

生理学自学必读

● 殷文治编著

● 上海中医学院出版社



生理学自学必读

殷文治 编著

上海中医学院出版社出版发行

(上海零陵路 530 号)

新华书店上海发行所经销

常熟周行联营印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 11.75 字数 263,000

1989 年 8 月第 1 版 1989 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—3,500

ISBN 7-81010-079-3/R·78

国内定价: 3.60 元(平装)

前 言

近年来全国成人高校蓬勃发展,与全日制普通高校相辅相成,培养和输送了大批社会主义建设急需的高级人才,其中包括通过不同途径培训的中医专业人才。参加成人高校的学员一般年龄较大,家务较多,平时上班,业余学习,因此时间和精力就更有限。但是他们求知心切,刻苦学习和奋发向上的精神十分感人。而且这些成员一般都有较多的实践经验,在补充基础知识和理论之后,他们将发挥专长和工作能力,为社会主义建设作出更大的贡献。这几年我在担任夜大、函大和自学考试班的生理学教学工作中,最大的内疚是无法为他们选用一本合适的教材。对函大和自学考试班来说更是如此,因为他们的面授时数极少,几乎完全要依靠课本自学成才,而目前本科用的教材显然不适合这些班级的特点。为此,根据高教中医专业《生理学》自学考试大纲,编写了这本自学必读参考书,以应急需。由于编者水平所限,编写又较仓促,书中难免会有不妥和错误之处,恳请批评指正。

编 者

于上海中医学院

1988年12月

目 录

第一章 绪论	1
一、生理学的研究对象、任务和方法	1
二、人体生理学在医学中的地位	2
三、人体机能的调节	3
第二章 神经肌肉	8
第一节 细胞的生物电现象	8
第二节 可兴奋组织的一般特性	16
第三节 神经纤维	23
第四节 骨骼肌的结构和功能	27
第五节 神经肌肉接头处的兴奋传递	31
第三章 血液	41
第一节 内环境与血液	41
第二节 血细胞生理	45
第三节 血液凝固和纤维蛋白溶解	53
第四节 血量和血型	57
第四章 血液循环	65
第一节 心脏的功能	65

第二节	血管的功能	88
第三节	心血管活动的调节	105
第四节	心、脑循环的特点	103
第五章	呼吸	129
第一节	呼吸道和肺泡的结构与功能	129
第二节	肺通气	133
第三节	呼吸气体的交换	141
第四节	呼吸气体在血液中的运输	145
第五节	呼吸运动的调节	150
第六章	消化与吸收	163
第一节	消化生理概述	164
第二节	口腔内消化	169
第三节	胃内消化	171
第四节	小肠内消化	180
第五节	大肠的机能	186
第六节	吸收	188
第七章	体温	195
第八章	肾脏的排泄功能	204
第一节	概述	204
第二节	肾脏的结构和血液循环特点	206
第三节	肾小球的滤过功能	210
第四节	肾小管和集合管的重吸收功能	215
第五节	肾小管和集合管的分泌功能	220

第六节	肾小管和集合管功能的调节	224
第七节	尿液的浓缩和稀释	229
第八节	排尿	234
第九章	内分泌	241
第一节	概述	241
第二节	腺垂体	242
第三节	神经垂体	246
第四节	甲状腺	247
第五节	甲状旁腺和甲状腺“C”细胞	250
第六节	胰岛	251
第七节	肾上腺	253
第八节	性腺	257
第十章	神经系统	265
第一节	反射中枢的生理	266
第二节	神经系统的感觉机能	276
第三节	神经系统对躯体运动的调节	282
第四节	神经系统对内脏机能的调节	294
第五节	大脑皮层的功能	302
第十一章	感觉器官	314
第一节	概述	314
第二节	眼的机能	317
第三节	耳的机能	330
复习题答案		344

第一章

绪 论

一、生理学的研究对象、任务和方法

生物学可分成两大部门,一门是研究生物形态结构的,称为解剖学;一门是研究生物体生命活动规律的,称为生理学。由于生物界种属繁多,所以根据研究对象的不同,又有植物生理学、动物生理学和细胞生理学等等分科。

人体正常生理学简称生理学,它是研究人体正常功能活动规律的科学。人体的正常功能活动,就是整个人体以及构成人体的各器官、系统在正常活动时所表现的形式及其所起的作用,如肌肉运动、血液循环、呼吸、摄食、消化、排泄、生殖等。生理学的任务就是要阐明这些活动的过程,这些过程发生的原理和条件,以及体内外环境变化对它们的影响等,从而掌握和运用这些规律,为卫生保健和医疗实践服务。

