



人体不仅要从外环境中摄取 O_2 , 还必须摄取足够的营养物质, 包括蛋白质、脂肪、糖类、无机盐、维生素和水。其中, 水、无机盐和维生素可被机体直接吸收, 而糖类、脂肪、蛋白质必须先经过消化系统消化之后才能被机体吸收, 未被消化和吸收的食物残渣在肠道内形成粪便后被排出体外。



学习目标

- ◎ 掌握胃液、胰液和胆汁的成分及作用, 主要营养物质的吸收部位。
- ◎ 熟悉胃和小肠的运动形式, 唾液的成分及作用, 消化器官的神经支配, 主要胃肠激素的生理作用, 排便反射。
- ◎ 了解消化道平滑肌的生理特性, 小肠液的成分及作用, 大肠的运动形式。

5.1 消化与吸收概述

消化系统的主要生理功能是对食物进行消化和吸收, 从而为机体新陈代谢提供必不可少的物质和能量来源。

5.1.1 消化与吸收的概念

人的消化系统是由长为 8~10 m 的消化道及与其相连的许多大、小消化腺组成的。

1. 消化

消化(digestion)是指食物在消化道内被分解成可吸收的小分子物质的过程。消化的方式有两种: 一种是机械性消化(mechanic digestion), 即通过消化道运动将食物磨碎, 使之与消化液充分混合, 并将食物不断地向消化道远端推进的过程; 另一种是化学性消化(chemical digestion), 即通过消化腺分泌的消化酶通过各种化学作用将食物中的营养成分分解成小分子物质。在整个消化过程中, 这两种消化方式同时进行、密切配合。

2. 吸收

食物经过消化后,透过消化道黏膜进入血液和淋巴的过程称为吸收(absorption)。

消化和吸收是两个相辅相成、紧密联系的过程,它们共同将食物分成精华和糟粕两个部分,通过吸收精华,最后将糟粕排出体外。消化系统除具有对食物进行消化和吸收的主要功能外,某些消化器官还能分泌多种胃肠激素,具有重要的内分泌功能。

5.1.2 消化道平滑肌的生理特性

在整个消化道中,除口腔、咽、食管上端和肛门外括约肌是骨骼肌外,其余部分均由平滑肌构成。消化道可通过这些肌肉的舒缩活动完成对食物的机械性消化,并推动食物前进。消化道的运动对食物的化学性消化和吸收也有促进作用。

1. 消化道平滑肌的一般特性

消化道平滑肌具有肌组织的共同特性,但同时这些特性的表现也各有其特点。

(1)自动节律性。在适宜的环境中,离体的消化道平滑肌在没有外来刺激的情况下能够进行自动节律性收缩,但收缩很缓慢,节律性远不如心肌规则。

(2)富有伸展性。消化道平滑肌能适应实际需要而做很大的伸展。作为空腔脏器,这一特性具有重要的生理意义,它可使消化道特别是胃能容纳好几倍于自己初体积的食物,但压力不发生明显变化。

(3)兴奋性较低。消化道平滑肌的兴奋性较骨骼肌低;收缩的潜伏期、收缩期和舒张期所占的时间比骨骼肌长得多,且变异很大。

(4)具有紧张性。消化道平滑肌经常保持在一种微弱的持续收缩状态,即具有一定的紧张性。消化道各部分,如胃、肠等之所以能保持一定的形状和位置,与平滑肌的紧张性有重要的关系。紧张性还使消化道管腔内保持一定的基础压力。平滑肌的各种收缩活动是在紧张性的基础上发生的。

(5)对某些理化刺激的敏感性。消化道平滑肌对电刺激不敏感,但对机械牵张、温度变化和化学刺激特别敏感。例如,微量的乙酰胆碱可引起消化道强烈收缩,微量的肾上腺素则可使其舒张;消化道内容物的机械牵张、温度改变等都可使其产生较强的反应。

2. 消化道平滑肌的电生理特性

消化道平滑肌的收缩活动与骨骼肌和心肌的活动一样,是在电位变化的基础上发生的。但是,消化道平滑肌的电活动要比骨骼肌和心肌复杂得多,其电生理变化(见图 5-1)大致可分为三种,即静息电位、慢波电位和动作电位。

