

生理学

(試用本)

下 册

上海中医学院、广州中医学院
辽宁中医学院、云南中医学院
北京中医学院、成都中医学院

合 编

目 录

第五章 消化和吸收

第一节 消化生理概述.....	(1)
第二节 口腔内消化.....	(6)
第三节 胃内消化.....	(8)
第四节 小肠内消化.....	(19)
第五节 大肠内消化.....	(24)
第六节 吸 收.....	(25)
第七节 消化器官活动的完整性.....	(32)
第八节 胃肠道激素.....	(32)

第六章 能量代谢和体温

第一节 能量代谢.....	(36)
第二节 体 温.....	(40)

第七章 肾脏的排泄

第一节 肾脏结构的特点.....	(50)
第二节 尿的生成过程.....	(55)
第三节 影响尿生成的因素.....	(64)
第四节 尿液的浓缩和稀释原理.....	(68)
第五节 排尿.....	(72)

第八章 内 分 泌

第一节 概 述.....	(74)
第二节 垂 体.....	(77)
第三节 甲 状 腺.....	(85)
第四节 甲状旁腺与甲状腺 C 细胞.....	(90)

第五节 胰 岛·····	(92)
第六节 肾 上 腺·····	(96)
第七节 性 腺·····	(100)

第九章 神 经 系 统

第一节 神经纤维的兴奋传导·····	(109)
第二节 突触的生理·····	(111)
第三节 反射中枢的生理·····	(122)
第四节 神经系统的感觉机能·····	(126)
第五节 神经系统对躯体运动的调节·····	(137)
第六节 神经系统对内脏机能的调节·····	(152)
第七节 大脑皮质的机能·····	(160)

第十章 感 觉 器 官

第一节 概 述·····	(168)
第二节 眼的机能·····	(169)
第三节 耳的机能·····	(182)

第五章 消化和吸收

第一节 消化生理概述

一、消化对机体的意义

机体在新陈代谢的过程中，不仅需要和环境进行气体交换，还必须不断地从外界摄取营养物质，作为从事劳动和维持体温的能量来源，并为修补、生长和生殖提供重建和新建的原料。

营养物质主要来自食物。食物中的营养成分除维生素、水和无机盐可以直接被吸收利用外，主要的营养物质如蛋白质、脂肪和糖类，一般都是结构复杂的大分子物质，不能直接为机体吸收和利用，必须先在消化道内加工分解，成为结构简单的小分子物质，才能透过消化管壁的上皮细胞进入血液循环，供给组织细胞利用。食物在消化道内分解的过程称为消化，食物经过消化后透过消化管壁进入血液循环的过程称为吸收。消化和吸收是两个紧密联系的过程。

结构简单的有机体如原生动物，通过扩散作用和吞噬作用获得营养物，消化在细胞内进行。在进化过程中，高等动物获得一个高度特化的消化系统，对食物进行消化和吸收。消化系统对食物的消化有两种方式：一种是通过消化管肌肉的收缩运动，将食物磨碎，使食物与消化液充分混合，并不断地将食物向消化道下端推送，这种消化方式叫做机械性消化；另一种消化方式是由消化腺分泌的消化液来完成的。消化液中含有各种消化酶，能分别对蛋白质、脂肪和糖类等物质进行化学分解，使之成为可被吸收的小分子物质，这种消化方式叫做化学性消化。在正常情况下，机械性消化和化学性消化总是同时进行而又互相配合的。

二、祖国医学中的脾胃概念

脾胃理论在祖国医学中占有特殊重要的地位。中医认为脾胃为后天之本，因此，调理脾胃是强壮身体、治疗疾病的重要环节。

祖国医学中的“脾”具有“主运化”、“益气”、“生血”、“主肌肉”等功能。其中“运化”是基础，水谷不化不运，则气血津液无从生起，便谈不上益气、生血、主肌肉等。用现代生理学观点来分析，“脾”的这些功能，似与消化吸收过程以及随后的中间代谢、能量转化等过程有关。

古代医书《内经》中记载，“胃者水谷之海”，“胃主腐熟水谷”。因此祖国医学中胃的概念与现代医学中胃的功能基本一致。

总之，祖国医学中的“脾胃”，就其生理功能来说，大致相当于现代医学中消化系统的功能，但又超出消化系统。在解剖上，“脾胃”可能包括与消化过程和代谢过程

有关的器官，如胃、肠、胰、肝等。

祖国医学“脾胃”概念的显著特点是，强调各器官之间的相互联系，整体观很强，这是符合辩证唯物论的。认真整理和发扬祖国医学的精华，进一步阐明“脾胃”在人体中的作用，是创立中西医结合的新医学的一项重要课题。

三、消化道运动概说

消化道是一个肌性管道，在形态上和功能上可以划分为口腔、咽、食道、胃、小肠、大肠和肛门等部分。消化道各段的运动，可以完成对食物的机械性消化作用，也就是（1）使摄入的食物沿着消化道依次逐渐向下移动，最后并把不能消化的食物残渣由消化道末端排出体外；（2）用磨碎以及同消化液揉捏混和的方式，以便使摄入食物转变成可溶的能被吸收的状态；（3）搅拌肠内容物，使与粘膜吸收面接触的消化产物经常更新，以增加吸收的效率。

消化道的运动功能是由消化管壁上的肌肉层的活动来完成的，运动的型式和强弱取决于肌肉（主要是内脏平滑肌）的特性，也受到神经系统的调节。

（一）消化道的神经支配

除口腔、食道上端及肛门括约肌外，全部消化道都受副交感神经和交感神经的双重支配（图5—1）。副交感神经主要来自迷走神经，只有远端结肠和肛门内括约肌的副交感神经支配是盆神经。迷走神经的节前纤维进入消化管壁后，首先与位于管壁内的神经丛中的一些细胞发生突触联系，然后发出节后纤维支配消化道平滑肌和粘膜内的腺体。交感神经则起源于脊髓的第5胸节至第3腰节，在腹腔神经节、肠系膜上神经节和肠系膜下神经

