奋由一个神经元传至另一个神经元时，只能由前一个神经元的轴突传至后一个神经元的树突或胞体。后一个神经元产生的兴奋不能由它的树突传至前一个神经元的轴突。因此，当兴奋传导通过两个以上的神经元时，兴奋的传导只能是单方向的。

三、兴奋由神经向肌肉的传递

兴奋由神经传递到肌肉有一个复杂的过程，因为神经和肌肉纤维之间没有细胞质的连续。就骨骼肌来说，神经纤维末梢与肌纤维相连之处称为神经肌接头。在该处，神经纤维失去髓鞘，分成许多终末小枝，紧密地覆贴在肌纤维上，但在神经纤维终末与肌纤维膜之间有一间隙，叫做突触间隙，间隙在肌纤维一侧处的肌膜，叫做运动终板或终板，该处不能因电流刺激发生兴奋，但对乙酰胆碱的作用极其敏感（见图2—2）。

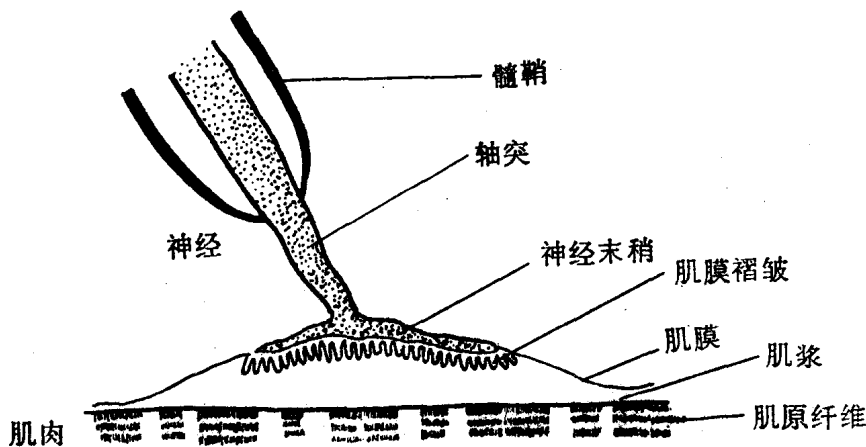


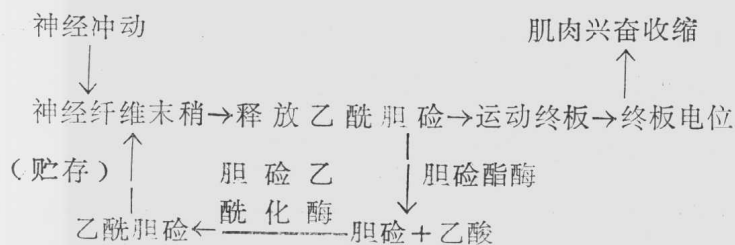
图 2—2 神经肌肉接头结构示意图

当神经冲动传至神经肌接头处时，神经末梢就释放出乙酰胆碱。乙酰胆碱通过突触间隙作用于终板膜，使该处发生电位变化，称为终板电位，在终板电位作用下，肌纤维产生兴奋，引起肌肉收缩。

终板膜上含有浓度很高的胆碱酯酶，当释放出来的乙酰胆碱发生作用后，立即被终板膜的胆碱酯酶所分解。因此，神经传来一次冲动，释放的乙酰胆碱也只引起肌肉发生一次兴奋。分解了的乙酰胆碱又在存于终板处的胆碱乙酰化酶的作用下，重新合成乙酰胆碱，贮存于神

经末梢，以备第二次兴奋冲动时再释放。

兴奋在神经肌肉的传递可简单表示如下：



四、肌肉的收缩

肌肉除具有兴奋性、传导性外，还具有收缩性。肌肉收缩是肌肉的主要生理功能。高等动物机体内的一切活动，几乎除了白细胞的变形运动和纤毛上皮的运动以外，大都是由肌肉收缩产生的。