(1)静息电位。消化道平滑肌的静息电位很不稳定,波动较大,其测定值为 $-60 \sim -50$ mV,静息电位主要与 K^+ 平衡电位形成有关, Na^+ 、 Ca^{2+} 和 Cl^- ,以及生电性 Na^+ 泵的活动也参与了静息电位的形成, Na^+ 泵活动的强弱可改变静息电位的大小。

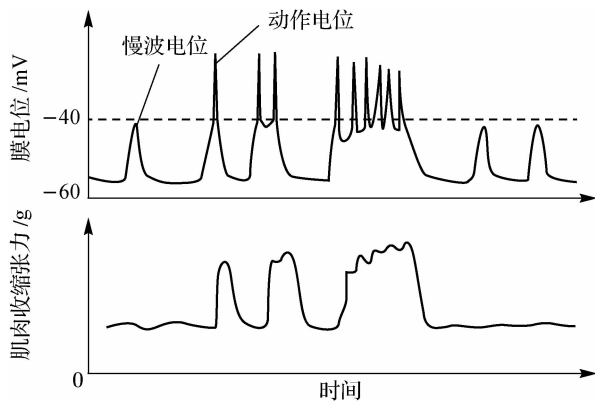


图 5-1 消化道平滑肌的电活动与收缩之间的关系

(2)慢波电位。消化道平滑肌细胞可产生节律性的自发性去极化。以静息膜电位为基础的这种周期性波动由于发生频率较慢而被称为慢波电位(slow waves),又称基本电节律(basal electric rhythm, BER)。消化道不同部位的慢波频率不同,在人类,胃的慢波频率为每分钟3次,十二指肠的慢波频率为每分钟12次,回肠末端的慢波频率为每分钟8~9次。慢波电位起源于纵行肌,以电紧张形式扩布到环行肌。慢波电位的波幅为5~15 mV,持续时间由数秒至十几秒。慢波电位本身不能引起肌肉收缩,但其产生的去极化可使膜电位接近阈电位水平,一旦达到阈电位,就可以触发产生动作电位。

(3)动作电位。消化道平滑肌的动作电位与神经纤维和骨骼肌的动作电位的区别在于以下几点:

①锋电位上升慢,持续时间长。

②不受 Na^+ 通道阻断剂的影响,但可被 Ca^{2+} 通道阻断剂所阻断,这表明它的产生主要依赖 Ca^{2+} 的内流。

③复极化与骨骼肌相同,都是通过 K^+ 的外流而形成的。不同的是,消化道平滑肌 K^+ 的外向电流与 Ca^{2+} 的内向电流在时间过程上几乎相同。因此,锋电位的幅度低,而且大小不等。

慢波电位、动作电位与平滑肌收缩的关系可简要归纳为:平滑肌在慢波的基础上产生动作电位,动作电位引发平滑肌的收缩,平滑肌收缩的张力与动作电位的数目有关;慢波是平滑肌收缩的起步电位,是收缩节律的控制波,它决定了平滑肌收缩的频率、传播速度和方向。

5.1.3 消化腺的分泌功能

消化液主要由唾液腺、胃腺、肠腺、肝脏、胰腺等外分泌腺分泌,主要由水、各种有机物和无机物组成(见表5-1)。成人每日由各种消化腺分泌的消化液的总量为6~8 L。消化液的主要功能为:使结构复杂的食物水解为结构简单的小分子物质,以利于吸收;改变消化道内的pH,为消化酶提供适宜的pH环境;稀释食物,使之与血浆渗透压相等,以利于吸收;消化液中的黏液、抗体和大量的液体能保护消化道黏膜,防止发生物理性和化学性损伤。