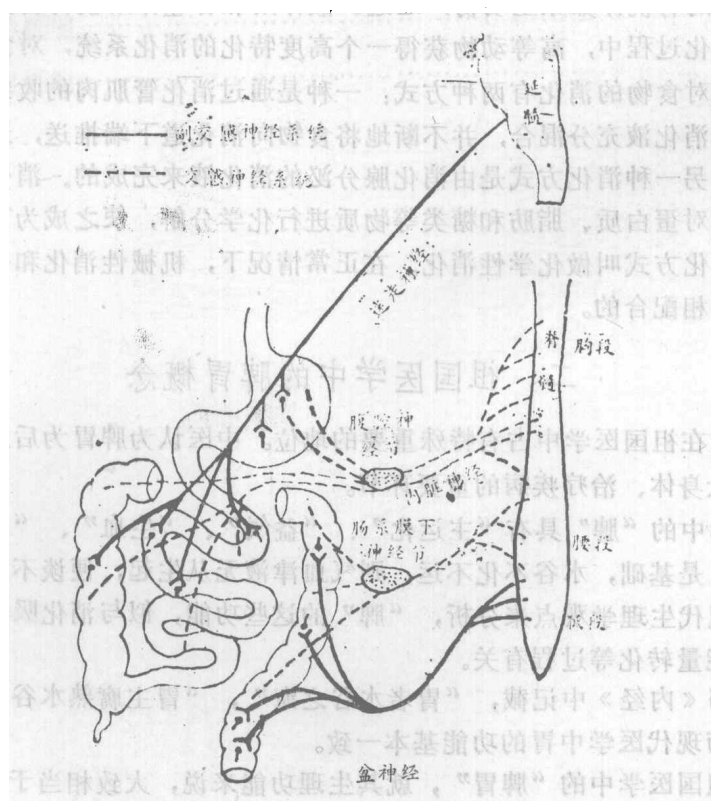


图5—1 胃肠的神经支配示意图

换元后，节后纤维组成神经丛，随血管分布至消化管壁上。

交感神经与副交感神经对消化道的的作用也是既对立而又统一的。副交感神经兴奋时可使胃肠运动增强，加快胃肠内容物向下推送的速度；与此相反，交感神经兴奋时使胃肠运动减弱，但却可引起回盲括约肌及肛门内括约肌的收缩。在正常情况下，消化道的活动主要是在副交感神经的控制下进行的。

消化道的活动除受上述两种外来神经支配外，从食道中段起至肛门止的绝大部分的消化管壁内，还含有两层内在的神经结构，称为壁内神经丛（图5—2），它们在消化道活动的调节中也具有重要意义。

壁内神经丛是由神经节细胞和无数的神经纤维构成的。后者主要含有交感节后和副交感节前纤维，此外还有一些内在纤维，它们将壁内神经节连接在一起。位于纵行肌与环行肌之间的神经丛称为肌间神经丛（myenteric plexus），而位于粘膜下层的神经丛则称为粘膜下神经丛（submucosal plexus），两者中以肌间神经丛分布较为广泛。

食物对消化管壁的机械和消化刺激，可就地通过壁内神经丛引起消化道的运动和分泌。刺激副交感神经可使壁内神经丛的兴奋性普遍提高，因而使消化道的运动增强。切断消化道的外来神经，壁内神经丛的神经纤维大部消灭，只是由壁内神经丛所产生的局部反射仍可出现。

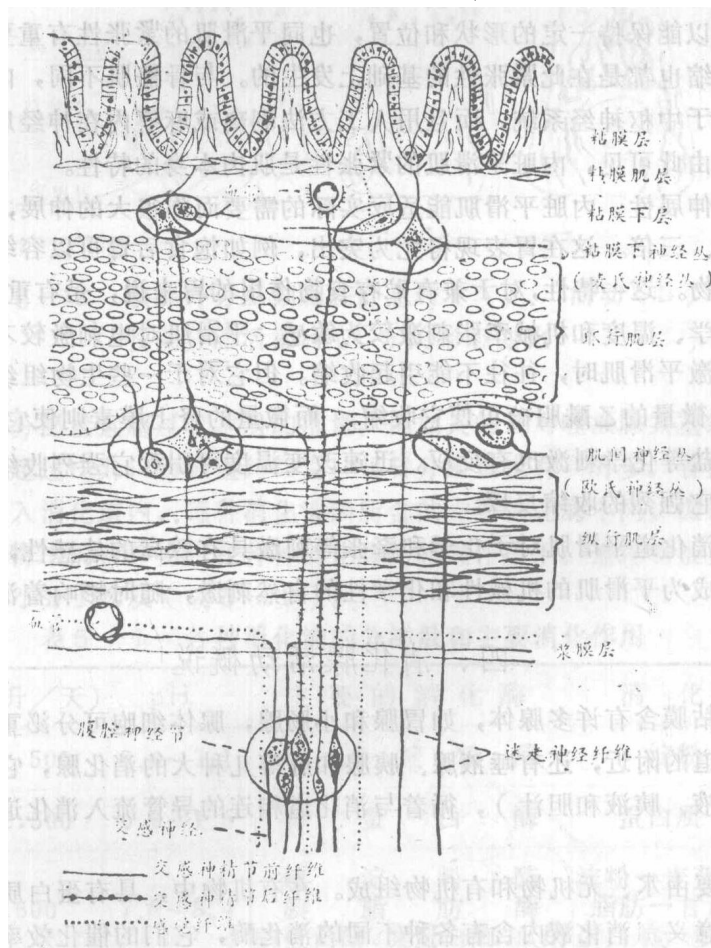


图 5—2 小肠壁的纵断面模式图

表示消化道各层及壁内神经丛

（二）消化道平滑肌的一般特性

在整个消化道中，除了前端和后端的肌肉是骨骼肌外，其余部分都是由内脏平滑肌组成。内脏平滑肌具有肌肉组织的共同特性，如兴奋性、传导性和收缩性等，内脏平滑肌在表现这些特性的同时，却又另有自己的特点：