生理学的研究通常可以分为三个不同水平。即细胞或分子水平,器官、系统水平,整体水平。细胞或分子水平的研究,主要是研究细胞内各超微结构的功能和生物分子(蛋白质、核酸、糖、脂类等高分子有机化合物)的特殊物理化学变化过程。器官、系统水平的研究,主要是研究体内各器官、各系统的功能活动现象,这些活动受到哪些因素的控制,以及它们在整体生命活动中起什么作用等。整体水平的研究,主要是研究人

体与环境的对立统一关系以及体内各系统功能活动之间的关系,例如,研究自然环境的变化对人体功能活动的影响,以及人体对这些情况的适应过程,研究在整体活动中各系统功能活动的调节机理与相互配合的规律等等。

生理学的知识、结论或原理,都是从上述三个不同水平进行实验观察得来的。只有在不影响健康的情况下,才允许在人体进行实验,因此一般皆用动物作实验研究。生理学常用的动物实验方法不外乎急性和慢性两种。急性实验方法采取离体组织、器官实验法或活体解剖实验法,实验过程不能持久,故称为急性实验法。慢性实验法则以完整、健康的机体为对象,在动物清醒状态下,在通常或特定的条件下进行实验。这种动物可在长时间内反复用于实验、故称为慢性实验法。

二、人体生理学在医学中的地位

人体生理学的发生和发展与人们的医学实践密切相关,也与其他科学和技术的发展有密切联系。临床医学以生理学等基础医学的基本理论为基础,指导人们防治疾病;同时,在医疗实践过程中,又不断地提出新的课题,促进生理学向纵深发展。人体生理学理论的不断更新和提高,使人们对人体功能的认识日趋深化和完整,进而推动临床医学迅速前进。例如微循环理论提出后,人们对休克的发生与发展有了新的认识,使过去在抢救休克病人时严禁使用的舒血管药物,成为必用的药物并收到较好的疗效,挽救了许多垂危病人。可见,对人体正常功能的认识越精细,就越能准确地辨识疾病,预防和治疗疾病所采取的措施也就越正确有效。因此,人体生理学是重要的医学基础理论学科之一。学习生理学的目的,就是了解和

掌握人体功能活动的基本规律和一定的实验技术，为学习后续课和临床课打好基础。

三、人体机能的调节

人体结构复杂，由数以百万亿计的结构和功能不同的细胞，组成各种不同的组织、器官和系统，并各有其独特的功能。虽然如此，各个组成部分之间并不是互不相关、各自独立地进行活动，而是在结构上有严密组织，它们的功能无论在时间上还是空间上都密切配合，相互协调，作为统一的整体而存在和活动的。这就是机体机能的完整统一性。

机体与其所生存的环境有着密切的联系。当环境因素发生变化时，机体的功能也随之发生变化，以便与环境的变化相适应，保持动态平衡。这就是机体与环境的对立统一关系。其特点一是人体机能活动的变化总是与环境变化相适应的（适应性），二是人体机能活动总是作为一个整体来进行的（整体性）。这是因为人体有着完备的调节机构，能够感知环境因素的变化而作出相应的改变，并相互配合以适应环境因素的变化。这一生理过程称为调节。能将几种不同功能合并在一起，并调整成为一种固定形式的具有适应意义的功能活动的作用，称之为整合作用。调节的基本方式有神经调节和体液调节两种。

（一）神经调节

神经调节的基本方式是反射，即在中枢神经系统参与下，机体对内外环境刺激的规律性应答。例如，伤害性刺激可以通过反射的方式引起局部肢体的回缩，以避免伤害性刺激对机体的损害。反射活动是在一定的结构基础上进行的，此结

构基础称为反射弧,通常由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五部分组成。感受器的作用是将来自内外环境的刺激转换成神经信息(即神经冲动),经传入神经传至神经中枢,神经中枢对传入信息经过分析处理后,发出“指令”,经传出神经送至由肌肉所构成的各器官或腺体等效应器,改变它们的活动,以适应这一环境条件的变化(图 1-1)。反射弧任何环节如果发生功能障碍或被破坏,这一反射活动就发生紊乱或不能出现。