表 5-1 消化液的成分

消化液名称	分泌量/ $\text{L} \cdot \text{d}^{-1}$	pH	主要成分
唾液	1.0~1.5	6.6~7.1	黏液、 α -淀粉酶
胃液	1.5~2.5	0.9~1.5	黏液、盐酸、胃蛋白酶原、内因子
胰液	1.0~2.0	7.8~8.4	HCO_3^- 、胰淀粉酶、胰脂肪酶、胰蛋白酶原、糜蛋白酶原
胆汁	0.8~1.0	6.8~7.4	胆盐、胆固醇、胆色素
小肠液	1.0~3.0	7.6~8.0	黏液、肠激酶
大肠液	0.6~0.8	8.3~8.4	黏液、 HCO_3^-

5.2 口腔内消化

食物的消化从口腔开始。在口腔内,食物被咀嚼、磨碎,经过舌的搅拌,与唾液充分混合后形成食团,并通过吞咽经食管进入胃。虽然食物在口腔内停留的时间很短,但其对口腔的刺激可反射性地引起胃肠活动增强和消化液分泌增加。

5.2.1 唾液

唾液(saliva)是口腔内腮腺、下颌下腺和舌下腺三对大唾液腺及许多散在的小唾液腺分泌的混合性液体。食物在口腔内的化学性消化是通过唾液的作用来实现的。正常成人每日分泌唾液 1.0~1.5 L。

1. 唾液的性质、成分和作用

唾液无色、无味,接近于中性(pH 为 6.6~7.1)。唾液中水占 99%,还有少量的有机物和无机物。有机物主要为唾液淀粉酶、溶菌酶、黏蛋白、球蛋白等,无机物有 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 和 SCN^- 等。这些离子的浓度可随分泌唾液的速度而发生变化。

唾液的主要作用如下:

- (1)湿润口腔和溶解食物,以利于咀嚼、吞咽和引起味觉。
- (2)消化淀粉。唾液淀粉酶(salivary amylase)可把食物中的淀粉分解为麦芽糖,食物进入胃后,唾液淀粉酶还可继续作用一段时间,直至胃内容物 pH 变为约 4.5 为止。
- (3)清洁和保护口腔。唾液可清除口腔中的残余食物,当有害物质进入口腔时,它可以冲淡、中和这些物质。唾液中的溶菌酶还有杀菌作用。
- (4)排泄功能。进入体内的某些物质(如铅、汞等)可部分随唾液排出,有些毒性很强的微生物(如狂犬病毒)也可随唾液排出。

2. 唾液分泌的调节

唾液分泌的调节是反射性调节,包括非条件反射和条件反射。在进食过程中,食物对口腔产生的机械、化学和温度等刺激引起的唾液分泌属于非条件反射。食物的形状、颜色、气味、进食环境及有关语言等引起的唾液分泌属于条件反射,如望梅止渴、谈论美食引起的唾液分泌。这些刺激可经过第 V、Ⅶ、Ⅸ、X 对脑神经传入延髓,再通过副交感神经和交感神经到达唾液腺,调节唾液的分泌。



知识链接

巴甫洛夫的经典条件反射实验

19 世纪末,俄国生理学家巴甫洛夫进行了一系列关于条件反射的实验,这些实验很快受到全世界生物学家的关注。巴甫洛夫致力于神经系统是如何支配行为的研究,他通过研究使狗产生唾液的种种方式揭示了学习行为的本质。巴甫洛夫的条件反射学习实验装置如图 5-2 所示。