1. 兴奋性较低，收缩缓慢 消化道平滑肌的兴奋性较骨骼肌为低，它的收缩需要较长时间才能发动起来，而恢复其原有长度的过程也极慢。换言之，它的收缩的潜伏期、收缩期和舒张期都较骨骼肌大大地延长，而且变化也很大。

2. 自动节律性运动 消化道平滑肌离体后，放入适宜的环境内，仍能进行良好的节律性运动。这种运动远不如心肌那样规则，而且收缩很缓慢。一般认为，这种自动节律性运动的产生，也是起源于平滑肌本身的。但在整体内，这种运动也受中枢神经系统的调节。

3. 紧张性 内脏平滑肌经常保持一种微弱的持续收缩状态，因而表现一定的张力或紧张性。这种紧张性使消化道腔内经常保持一定的基础压力。消化道的各部分，如胃、肠等之所以能保持一定的形状和位置，也同平滑肌的紧张性有重要的关系。内脏平滑肌的各种收缩也都是在此紧张性的基础上发生的。与骨骼肌不同，内脏平滑肌紧张性的维持不依赖于中枢神经系统，而且用人工方法剥离或麻痹内在神经后，平滑肌仍能维持其紧张性。由此可见，内脏平滑肌的紧张性是肌肉本身的特性。

4. 富有伸展性 内脏平滑肌能适应实际的需要而作很大的伸展，最长时可比原来的长度改变二、三倍。这在胃表现得尤为突出，例如饱食后胃可以容纳比自己原初体积大好几倍的食物。这一特性，对于兼有贮存食物作用的胃来说，是有重要生理意义的。

5. 对化学、温度和机械牵张刺激较为敏感 平滑肌对电刺激较不敏感，用单个感应电震直接刺激平滑肌时，往往不能引起收缩。但它对于一些生物组织产物的刺激特别敏感，例如，微量的乙酰胆碱可使它收缩，而微量的肾上腺素则使它舒张。它对酸、硷、钡盐、钙盐等化学刺激也有反应。迅速改变温度可引起它强烈收缩。轻度的突然牵拉，也可引起它强烈的收缩反应。

正是由于消化道平滑肌对于化学和牵张等刺激具有较高的敏感性，消化道内的食物和消化液，便成为平滑肌的机械性和化学性的自然刺激，随时影响着消化道的运动。

四、消化腺活动概说

消化道的粘膜含有许多腺体，如胃腺和小肠腺，腺体细胞可分泌重要的消化液和粘液。在消化道的附近，还有唾液腺、胰腺和肝等几种大的消化腺，它们所生成和分泌的消化液（唾液、胰液和胆汁），循着与消化道相连的导管流入消化道内，对食物进行化学性消化。

消化液主要由水、无机物和有机物组成。在有机物中，具有蛋白质性质的消化酶有着特别重要的意义。消化液内含有各种不同的消化酶，它们的催化效率极高，而特异性又很强，因此可分解不同性质的食物如蛋白质、脂肪和糖类。此外，消化液还供给消化酶以最适于作用的环境。例如胃液中的盐酸给胃蛋白酶造成适于发挥作用的酸性环境；而胰腺和小肠腺的硷性分泌液却能中和胃酸，并造成硷性或中性环境，为胰蛋白酶的作用创造了适宜的条件。

消化腺腺体的分泌过程，乃是腺细胞主动活动的结果，因此需要消耗能量，能量主要来自三磷酸腺苷（ATP）。一般认为，整个分泌过程包括三个主要步骤：首先是腺细胞由其周围摄取原料；其次在腺细胞内合成和浓缩分泌物，并以颗粒和小泡等形式贮存起来；最后在一定的刺激作用下，分泌物由腺细胞中排出至细胞外。由图5—3可见，胰腺外分泌细胞于静息时，在细胞顶端有大量的分泌颗粒聚积（A）；当腺细胞受到适宜刺激而活动时，分泌颗粒（或称酶原颗粒）被排出细胞外（进入腺腔）而逐渐减少（B）；腺细胞长期分泌活动后（C），分泌颗粒几乎全被排出细胞外。

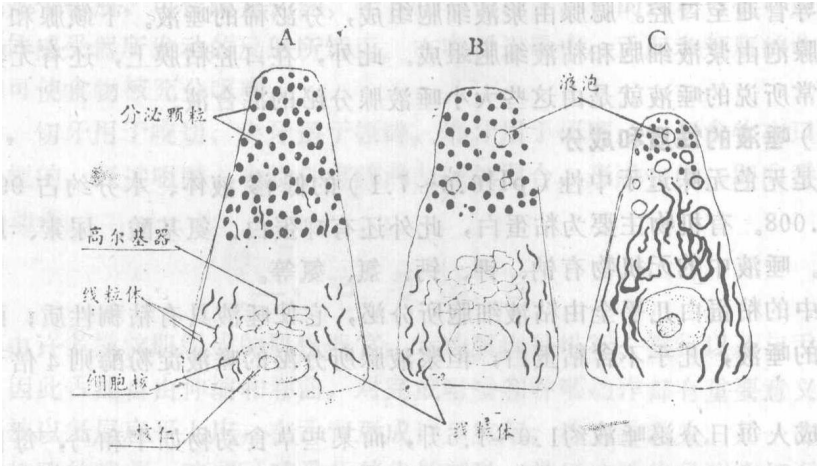


图5—3 胰腺外分泌细胞在静息时（A）、活动（B）和长期分泌活动后（C）的形态变化

消化腺每日的分泌量远超过它本身的重量，例如人的三对唾液腺共重约40克，而它们每日的分泌量竟超过一升；胰腺重约80克，每日分泌量也有一升多。各消化腺每日分泌大量的消化液进入消化道内，每种消化液因所含的主要消化酶不同，因此其消化作用也不一样。但是食物中的营养物质在各种消化酶的相继作用下，最终将被分解成为可被吸收的结构简单的小分子物质（表5—1）。