(一) 单收缩

肌肉收缩时表现为肌纤维缩短，张力增强；收缩停止以后，肌肉宽息，张力降低，又恢复原状。所以肌肉的一次收缩过程，可分为两个阶段：收缩期与宽息期（或称舒张期）。自收缩开始至收缩达到最高限度的时间为收缩期。自收缩最高限度至肌肉恢复原状的时间为舒张期。一次刺激引起一个收缩过程，称为单收缩。

(二) 强直收缩

如果连续刺激骨骼肌，肌肉在第一次刺激引起的收缩还没有结束，肌纤维处于缩短状态还来不及宽息时，接着又受到第二次、第三次……的刺激，使肌纤维连续发生兴奋。此时肌肉处于持续缩短状态，直到连续刺激停止，肌肉才开始宽息。这种由于连续刺激，使肌肉得不到宽息的时间，处于持续收缩的状态，就称为“强直收缩”。

强直收缩时，肌纤维缩短的程度，所产生的张力变化都比单收缩大。在整体活动时，骨骼肌的收缩主要是强直收缩。

（平滑肌及心肌的特性：见消化及循环章）

第二节 人体活动调节的基本概念

人体各器官、系统各有其特殊的结构与功能，但是人是作为一个整体在进行活动，因此各器官、系统的活动必须服从于整体的要求。例如，劳动时主要是骨骼肌的活动，但由于骨骼肌活动增强，肌肉的代谢也必须相应地增强。这就是说要有更多的氧气、营养物质供应肌肉活动时的消耗，而肌肉活动时代谢变化产生的废物也必须迅速排出，这样才能保持肌肉不停地活动。这就要求呼吸系统、循环系统的活动相应加强，心跳、呼吸都要变快。与此同时，胃肠活动减弱，以便节约能量，并使消化器官的血液转移至四肢，使血液能充分供给肌肉的需要。这就说明，在整体活动时，各器官、系统是互相联系、互相制约的。整体的活动通过局部器官、系统的活动反映出来，局部器官、系统的活动又服从于整体的要求。为了使不同结构和功能的各器官、系统在活动时形成一个完态的统一体，并对外界环境的刺激给予适宜的反应，这就有赖于体内的调节活动。人体的调节可分为神经调节与体液调节两大类。

一、神经调节

神经系统与体内各器官都有着直接或间接的联系，支配着各器官的活动。因此通过神经系统的活动使体内各器官的活动形成一个整体，并使机体对外界环境的刺激发生反应，主动地适应环境，改造环境。

(一) 神经系统的组成

神经系统按其结构可分为中枢神经系统与周围神经系统两大部分。中枢神经系统位于颅腔及椎管中，又可分为脑及脊髓两部分。脑位于颅腔内，包括大脑、小脑、脑干（间脑、中脑、桥脑、延髓四部份的合称），脊髓位于椎管中（见图2—3）。

由脑干及脊髓发出的神经纤维，形成周围神经（或称外周神经）。根据它们结构及功能的不同，又分为两大类：一类称体躯神经，支配骨骼肌、皮肤等器官；另一类称植物神经（或内脏神经），支配内脏器官的活动，如支配心脏、血管及消化道等的活动。植物神经又分为交感神经系统及副交感神经系统两部份。外周神经中不管是体躯神经还是内脏神经，从功能上来看，如果它们是把兴奋冲动传入中枢神经系统的，称为传入神经（或感觉神经）；如果是把兴奋由中枢神经系统传至外周器官的称为传出神经（或运动神经）。神经系统的组成部份，可简要列表如下：