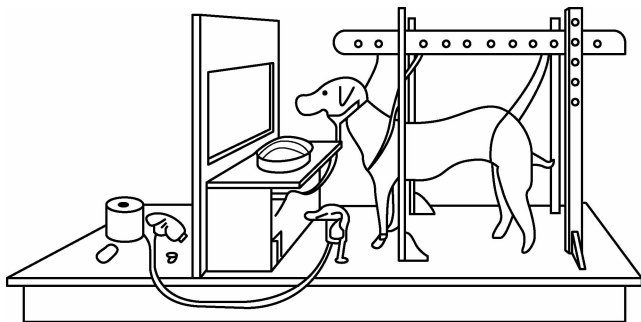


图 5-2 巴甫洛夫的条件反射学习实验装置

为了计量狗在实验期间分泌唾液的量,巴甫洛夫为实验狗做了一个小手术。唾液通常是通过一条唾液腺经过导管流入狗的口腔的,而巴甫洛夫改变了这条导管的线路,使它通到体外,这样就可以客观地接取和计量由导管滴出的唾液。待狗的手术创口愈合后,巴甫洛夫便开始了实验。他每次给狗吃肉时,狗即流口水,而且看到肉就流口水,这说明狗是健康的,具有流涎反应。此后,巴甫洛夫每次给狗吃肉之前总是按蜂鸣器。于是,这声音就如同让狗看到肉一样,也会使其流下口水,即使蜂鸣器响过后没有食物也是如此。巴甫洛夫发现,他不能连续欺骗这些狗。如果蜂鸣器响过后不给食物,狗对该声音的反应就会变得越来越弱,分泌的唾液一次比一次少。但是,假如不是连续数天的试验,他们还会对蜂鸣器的声音做出反应,但唾液的分泌量明显减少。

5.2.2 咀嚼与吞咽

食物在口腔内通过咀嚼运动被磨碎,由大变小,被唾液湿润形成食团,以便于吞咽。

1. 咀嚼

咀嚼(mastication)是由咀嚼肌群顺序收缩而完成的复杂的反射动作,受人的意识控制。咀嚼的作用为:利用牙齿将食物切割、磨碎;在舌的帮助下,使食物与唾液充分混合,以利于吞咽;使食物与唾液淀粉酶充分接触,以利于化学性消化。此外,咀嚼运动还能加强食物对口腔内各种感受器的刺激,可反射性地引起胃液、胰液、胆汁的分泌,为随后的消化过程提供有利条件。

2. 吞咽

吞咽(swallowing)是指食物由口腔经咽、食管进入胃的过程,是一种复杂的神经反射性动作。根据食物通过的部位,吞咽过程可分为三个阶段。

(1)食团由口腔到咽是在来自大脑皮质的冲动的影响下随意开始的。开始时,舌尖上举触及硬腭,然后主要通过下颌舌骨肌的收缩把食团推向软腭后方而至咽部。舌的运动对于吞咽动作非常重要。

(2)食团由咽进入食管上端约需 0.1 s。当食团刺激软腭的感受器时,可引起一系列肌肉的反射性收缩,使软腭上升,咽后壁向前压,封闭鼻咽通路;声带内收,喉头上升并向前紧贴会厌,封闭咽与气管的通路;喉头前移,食管-胃括约肌舒张,使咽与食管的通道开放,食团由咽被推入食管。

(3)食团沿食管下行至胃由食管平滑肌的顺序收缩而实现。食管平滑肌的顺序收缩又称蠕动(peristalsis),它是消化道平滑肌共有的一种向前推进的波形运动。在食团的下端为一舒张波,上端为一收缩波,这样,食团就会很自然地推送前进(见图 5-3)。

食管与胃之间虽然在解剖上并不存在括约肌,但用测压法可以观察到:在食管与胃的贲门连接处有一段长为 4~6 cm 的高压区,其内压力一般比胃高出 5~10 mmHg。因此,贲门是正常情况下阻止胃内容物逆流入食管的屏障,起到了类似生理括约肌的作用,因而通常将这一段食管称为食管-胃括约肌。当食物经过食管时,刺激食管壁上的机械感受器,可反射性地引起食管-胃括约肌舒张,食物便进入胃内。

从吞咽开始至食物到达贲门所需的时间与食物的性状及人体的体位有关。液体食物需 3~4 s;糊状食物约需 5 s;固体食物较慢,需 6~8 s,一般不超过 15 s。

总之,吞咽是由一系列顺序发生的反射动作实现的,此类反射的基本中枢位于延髓,其传入

纤维在第Ⅴ、Ⅸ和Ⅹ对脑神经中,支配舌咽部肌肉的传出纤维在第Ⅴ、Ⅸ和Ⅻ对脑神经中,支配食管的传出纤维在第Ⅹ对脑神经中。在昏迷、深度麻醉及某些神经系统疾病时,个体可产生吞咽反射障碍,使食物或口腔、上呼吸道分泌物误入气管。