表5—1 各种消化液的分泌量和主要消化作用

消化液	分泌量(毫升/天)	pH	主要的消化酶	消化作用
唾液	1,000~1,500	6.6~7.1	唾液淀粉酶	淀粉→麦芽糖
胃液	1,500~2,500	0.9~1.5	胃蛋白酶	蛋白质→胨、肽
胰液	700~1,500	7.8~8.4	胰淀粉酶、胰脂肪酶、胰蛋白酶、糜蛋白酶、肽酶	淀粉→麦芽糖→葡萄糖 脂肪→甘油、脂肪酸 蛋白质→多肽、氨基酸
胆汁	500~1,500	7.4(肝) 6.8(胆)		乳 化 脂 肪
小肠液	1,000~3,000	7.6	肠淀粉酶、二糖酶、肠脂肪酶、肠肽酶	淀粉→麦芽糖→葡萄糖 脂肪→甘油、脂肪酸 多肽→氨基酸

第二节 口腔内消化

消化过程从口腔开始。食物在口腔内停留的时间很短，食物在这里被咀嚼，被唾液湿润而变成食团，便于吞咽。

一、唾液腺与唾液

人和高等动物具有三对大的唾液腺，即腮腺、下颌腺和舌下腺，它们位于口腔附近，并有导管通至口腔。腮腺由浆液细胞组成，分泌稀的唾液。下颌腺和舌下腺都是混合腺，即腺泡由浆液细胞和粘液细胞组成。此外，在口腔粘膜上，还有无数散在的小唾液腺。通常所说的唾液就是由这些大小唾液腺分泌的混合液。

(一) 唾液的性质和成分

唾液是无色无味近于中性($\text{pH}6.6\sim7.1$)的低渗液体、水分约占99%，比重为1.003~1.008。有机物主要为粘蛋白，此外还有球蛋白、氨基酸、尿素、尿酸以及唾液淀粉酶等。唾液中的无机物有钠、钾、钙、氯、氨等。

唾液中的粘蛋白几乎全由粘液细胞所分泌，它使唾液具有粘稠性质；而浆液细胞则分泌稀薄的唾液，几乎不含粘蛋白，但浆液腺所分泌的唾液淀粉酶则4倍于粘液腺所分泌的量。

正常成人每日分泌唾液约1.0~1.5升，而某些草食动物如牛和马，每日分泌的唾液量可达40~60升。

(二) 唾液的作用

唾液可以湿润与溶解食物，使食物易于吞咽，并引起味觉。唾液可清除口腔中的残余食物；当有害物质进入口腔时，唾液可冲淡、中和这些物质，并将这些物质从口腔粘膜上洗掉；唾液中的溶菌酶具有杀菌作用。因此唾液有清洁和保护口腔的作用。人的唾液中含有唾液淀粉酶，它可使食物中的淀粉分解成为麦芽糖。

(三) 唾液分泌的调节

唾液分泌的调节完全是神经反射性的，包括非条件反射性和条件反射性两种。

食物对口腔的机械的、化学的和温度的刺激，是引起非条件反射性唾液分泌的正常刺激。在这些刺激的作用下，口腔粘膜神经末梢(感受器)发生兴奋，冲动沿传入神经(舌神经、舌咽神经、鼓索神经支和迷走神经)到达中枢，再由传出神经到唾液腺，引起唾液分泌。

唾液分泌反射的初级中枢在延髓，其高级中枢分布于丘脑下部和大脑皮质等处。

支配唾液腺的传出神经以副交感神经为主。这些神经兴奋时可引起大量稀薄的唾液。副交感神经对唾液腺的作用是通过其末梢释放乙酰胆碱而实现的，因此，用对抗乙酰胆碱的药物如阿托品，能抑制唾液分泌而造成口干；而注射拟副交感神经药物时，则产生与神经兴奋相同的唾液分泌反应。

支配唾液腺的交感神经分布到唾液腺的血管和分泌细胞上。刺激这些神经引起血管收缩，但其分泌作用则随不同的唾液腺而有不同，例如刺激人的颈交感神经，只引起下颌腺分泌，而并不引起腮腺分泌。

人在进食时，食物的形状、颜色、气味、以及进食的环境等，都能形成条件反射，引起唾液分泌。所谓“望梅止渴”，就是日常生活中条件反射性唾液分泌的一个例子。

二、咀嚼

咀嚼是由咀嚼肌顺序收缩所组成的复杂的反射性动作。咬肌、颞肌、翼内肌和翼外肌等咀嚼肌收缩时，使下颌向下、向上、向左右及向前运动，以便上牙列和下牙列粉碎食物。咀嚼肌是骨骼肌，可作随意运动，但在正常情况下，它的运动可被口腔感受器和咀嚼肌内的本体感受器所发动的反射所矫正。在咀嚼运动中，舌肌和颊肌的收缩也有重要作用，它们可使食物被充分咀嚼。

在进食时，切牙用于咬切，尖牙适于撕碎，磨牙用于研磨。一般食物在口腔内咀嚼的时间是相当短的，经过咀嚼，食物被磨碎而与唾液混合，形成食团，即向舌根方向移动，引起吞咽动作。

三、舌与舌苔

舌是一个由许多横纹肌组成的肌性器官，它的肌肉呈纵行、横行以及与舌平面呈垂直方向排列，因此舌能自由伸缩和卷曲，对完成咀嚼和吞咽动作都有重要意义。

舌的表面被以复层扁平上皮，在舌背形成许多突起，称为舌乳头。其一部分上皮分化而形成结构特殊的味蕾。味蕾可感受各种化学刺激，神经冲动传导到中枢而产生味觉。

舌乳头的上皮常有角化和脱落，它们与食物残渣和唾液等混合，在舌粘膜表面形成一层白色薄苔，称为舌苔。

舌与舌苔的变化与消化系统功能有联系。“苔乃胃气之熏蒸”、“胃有热，则舌中苔黄而厚”，这些都是祖国医学多年积累的经验。早在《内经》一书中已有很多关于舌诊的记载。舌诊的主要内容包括舌质和舌苔两部分。正常人舌质淡红，柔和润泽，转动灵活，舌苔薄白而洁净。中医认为，心肝脾胃的经脉皆通于舌，因此，从舌的变化可测知脏腑经络的病变，凡是脏腑的虚实，病情的深浅，津液的盈亏，气血的盛衰，往往都可从舌象上反映出来。观察舌和舌苔是中医诊断中的主要组成部分。舌诊资料是祖国宝贵的医学遗产，有必要进行整理和提高。