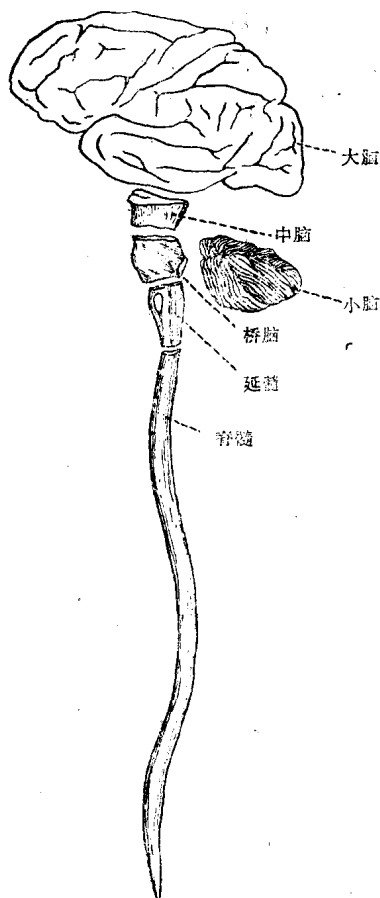
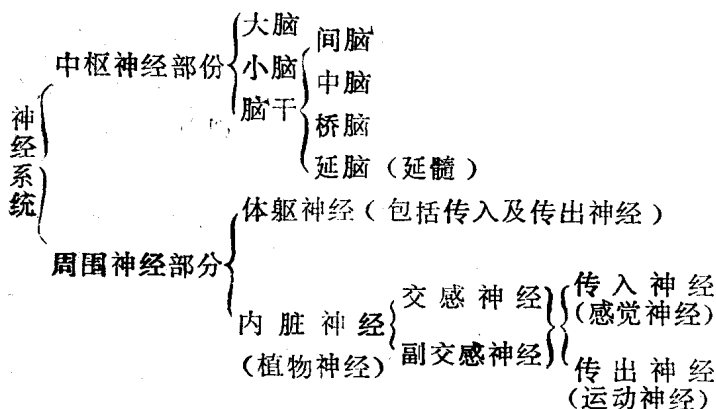


图2—3 中枢神经系统各部份



(二) 反射及反射弧

当机体受到外界环境的刺激或当体内环境发生变化时，能通过神经系统的调节活动使某些器官产生相应的反应。如人体的角膜受到刺激时，就会发生眨眼的动作；敲击膜韧带时引

起股四头肌收缩；酸的食物进入口腔时，唾液分泌就会增加。这些肌肉及腺体活动的增强，都是由于身体一定部位受到刺激后，通过神经系统的活动对这些器官的机能进行调节的结果。通过神经系统的调节活动，使机体对外界的刺激给予适当的反应。眨眼的动作可以避免角膜受到刺激的损伤。唾液分泌的增加，可以冲淡酸对口腔的刺激。这样一种在神经系统参与下，机体对内外环境刺激的应答性反应，就叫做反射。

反射活动的实现，除了受刺激的部位(称为感受器或感受野)及发生反应的器官(称为效应器)外，还涉及一系列神经系统的活动。以酸引起的唾液分泌反射为例，酸性物质刺激口腔的粘膜及舌(味觉感受器)，这些部位的感受器受到酸的刺激发生兴奋，兴奋经过与这些感受器相连的传入神经传到延髓部位的唾液分泌中枢，唾液分泌中枢对传入的兴奋进行分析综合后，把兴奋由支配唾液腺的传出神经传出，唾液腺(效应器)接受传来的神经冲动发生兴奋，分泌唾液。所以一个反射活动，包括着五个环节(见图2—4)。

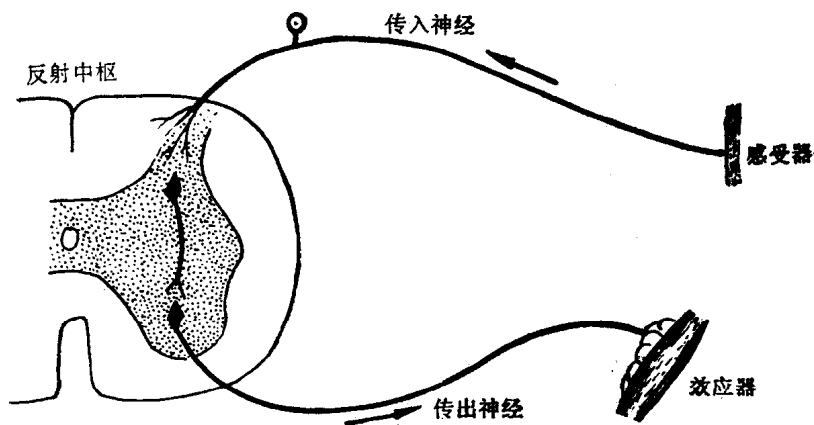


图2—4 反射弧模式图

感受器 → 传入神经 → 反射中枢 → 传出神经 → 效应器
(外周神经感觉纤维) (中枢神经) (外周神经运动纤维)