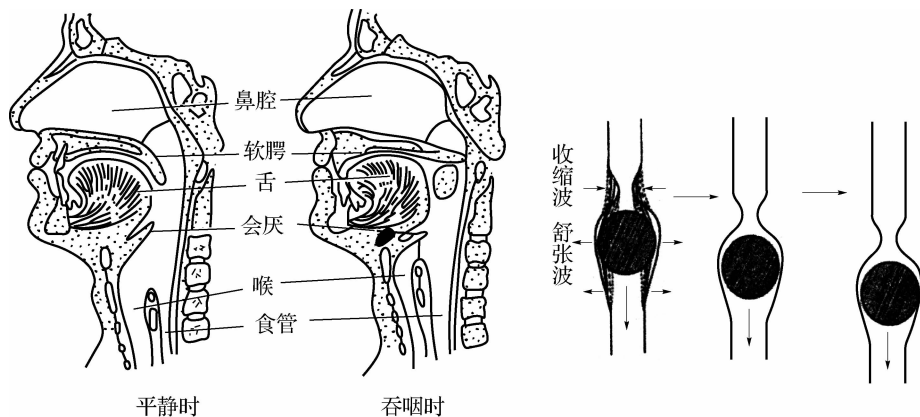


图 5-3 吞咽的过程

5.3 胃内消化

胃是消化道中最膨大的部分,具有暂时储存食物和初步消化食物的功能。成人胃的容积为 1~2 L,食物在胃内经过机械性消化和化学性消化,由食团变成食糜,然后被逐渐、分批排入十二指肠。

5.3.1 胃液

胃黏膜是一个复杂的分泌器官,其含有两类分泌细胞:一类是外分泌细胞,它们组成消化腺,包括贲门腺、泌酸腺和幽门腺;另一类是内分泌细胞,它们分散于胃黏膜中,如分泌促胃液素的 G 细胞、分泌生长抑素的 D 细胞等。胃液(gastric juice)的主要成分是这三种外分泌腺体分泌物的混合液。正常成人每天胃液的分泌量为 1.5~2.5 L。

1. 胃液的性质、成分和作用

纯净的胃液是无色、透明且呈酸性的液体,其主要成分除大量的水外,还包括盐酸、胃蛋白酶原、黏液和内因子等。

(1)盐酸。胃液中的盐酸又称为胃酸,由泌酸腺的壁细胞分泌。正常成人空腹时的盐酸排出量(基础胃酸排出量)为 0~5 mmol/h。但在食物或某些药物刺激下,盐酸排出量可高达 25 mmol/h。

胃液中的 H^+ 浓度最高可达 150 mmol/L,比血浆中的 H^+ 浓度高 300 万~400 万倍。由此可知,壁细胞分泌 H^+ 是逆浓度差主动进行的,需要消耗能量。壁细胞内的水解离可产生 H^+ 和 OH^- ,借助壁细胞内分泌小管膜上的 H^+-K^+-ATP 酶(又称酸泵)的作用, H^+ 被主动地转运入小管腔内。壁细胞胞质中含有丰富的碳酸酐酶,在它的催化下,细胞代谢产生的 CO_2 迅速与 H_2O 结合成 H_2CO_3 。 H_2CO_3 解离成 H^+ 和 HCO_3^- ,其中 H^+ 用来中和由于 H^+ 的分泌而留在细胞内的 OH^- ,壁细胞内将不致因 OH^- 的蓄积而导致 pH 升高。随着 H^+ 的分泌,壁细胞胞质

中 HCO_3^- 将有升高的趋势,而 HCO_3^- 在壁细胞的基底侧膜与 Cl^- 交换进入血液。因此,餐后大量胃酸分泌的同时,血和尿的 pH 往往会升高,出现“餐后碱潮”。与 HCO_3^- 交换而进入壁细胞的 Cl^- 则通过分泌小管膜上特异性的 Cl^- 通道进入小管腔,与 H^+ 形成 HCl 。壁细胞分泌盐酸的基本过程如图 5-4 所示。