四、吞咽和食道蠕动

吞咽是一种极为复杂的反射性动作。它使食团从口腔通过食道进入胃内。根据食团在吞咽时所经过的解剖部位，可将吞咽动作分为下列三期：

第一期——由口腔到咽。这是在大脑皮质的影响下随意开始的。首先舌尖上举触及硬腭，然后主要由下颌舌骨肌的收缩，把食团推向软腭后方而至咽部。舌的运动对于实现这一期的吞咽动作是非常重要的。

第二期——由咽到食道上端。这是通过一系列急速的反射动作而实现的。由于食团刺激了软腭部的感受器，引起了一系列肌肉的反射性收缩，结果使软腭上升，咽后壁向前

突出，封闭鼻咽通道；声带内收，喉头升高并向前贴紧会厌，封闭咽与气管的通路，呼吸暂时停止；由于喉头前移，食管上口张开，食团就从咽被挤入食道。

第三期——沿食道下行至胃。这是由食道肌肉的顺序收缩而实现的。食道肌肉的顺序收缩称为蠕动，它是一种向前推进的波形运动，食团之前为一舒张波，食团之后为一收缩波，收缩波顺序向前推进（图 5—4），食团被推向前进入胃内。

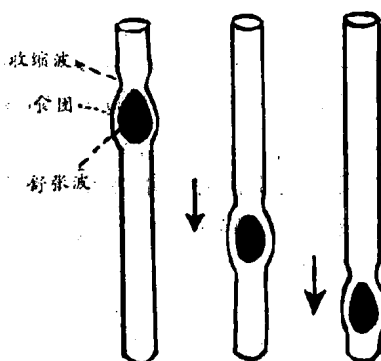


图 5—4 食道蠕动的模式图

食道的蠕动是一种反射动作，它是由于食团刺激了软腭和咽部的感受器而引起的。一般把吞咽引起的食道蠕动称为一级蠕动。像在消化道的其他部位一样，扩张通常是引起蠕动的适宜刺激，因为食团对食道局部的扩张作用也可以引起蠕动，称为食道的二级蠕动。二级蠕动能把由胃倒流入食道食物重新推送入胃，也可把因一级蠕动无效而遗留在食道中的食物再次推进胃内。

在食道和胃之间，虽然不存在有解剖上的括约肌，但用测压法可以观察到，在食道与胃贲门连接处以上，有一段长约 4～6 厘米的高压区，其内压力一般比胃内高出约 5～10 毫米汞柱，因此是阻止胃内容物逆流流入食道的屏障，起到了类似生理括约肌的作用。通常将这一段食道称为食道—胃括约肌。

从吞咽开始至食物到达贲门所需的时间与食物的性状、与人的体位有关。流体食物约需 3～4 秒，糊状食物平均约需 5 秒，固体食物最慢，约需 6～8 秒，一般不超过 15 秒。

第三节 胃内消化

胃的功能有二：其一是暂时贮存食物。成年人的胃一般可以容纳 1～2 升的食物，因此人们每日只需进食 2～3 餐。在一次饱餐后，食物可以慢慢地由胃进入小肠，保证小肠内消化和吸收过程的正常进行；另一功能是消化食物。食物从食道进入胃内后，受到胃壁肌肉的机械消化和胃液的化学消化作用，食物中蛋白质的一部分将在此被初步分解。此后，胃内容物即以粥样的食糜状态，小量地逐次通过幽门被排入十二指肠。

一、胃与胃液

(一) 胃的结构

胃的上端有食道的入口，称为贲门，下端与十二指肠相连，称为幽门。通常以小弯切迹为界，把胃分为贲门部和幽门部两大部分。贲门部包括胃底和胃体，这一部分在容积上约占全胃的 $4/5$ 。幽门部在角切迹右方，也称胃窦(图 5—5)。

在胃的全部内表面，都衬有一层粘膜。胃粘膜是一个复杂的分泌器官，根据所含管状腺及其分泌物的不同，常将胃粘膜分成三个区域。

贲门腺区：是胃底与食道连接处的一个宽约 1~4 厘米的环状区，其粘膜内并不含有分泌酸性胃液的胃腺，而是充满了由粘液细胞组成的贲门腺。

泌酸腺区：包括胃底和胃体部的粘膜。此区粘膜中含有大量分泌酸性胃液的胃腺。胃腺是胃的主要消化腺，主要由壁细胞、主细胞和粘液细胞组成，它们分别分泌盐酸、胃蛋白酶原和粘液。一般所说的胃液，就是指由这三种细胞所分泌的液体的混合液。壁细胞还分泌一种与维生素 B_{12} 吸收有关的物质——内因子。

幽门腺区：相当于幽门部或胃窦，其粘膜内含有与贲门腺相似的由粘液细胞组成的幽门腺，分泌硷性粘液。幽门腺区还散布有一种内分泌细胞，称为“G”细胞，分泌一种称为胃泌素(gastrin)的激素，进入血液循环，刺激壁细胞分泌盐酸。

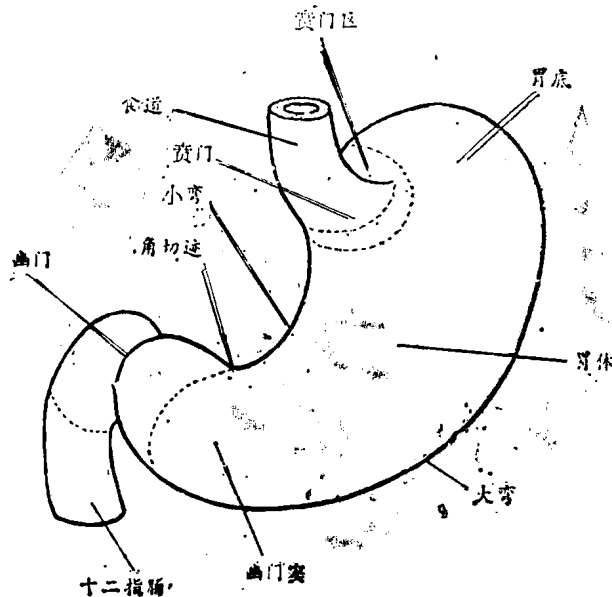


图 5—5 胃的解剖

(二) 收集胃液的方法

研究人的胃液分泌过程和收集胃液时，常用胃管(细长的橡皮管)来进行。方法是胃管的一端由口吞下(或由鼻插入)使其经食道入胃内，然后由管的外端用注射器抽取胃液。应用这个方法时，常在收集空腹胃液后给被试者以一定量的食物作为试餐，或注射一定量的刺激物如组织胺或胃泌素，观察胃的分泌反应。