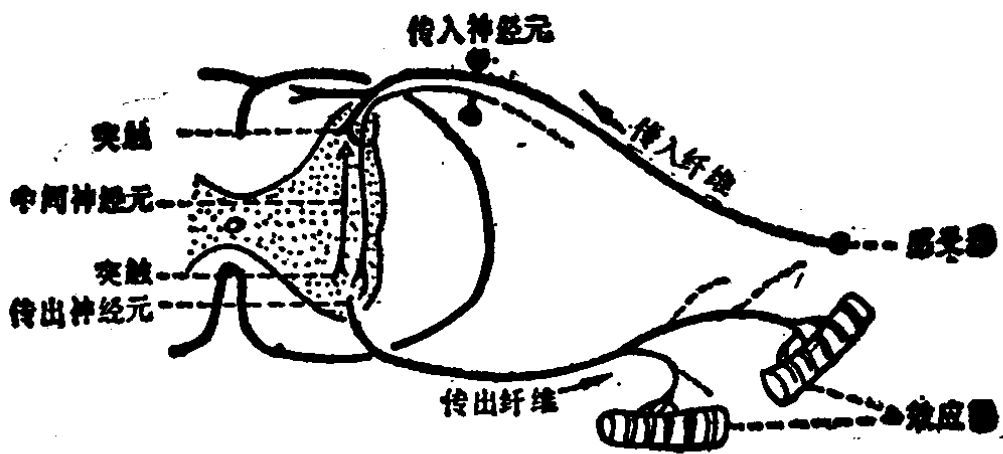


图 1-1 反射弧

人和动物的反射活动,可区分为非条件反射和条件反射两种类型。非条件反射是种族所共有的、生来就具备的(毋庸通过学习与训练)一些有着固定反射弧的反射活动。所以当某种刺激作用于机体的某一部位时,就规律性地呈现相应的反应。例如,物体触及新生儿的嘴唇时,就引起吸吮动作(吸吮反射);当物体触及角膜时,眼睑立即闭合(角膜反射)等等。除去大脑皮层后,此类反射仍然存在,故为一种较低级的神经调节方式。条件反射建立在非条件反射基础上,是人或高等

动物在生活过程中根据个体所处的生活条件后天获得的、个体所特有的反射活动，因而刺激性质与反应之间的关系不是固定的，而是灵活可变的。例如在动物实验中，狗吃食物时有唾液分泌，这是非条件反射。而单独给予灯光刺激则不能引起唾液分泌，因为灯光对唾液分泌反射来说是无关刺激。但若在每次饲喂这条狗时，都预先或同时伴有这种灯光，在灯光与食物(非条件刺激)两种刺激多次结合以后，单给灯光而不伴有食物刺激也能引起唾液分泌。这就是在一定的条件下，建立了由灯光引起唾液分泌的反射，因而称为条件反射。此时，灯光刺激已不再是与唾液分泌无关的刺激，而是“食物即将到来”的信号，成为条件刺激。如果以后灯光又长期不与食物刺激相结合，已建立起的条件反射必定消退，灯光将不再引起唾液分泌反射。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，从而扩大人或动物适应环境变化的能力。

光、声、形都是具体的刺激，具体的信号，不仅在实验动物，而且在人体也可以形成条件反射。成语中的“望梅止渴”就是指梅子的酸味与青梅的色泽和形状多次结合所形成的唾液分泌条件反射。此外，抽象的刺激，抽象的信号，如人类所特有的语言文字中的“语词”，也可以形成条件反射，故有“谈虎色变”之说。于此可见，在医疗实践过程中，医务工作者对待病人的语言必须十分慎重。

条件反射的建立，需要有中枢神经系统的高级部位参与，因此是一种高级的神经调节方式。

(二) 体液调节

体液调节主要是指内分泌细胞所分泌的各种激素，经血

液运送到全身各处,对新陈代谢、生长、发育、生殖等基本功能的调节。因为激素通常是通过血液(体液)运输到距离较远的部位起作用的,因而称为体液调节。

除激素外,某些组织细胞产生的一些化学物质或代谢产物如 CO_2 、乳酸等,可在局部的组织液内扩散,调节附近的组织细胞的功能活动,例如引起局部血管舒张等,这些物质可称为局部体液因素。

神经调节和体液调节的特点各不相同。神经调节一般作用迅速,反应部位比较局限,作用时间较为短暂,适宜于调节快速的生理活动,如肌肉收缩及腺体分泌等。而体液调节则作用较慢,作用部位广泛,作用时间持久,适宜于调节缓慢持续的生理活动,如新陈代谢和生长发育等。对于大多数器官来说,神经调节和体液调节是密切联系,相辅相成的。总的来说,神经调节处于主导地位,因为神经系统能够直接发挥迅速、精确的调节作用,而大多数内分泌细胞又直接或间接受中枢神经系统的控制。在这种情况下,体液调节就成了神经调节的组成部分,相当于反射弧上传出通路的一个延长部分。这种形式的调节称为神经-体液调节。