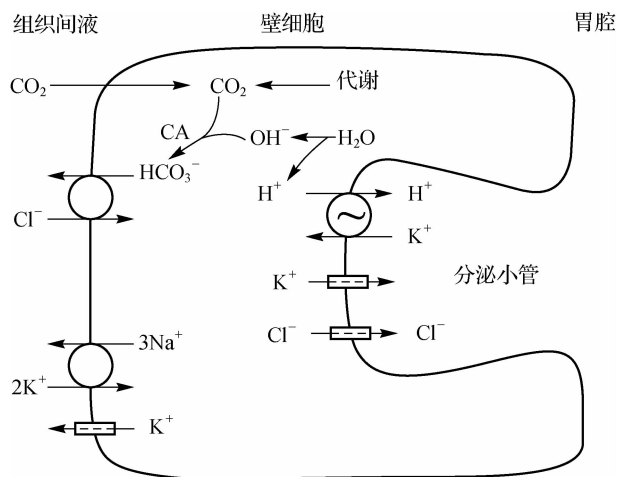


图 5-4 壁细胞分泌盐酸的基本过程

盐酸的主要生理作用如下:

①激活胃蛋白酶原使之变为有活性的胃蛋白酶,并为胃蛋白酶提供适宜的酸性环境。

②使食物中的蛋白质变性而易于水解和消化。

③杀死随食物进入胃内的细菌。

④盐酸随食糜进入小肠后可促进对钙、铁的吸收。

⑤盐酸随食糜进入小肠后可促进胰液、胆汁和小肠液的分泌。

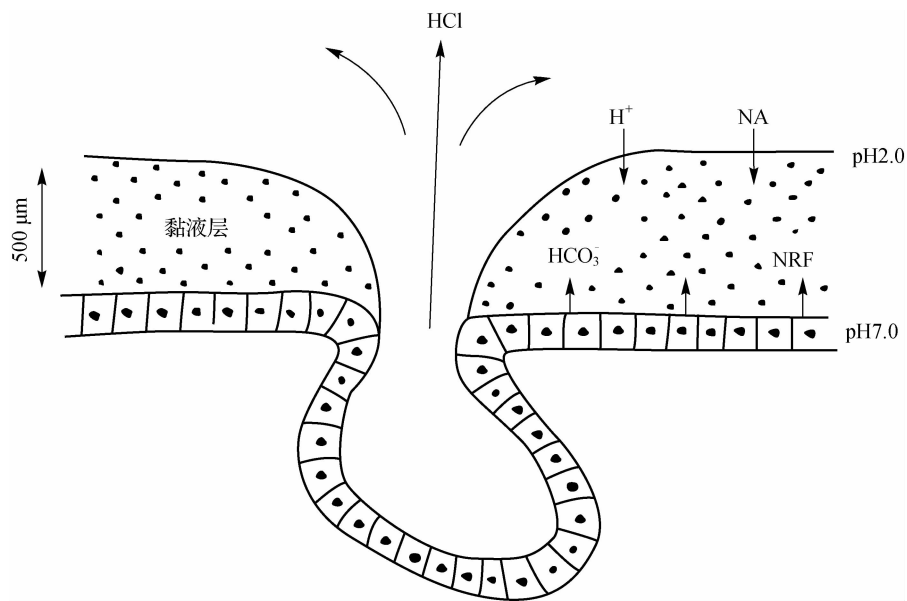
盐酸分泌不足或缺乏可引起腹胀、腹泻等消化不良症状;如果分泌过多,则对胃和十二指肠有侵蚀作用,可能诱发溃疡病。

(2)胃蛋白酶原。胃蛋白酶原(pepsinogen)由泌酸腺的主细胞合成并分泌。胃蛋白酶原本身无生物学活性,但在进入胃后,在盐酸的作用下可被水解掉一个小分子肽链,转变为有活性的胃蛋白酶。此外,胃蛋白酶本身也可激活胃蛋白酶原。