大部分胃液分泌的研究是在动物身上进行的，方法是在经过特殊手术后的动物身上进行慢性实验。慢性实验的方法很多，例如在狗身上制成永久胃瘘管以收集胃液。这个方法主要是用特制的金属套管安装在胃上，通至腹壁外，形成人工瘘管。平时将瘘管外口堵塞，收集胃液时再将外口的管塞打开。这种方法的缺点是所收集的胃液不能

纯净，其中常混有食物残渣、唾液及由十二指肠倒流入胃的液体。

为了获得纯净胃液，可以采用另一种实验方法，即将狗胃的胃体分离出一小部分，缝合起来形成小胃，开口于腹壁皮外。另将主胃的切口缝合，仍和食道及小肠相通，进行正常的消化。这种隔离的小胃有两种。一种是在制备时把分布到小胃的迷走神经完全切断，只有部分交感神经随血管进入小胃，称为无神经支配小胃或海登汉小胃，常被用来研究血液循环中的激素对胃分泌和运动的影响；另一种隔离小胃的制作方法和前一种的不同点是在胃壁上作切口时，仅把粘膜层完全切开，而保留一部分浆膜和肌肉层的完整。这样，便可有一部分迷走神经分支和血管借此通向小胃，而主胃和小胃的粘膜是彼此完全隔离的。由于这种小胃保留了迷走神经支配，因而能准确地反映主胃的活动，通常把这种小胃称为有神经支配小胃或巴甫洛夫小胃（图 5—6）。

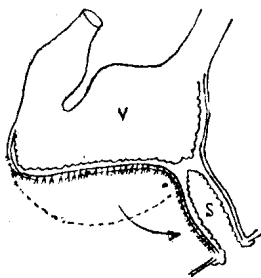


图 5—6 巴甫洛夫小胃
v 主胃 s 小胃

（三）胃液的性质、成分和作用

纯净的胃液是一种无色而呈酸性反应（pH 约为 0.9~1.5）的液体。其成分包括无机物如盐酸、钠和钾的氯化物等以及有机物如粘蛋白、消化酶等。

1. 盐酸 盐酸是由壁细胞所分泌的，通常所称的胃酸即指盐酸而言。胃液的盐酸有两种形式，一种是解离的，称为游离酸；另一种是与蛋白质结合的，称为结合酸。游离酸和结合酸的总浓度称为总酸度。用临床检验法测定，正常人空腹胃液的总酸度为 10~50 临床单位，其中游离酸为 0~30 临床单位。胃液的酸性反应主要决定于游离酸。所谓临床单位是指中和 100 毫升胃液中的全部酸性物质所需要的 0.1 当量氢氧化钠的毫升数。如中和 100 毫升胃液中的全部酸性物质，消耗 30 毫升的 0.1 当量氢氧化钠溶液，则总酸度为 30 临床单位。目前一般主张以总酸排出量（单位时间内的毫克当量数）来表示胃液中的盐酸量。正常人在空腹时胃液中总酸排出量约为 0~5 毫克当量/小时。男性的酸分泌多于女性，50 岁以后分泌速率即有所下降。在组织胺刺激下，盐酸的最大排出量可达 20 毫克当量/小时。

盐酸能激活胃蛋白酶原，并供给胃蛋白酶发挥作用所需要的酸性环境；盐酸可使食物中的蛋白质变性而易于分解；盐酸还可杀死随食物进入胃内的细菌；盐酸进入小肠后，可促进胰液、肠液和胆汁等消化液的分泌；它所造成的酸性环境还有助于小肠对铁和钙的吸收。由于盐酸有这么多种作用，因此胃酸分泌过少或胃酸缺乏，常可产生腹胀，腹泻等消化不良的症状。但若盐酸分泌过多，也会对人体产生不利的影响。一般认为，过高的胃酸对胃和十二指肠粘膜具有侵蚀作用，可能是消化性溃疡发病的原因之一。

2. 胃蛋白酶 胃蛋白酶是由胃腺的主细胞产生的。它先是以不具有活性的酶原（胃蛋白酶原）形式分泌出来，在胃酸或已被激活的胃蛋白酶的作用下，分离出一个较小

分子的多肽，转变为具有活性的胃蛋白酶。

胃蛋白酶是胃液中最重要消化酶。它能水解蛋白质，其主要产物是胨和胨，而产生的多肽和氨基酸则较少。胃蛋白酶只有在酸性较强的环境中才有作用（最适pH为2）。随着pH的升高，胃蛋白酶的活性即降低，当pH升高到6以上时，此酶即发生不可逆的变性。

3. 粘液 胃液中的粘液是由粘膜的表面上皮细胞、胃腺中的粘液细胞以及贲门腺和幽门腺分泌的。粘液中含有多种大分子物质，如蛋白质、糖蛋白和粘多糖等，其中糖蛋白是粘液的主要组成成分。

胃的粘液根据其存在的形式可以分为不溶性粘液和可溶性粘液两种。由表面上皮细胞分泌的是一种肉眼可见的粘液，称为不溶性粘液，呈胶冻状，粘稠度很大。一般认为，表面上皮细胞分泌粘液是持续地自发地进行的。因此，在胃的表面经常覆盖着一层厚约一毫米的粘稠的粘液膜。对粘膜表面的机械性和化学性刺激都可使其分泌增加。可溶性粘液是由胃腺的粘液细胞、贲门腺和幽门腺分泌的，故称为腺性粘蛋白。空腹时胃液中不存在这种粘液，迷走神经兴奋或拟副交感药物则可引起它的分泌。