(三) 反馈

根据自动控制理论,人体的各种功能调节都可被看作是“自动控制”系统,必然是一个闭合回路。也就是在控制装置(反射中枢,内分泌腺)和执行装置(效应器)之间存在着双向的信息联系(图1-2)。由控制装置发出信息来改变执行装置的状态,这是控制和调节的一个方面;另一方面执行装置必须通过监视装置(感受器)把反馈信息(反映执行装置的状态或所产生的效应)送回到控制装置,不断地纠正和调整控制装置

对执行装置的影响,才能达到精确的调节。

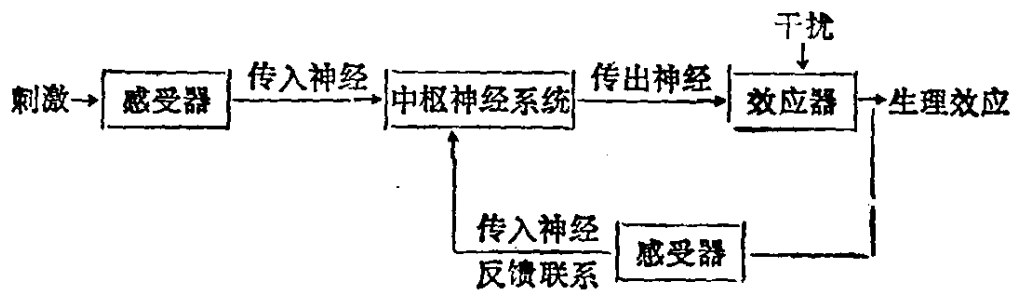


图 1-2 反馈联系模式图

可见,自动控制系统的特点在于存在着反馈联系。根据反馈信息的作用效果,可将反馈分成两类:一类是反馈信息的作用制约了控制信息的作用者,称为负反馈。负反馈控制在机体内普遍存在,其功能是维持系统活动的稳态。另一类是反馈信息的作用促进与加强控制信息的作用者,称为正反馈,可使某一生理过程逐步加强直至完成。

复 习 题

1. 人体功能调节自动控制系统的特点是_____。
2. 自动控制系统必然是一个闭合回路,也就是在_____和_____之间存在着_____。
3. 反馈信息制约控制信息的作用者称为_____,其功能是_____。
4. 反馈信息促进与加强控制信息的作用者称为_____,其功能是_____。
5. 神经体液调节是指_____。
6. 试述人体机能的神经调节和体液调节。

第 二 章

神 经 肌 肉

细胞是人体和其他生物体的基本结构和功能单位。组成神经系统的单位是神经元,也称为神经细胞。组成骨骼肌、平滑肌和心肌的基本单位是肌细胞。它们都具有可以产生兴奋的特性,故统称为可兴奋细胞。本章着重讨论神经肌肉细胞的兴奋性、生物电现象和肌细胞的收缩机能,属细胞生理学的范畴。熟悉掌握这些内容,始可阐明活组织和活机体的某些基本生理特性。

第一节 细胞的生物电现象

一、细胞膜的结构和转运功能

(一) 结构

细胞膜是一种具有特殊结构和功能的脂质膜,细胞内外的物质交换都必须通过细胞膜。细胞膜由双层脂质分子(主要是磷脂)和球形蛋白质构成。蛋白质有两种形式,一种仅附着在膜的表层,称为表在蛋白;另一种则陷入膜内,称为镶嵌蛋白。膜蛋白的主要功能有:①构成离子通道或其他物质出

入细胞膜的通道,故可称为通道蛋白质;②具有酶的作用,如钠-钾ATP酶($\text{Na}^+ - \text{K}^+ \text{ATP酶}$)、腺苷酸环化酶等;③作为转运某些物质出入细胞膜的载体;④构成细胞膜受体。已知体内大多数激素、神经递质以及不少药物,都是首先和分布在细胞表面的细胞膜受体相结合,然后再间接影响细胞内部的代谢活动或细胞膜本身的通透性。

(二) 转运功能

细胞膜介于细胞内液和细胞外液之间,并造成细胞内外液间物质成分及浓度的显著差别。从表2-1可见,仅就离子而言,细胞内液中含有大量 K^+ ,而细胞外液中则含有大量 Na^+ ,这一现象对于可兴奋细胞来说极其重要,它是可兴奋细胞发生兴奋的基础。形成这种细胞内外液间在成分上巨大差别的原因虽然十分复杂,但是膜的转运功能特别是主动转运功能则是最重要的。