胃蛋白酶能将食物中的蛋白质水解成肽和胨,以及少量的多肽和氨基酸。胃蛋白酶作用的最适 pH 为 2.0~3.5,随着 pH 的升高,胃蛋白酶的活性逐步降低;当 pH 超过 5.0 时,胃蛋白酶将发生不可逆的变性。因此,胃蛋白酶进入小肠后将失去水解蛋白质的能力。

(3)黏液。黏液由胃黏膜表面上皮细胞、泌酸腺的黏液颈细胞、贲门腺和幽门腺分泌,其化学成分为糖蛋白。泌酸腺、幽门腺和贲门腺分泌的黏液存在于胃液中,为可溶性黏液,空腹时很少分泌,通常受食物刺激而分泌。胃黏膜表面上皮细胞分泌的黏液呈胶冻状,称为不溶性黏液,覆盖于胃黏膜表面。胃黏膜表面上皮细胞的分泌是持续性的,当盐酸分泌增多时,其分泌速度也加快。

黏液能在胃黏膜的表面形成厚约 500 μm 的凝胶层,起润滑食物和保护胃黏膜的作用。黏液还能与胃黏膜表面上皮细胞分泌的 HCO_3^- 共同构成胃黏液- HCO_3^- 屏障(见图 5-5)。当胃腔内的 H^+ 向胃黏膜上皮细胞扩散时,由于要通过黏稠度较高的黏液层,其移动速度大为减慢;同时,还不断与 HCO_3^- 相遇而中和,使胃黏液层内的 pH 出现梯度。一般靠近胃腔一侧的 pH 约为 2.0,而靠近胃黏膜上皮细胞侧的 pH 约为 7.0,胃黏膜表面的中性或偏碱性环境不但能避免 H^+ 对胃黏膜的直接侵犯,而且可使胃蛋白酶失去活性,从而能有效地防止盐酸和胃蛋白酶对黏膜的侵犯,对保护胃黏膜具有很重要的作用。

图 5-5 胃黏液-HCO₃⁻屏障

(4)内因子。壁细胞还可分泌一种分子量约为 55 000 的糖蛋白,称为内因子(intrinsic factor)。内因子可与随食物进入胃内的维生素 B₁₂结合而促进维生素 B₁₂在回肠的主动吸收。

内因子有两个活性部位:一个活性部位可与维生素 B₁₂结合成复合物,保护维生素 B₁₂免遭肠内水解酶的破坏;在内因子与维生素 B₁₂的复合物运行至回肠后;另一个活性部位便与回肠黏膜细胞上的受体结合,促进维生素 B₁₂的吸收。如果内因子分泌不足,则可引起维生素 B₁₂吸收障碍,进而影响红细胞的生成,导致巨幼红细胞性贫血。



知识链接

胃黏膜的防御机制

胃液中的盐酸、胃蛋白酶,随食物进入胃内的伤害性物质(如酒精),反流入胃的胆盐,以及一些药物(如阿司匹林)等经常攻击胃黏膜。但在正常情况下,胃黏膜很少发生损伤。这主要归功于胃黏膜有一套比较完善的自身防御机制。

(1)覆盖于胃黏膜表面的胃黏液-HCO₃⁻屏障阻止了 H⁺和胃蛋白酶的侵犯。

(2)胃黏膜上皮细胞顶部的细胞膜与相邻细胞间的紧密连接有防止 H⁺透过的作用,这一结构称为胃黏膜屏障。即使 H⁺部分通过了胃黏液-HCO₃⁻屏障,也很难穿透胃黏膜屏障而进入胃黏膜内。

(3)胃黏膜的血流十分丰富,它不仅为黏膜细胞提供了丰富的代谢原料,还可及时带走渗入黏膜的 H⁺和有害物质。

(4)近年来的研究发现,胃黏膜局部存在自身保护性物质,如前列腺素类物质,具有细胞保护作用,可阻止实验性胃肠溃疡的形成,还可阻止由酒精、强酸、强碱、幽门螺杆菌等对胃黏膜的损伤。胃黏膜自身防御功能的减弱可能在溃疡病的发病中起重要作用。