从口腔到肛门的整个消化道的粘膜上，都有粘液腺分泌的粘液。虽然不同部位产生的粘液其化学性质稍有不同，但这些粘液有着许多共同的理化特性：（1）粘液即能紧密地附着在食物颗粒表面上形成一层薄膜，又可覆盖在粘膜表面上，润滑消化道，减少食物通过时的磨擦，保护粘膜免受机械损伤和消化液的侵蚀作用；（2）从化学观点来看，粘液极不易被消化酶所消化，因而增加对消化道粘膜的保护作用；（3）粘液中的粘蛋白，像所有蛋白质一样，是能缓冲小量酸和硷的两性物质，这样就更能保护消化道粘膜不受消化液的作用。胃液中的粘液也具有上述这些特性和作用，因而多年来曾经考虑过粘液分泌障碍是否是消化性溃疡的一个发病原因。

4. 内因子 在正常胃组织和胃液中，还存在一种与维生素B₁₂（抗巨幼红细胞性贫血物质）的吸收有关的所谓“内因子”，缺乏此因子就会产生恶性贫血。在人体，内因子是由胃腺的壁细胞分泌的，它是一种糖蛋白。内因子能和维生素B₁₂结合在一起，形成一种复合物，转运至回肠，附着在回肠粘膜的特殊受体上，有促进回肠上皮吸收维生素B₁₂的作用。

正常人内因子的基础分泌量远远超过为促进维生素B₁₂吸收所需要的量。各种引起胃酸分泌的刺激，都可使内因子的分泌增加。但在巨幼红细胞性贫血、广泛性萎缩性胃炎和胃酸缺乏的病人，内因子分泌量很少。任何能使内因子失活、阻止内因子与维生素B₁₂结合或阻断回肠粘膜细胞上特殊受体的物质，都可能使维生素B₁₂的吸收降低。

二、胃液分泌的调节

与唾液分泌只受神经因素的调节不一样，胃液分泌同时受到神经因素和体液因素的调节。

（一）神经因素

胃液分泌的调节是通过迷走神经来实现的。引起胃液分泌的冲动来自延髓迷走神经背核，以后冲动沿迷走神经传到胃壁内的肌间神经丛，通过递质乙酰胆硷而作用于胃

腺。迷走神经兴奋的结果，胃腺分泌大量的胃蛋白酶和胃酸，同时也使贲门腺、幽门腺和胃腺颈部粘液细胞分泌的粘液大大增加。

此外，迷走神经兴奋也使胃幽门腺区的“G”细胞分泌胃泌素。因此，迷走神经即可直接作用于胃腺使分泌的胃液增加，又可引起胃泌素的释放而间接地增加胃液分泌量。

（二）体液因素

主要是幽门腺区“G”细胞受刺激而合成和分泌的胃泌素。迷走神经兴奋、食物对幽门部粘膜的机械扩张（通过胃壁内神经丛的局部反射），都可以使胃泌素大量分泌。此外，某些促分泌物质如低浓度的酒精、蛋白质的消化产物等也能促进胃泌素的分泌。与此相反，幽门粘膜的过度扩张以及幽门部的酸化，却能抑制胃泌素的分泌。

当胃泌素进入血液而被运至胃腺时，它主要刺激壁细胞分泌盐酸，但也在较小的程度上刺激主细胞分泌胃蛋白酶。因此胃泌素作用的结果使胃腺分泌酸度很强的胃液，而这种胃液中所含的消化酶浓度也有所提高。

胃泌素引起的最大胃液分泌率稍小于刺激迷走神经所引起的最大胃液分泌率，然而胃泌素却能产生更为持久的效应，其刺激胃腺分泌的作用长达数小时之久。应该指出的是，迷走神经兴奋与胃泌素之间具有互相加强的作用，当它们共同作用时，增加的胃液分泌量远大于这两因素分别单独作用时胃液增加之和。

胃酸分泌显然是受到反馈机制调节的。当胃液的pH值低于2时，增强的酸度本身就能完全抑制胃泌素的分泌，借此防止高酸度胃液对胃的自身消化。因为如果没有这一反馈机制的调节，胃酸量本来会无限制地增加的。

人的胃泌素是由17个氨基酸组成的多肽，其活性取决于羧基端的四个氨基酸的特殊排列，即色氨酸—蛋氨酸—天门冬氨酸—苯丙氨酸—氨基，因而这部分被认为是胃泌素的生物活性的最小断片，称为四肽胃泌素。然而其强度只有完整胃泌素的五分之一。

近年来在上述四肽胃泌素的基础上，合成了一种五肽胃泌素，也具有强烈的刺激胃酸分泌的作用，可作为临床或实验室检查胃液分泌功能的刺激物。

（三）消化期胃液分泌的调节

在非消化期，即在空腹时，人的胃腺只分泌一些中性或弱硷性反应的液体，只有在进食时才开始分泌酸性胃液。消化期的胃液分泌，一般按感受食物刺激的部位的先后分成三个时期，即头期、胃期和肠期。但必须指出，将胃液分泌分作三个时期完全是人为的，只是为了叙述上的方便与清楚。实际上，这三个时期是一个统一的不能机械地分割开来的过程，因为在时间上这三个时期几乎是同时发生、互有重叠的，而不是顺序发生的；在分泌机理上，三个时期的胃液分泌又都受神经和体液因素的双重控制，且它们之间又是紧密联系、相互加强的。

1. 胃液分泌的头期 这一期的胃液分泌是由进食动作所引起的。头期胃液分泌的机理，曾用慢性实验方法作了较详细的分析。即用一事先施行过食道切断术和具有胃痿的狗进行假饲，这样，食物经过口腔进入食道，随即由食道的切口流出体外，食物并未进入胃内，但却引起胃液分泌（图5—7）。切断支配胃的迷走神经，假饲就不再引起胃液分泌。