1. 被动转运——扩散 在细胞膜两侧,同种溶质(如离子)从高浓度侧向低浓度侧移动的现象,也就是溶质顺浓度差移动的现象,称为扩散。细胞内液和细胞外液是含有多种溶质的溶液,各种溶质的扩散方向与扩散量取决于各个溶质的浓度差,而与其他溶质的浓度无关。例如, K^+ 只能从细胞内液向细胞外液扩散, Na^+ 只能从细胞外液向细胞内液扩散。其扩散量则分别取决于该两种离子在膜两侧的浓度差,浓度差是扩散的动力。溶质移动所需要的能量来自高浓度溶液本身所包含的势能,而不消耗细胞的能量,故称为被动转运。扩散时膜两侧的浓度差可称为浓度梯度。如果在膜两侧存在有电位差时,也可称为电位梯度。浓度梯度与电位梯度又总称为电化学梯度。在生物细胞上,两种梯度往往是同时存在的。

表 2-1 细胞内外液的成分比较

成 分	细 胞 外 液	细 胞 内 液
Na^+	142mEq/L	10mEq/L
K^+	4mEq/L	410mEq/L
Ca^{2+}	5mEq/L	<1mEq/L
Mg^{2+}	3mEq/L	58mEq/L
Cl^-	103mEq/L	4mEq/L
HCO_3^-	28mEq/L	10mEq/L
固 醇 磷 脂 中性脂肪	0.5g%	2~95g%
蛋 白 质	2g%(5mEq/L)	16g%(40mEq/L)

(1) 溶解扩散 O_2 、 CO_2 、醇以及脂肪酸等,它们既可溶于水,又可溶于脂质。这些物质一旦与细胞膜接触,便溶解于脂质膜中并扩散至膜的另一侧溶液中,称为溶解扩散。溶解扩散的速度不仅取决于溶质的浓度差,也受溶质脂溶性程度的影响。

(2) 易化扩散 某些难溶于脂质的物质,通过细胞膜时必须依靠载体的携带,这种形式的扩散称为易化扩散。葡萄糖主要依靠这种方式进入细胞,其载体为膜蛋白质,并顺浓度差进行扩散,扩散率取决于膜两侧的浓度梯度。

(3) 经通道扩散 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{++} 以及某些负离子通过细胞膜时,必须借助于膜上相应的通道进行扩散。通道是离子通过细胞膜的通路,称为离子通道,它是由嵌入脂质膜内的蛋

白质构成的,一般多属专用通道,如钠通道,钾通道等。细胞膜对于离子的通透能力称为通透性,它取决于各离子通道的状态,是开放还是关闭。通透性越大,离子也就越容易通过。当某些化学基团或电场力作用于细胞膜时,离子通道蛋白质的构型可以发生改变,造成一些离子通道的开放或关闭,改变膜对某些离子的通透性。

2. 主动转运 是逆浓度梯度而进行的跨膜转运,因此是一种耗能的转运过程,故称之为主动转运。主动转运必须借助于载体,这一点虽与易化扩散相类似,但其主要不同点是逆浓度梯度转运,并需要消耗能量。载体是一种蛋白质,能量则主要来源于三磷酸腺苷(ATP)。

完成 Na^+ 、 K^+ 主动转运的载体称为钠-钾泵,是膜上镶嵌蛋白的一种。此载体能从细胞内向细胞外转运钠离子,从细胞外向细胞内转运钾离子,并能分解ATP分子,利用其能量完成主动转运,因此又称此载体为 $\text{Na}^+-\text{K}^+\text{ATP}$ 酶。由于钠-钾泵具有足够的能量逆浓度梯度迅速转运 Na^+ 和 K^+ ,因此在膜内外造成很大的浓度差,使细胞内液和细胞外液中 Na^+ 浓度之比约为1:14, K^+ 浓度之比约为35:1(表2-1)。钠-钾泵几乎存在于各种细胞膜并影响其功能,如影响神经细胞和肌肉细胞的兴奋产生和传导。

二、细胞的生物电现象

活的细胞、组织或器官兴奋时,都伴有电变化。用适当的仪器可以测量、记录这种电变化,例如心电图、脑电图、肌电图,就是在这些器官活动时描记出来的电变化。生物组织的电变化总称为生物电现象。