这五个部分是反射活动的结构基础，称为“反射弧”。其中感受器是接受刺激的器官；效应器是实现反应的器官；传入神经与感受器相连，将感受器产生的兴奋传入中枢；传出神经与效应器相连，将中枢的兴奋传至效应器；反射中枢则为存在于中枢神经系统内调节一定效应器官活动的神经细胞群。

反射活动的实现，必须保持反射弧的完整。反射弧任何一部份受到破坏，反射就不能实现。例如：以脊蛙（只保留脊髓支配的青蛙）做实验，用酸刺激蛙的脚趾，出现缩腿反应。此时酸刺激了蛙脚趾皮肤上的化学感受器。如将蛙趾的皮肤剥去，再用酸刺激蛙趾，则因接受酸刺激的感受器已不存在，故不引起缩腿的反射。假如保留皮肤感受器，麻醉或剪断传出或传入神经，此时感受器产生的兴奋不能传入中枢，或中枢产生的兴奋不能传至效应器，刺激也不引起反射。假如，感受器、效应器、传出及传入神经都完整，只破坏脊髓内的反射中枢，反射活动也不能实现。所以反射活动的实现必须是反射弧五个部份的结构及机能都保持完整，反射弧任何一部份的结构及机能受到破坏，反射均不能实现。

(三) 非条件反射及条件反射

酸的食物进入口腔，直接刺激口腔感受器，引起唾液分泌，这是一种反射活动。这种反射活动的反射弧是在人出生时就已经具备了，所以当出生以后，受到一定的刺激就会引起一定的反射。不需要任何条件的培养、训练，故称为“非条件反射”。但是经常吃这种酸性食物，每次都促使唾液分泌增加，以后当看到这种食物的外形，尚未吃这种食物时，唾液分泌也会增加，甚至听到这种食物的名称，唾液分泌也会增加。这种唾液分泌反射不是先天的，而是多次看到这种食物，同时吃了这种食物以后才形成的，这种反射必须通过一定的培养训练才形成的，因此称为“条件反射”。条件反射是在非条件反射的基础上形成的（关于条件反射的问题在神经系统一章详述）。

二、体液调节

人体的器官、系统除受到神经的支配外，还能被体液中的某些化学物质所作用，使其活动增强或减弱。例如当我们屏住呼吸一会儿后，呼吸活动就会增强、增快。这就是由于屏气以后二氧化碳不能呼出，血液中二氧化碳含量增加，随血液流到呼吸中枢后，刺激了呼吸中枢，使其活动增强。因此，呼吸加深加快。人体血液中的化学物质，通过血液流动，带至某一器官，影响该器官的活动，这种调节方式，就称为“体液调节”。

体液调节的化学物质，主要来自机体内分泌腺分泌的激素（内分泌素），也有来自某一器官产生的特殊物质，如胃幽门释放胃泌素促进胃液分泌，还有血液中化学成分的变化，也能对器官的活动给予影响。但因为身体中内分泌腺分泌多种激素，广泛地影响着身体各器官的代谢及机能活动。故体液调节主要是通过内分泌腺分泌的激素来实现。内分泌腺或某些器官产生和释放参与体液调节的化学物质时，又多半直接或间接地受到神经的支配。如肾上腺释放肾上腺素就受到交感神经支配，因此体液调节又称为“神经体液性调节”。例如：外界气温降低刺激了机体的皮肤感受器，所引起的传入冲动可通过中枢神经系统的丘脑下部，使脑下垂体促甲状腺素的分泌增加，从而使甲状腺素释放增多，经血液循环运送到全身，引起全身代谢增高，从而使身体的产热量增加。