用假饲法曾经确定，由进食动作所引起的胃液分泌，包括条件反射性和非条件反射性两种机理。前者是由于和食物有关的形象、气味、声音等刺激了视觉、嗅觉、听觉等感受器而引起的；后者则是咀嚼和吞咽食物时，刺激了口腔和咽喉等处的化学和机械感受器而引起的。但是，头期的胃液分泌并不是纯神经反射的，因为它包括有迷走—胃泌素的机制在内。

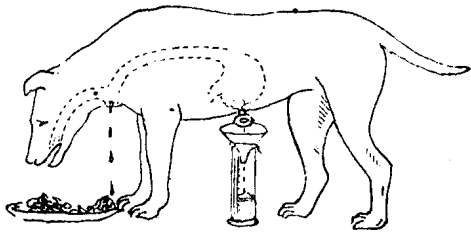


图 5—7 用假饲法获得胃液

头期胃液分泌的特点是分泌延续的时间较长，假饲 5 ~ 10 分钟，胃液分泌可延续 2 ~ 4 小时。这一期胃液分泌的量和酸度都相当高，而胃蛋白酶的含量则尤其高。分泌量的多少与食欲有很大的关系。图 5—8 表示一个食道阻塞而有胃痿的女病人，在进行假食时胃液分泌的情况。试餐 I 是麦片粥，试餐 II 是病房常规饮食，试餐 III 是病人自行选择的喜爱的食物。可以看到，对喜爱的食物产生了很强的分泌反应，而对淡而无味的麦片粥则几乎不引起反应。

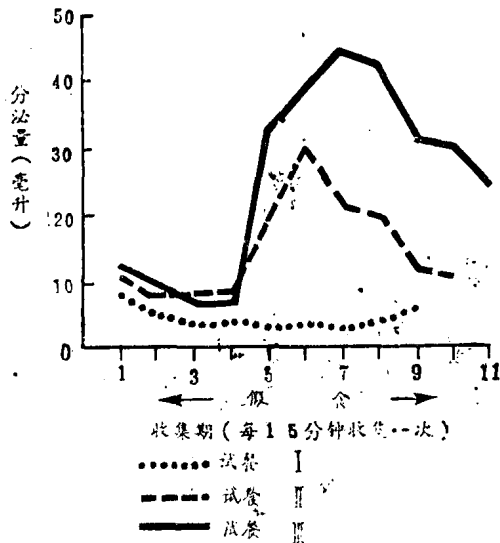


图 5—8 假食在胃痿病人引起的胃液分泌量反应

精神因素对胃分泌有明显的影响，人于愤怒和紧张时，胃液分泌量大为增加。因

此，强烈的情绪刺激能在生理上不适宜的时间引起大量的胃液分泌，这种反应被认为是导致胃溃疡的主要因素。与此相反，恐惧或忧郁能减少胃血流量而明显地抑制胃分泌。

2. 胃液分泌的胃期 食物入胃后将刺激胃液分泌。在具有小胃的狗可以观察到，当悄悄地食物直接由胃瘘放入主胃后30分钟，小胃就有大量的胃液分泌出来，且可持续数小时之久，称为胃期的胃液分泌。这一期所分泌的胃液酸度也相当高，但消化力却比头期所分泌的胃液为小。

食物对胃的刺激主要通过以下途径引起胃液分泌：（1）扩张刺激胃底胃体部的感受器，通过迷走—迷走长反射引起胃腺分泌；（2）扩张刺激胃底胃体部感受器，通过壁内神经丛的局部反射引起胃腺分泌；（3）扩张刺激幽门部粘膜，通过壁内神经丛作用于“G”细胞释放胃泌素，以及化学刺激如浓的肉汤、鱼汤、蛋白质分解产物、酒精等作用于幽门部“G”细胞引起胃泌素释放，继而使胃液分泌增加。

3. 胃液分泌的肠期 将食物如肉的提取物、蛋白胨、氨基酸等由瘘管直接注入狗的十二指肠内、或机械扩张十二指肠时，引起无神经支配的海登汉小胃分泌胃液。这一现象即不能用神经机理来解释，因而有人设想小肠内存在着与幽门部相似的调节方式，即当食物与小肠粘膜接触时，有一种或几种激素从小肠粘膜释放出来，通过血液循环作用于胃腺。十二指肠粘膜中所产生的胃泌素，可能就是这种激素。此外，在酸、脂肪等食糜作用下，由十二指肠粘膜产生的胆囊收缩素，由于其羟基端的五个氨基酸排列与胃泌素相同，也具有弱的刺激胃液分泌的作用。

肠期的胃液分泌量很少，约占消化期总的胃液分泌量的10%。
三期胃液分泌的调节情况，大致如图5—9所示。

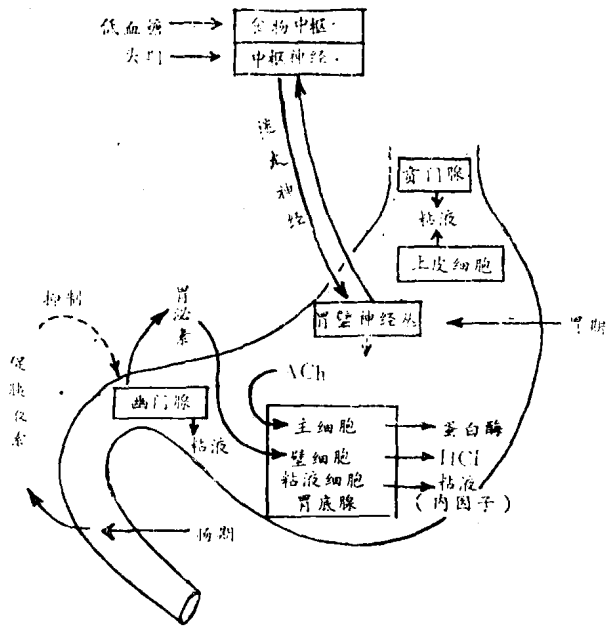


图 5—9 各期胃液分泌示意图