2. 胃液分泌的调节

促进盐酸分泌的内源性物质有乙酰胆碱、促胃液素(胃泌素)和组胺等;抑制盐酸分泌的内源性物质主要有生长抑素等。人在空腹时胃液分泌很少,称为基础胃液分泌或非消化期胃液分泌。进食时或进食后,在神经和体液因素的调节下,胃液大量分泌,称为消化期胃液分泌。

根据消化道感受食物刺激的部位不同,可人为地将消化期胃液分泌分为头期、胃期和肠期(见图 5-6)。实际上,这三个时期几乎是同时开始、互相重叠的。

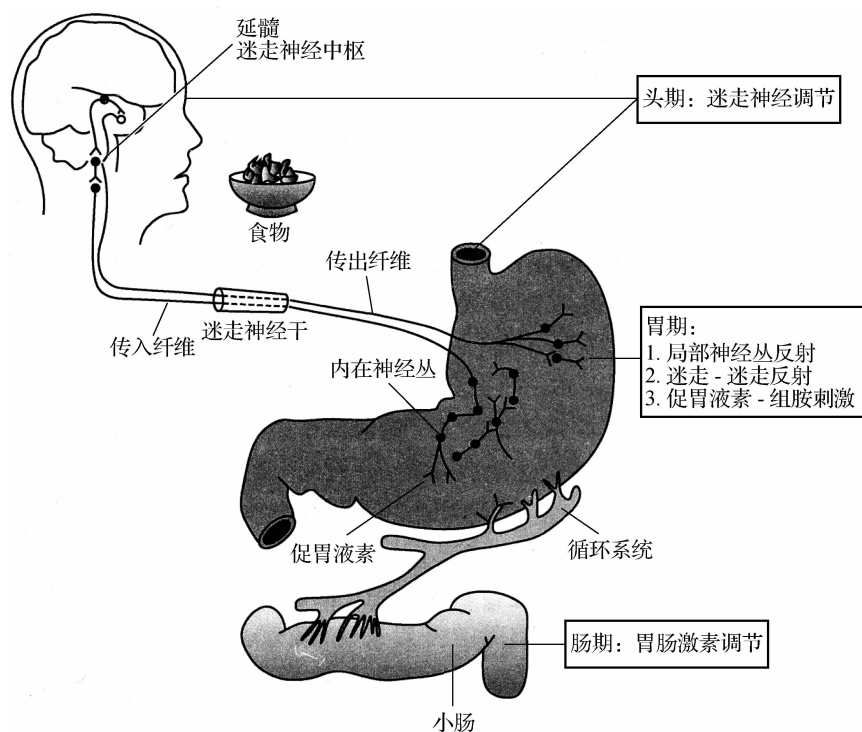


图 5-6 消化期胃液分泌的时相及其调节

(1)头期。头期胃液分泌是指食物刺激头面部感受器(如眼、鼻、耳、口腔、咽和食管)所引起的胃液分泌。头期胃液分泌的机制包括条件反射和非条件反射。食物的形、色、味、声等刺激眼、鼻、耳等感觉器官而引起的胃液分泌为条件反射。当人在咀嚼和吞咽时,食物直接刺激口腔、咽部的化学和机械感受器而引起的胃液分泌为非条件反射。

头期胃液分泌的反射中枢位于延髓、下丘脑、边缘叶和大脑皮质等部位,迷走神经是这些反射共同的传出神经。迷走神经兴奋时,一方面通过其神经末梢释放 ACh 直接作用于壁细胞引起胃液分泌;另一方面还可作用于胃窦部的 G 细胞,引起促胃液素分泌,从而间接促进胃液分泌。头期胃液分泌的特点是分泌量多(约占 30%),酸度高,胃蛋白酶原含量高,消化力强。

(2)胃期。胃期胃液分泌是指食物进入胃后,通过对胃的机械刺激和化学刺激继续引起的胃液分泌。胃期胃液分泌的持续时间长,为 3~4 h,胃期胃液分泌的特点是分泌量最多(约占 60%),酸度高,但胃蛋白酶原含量较头期少,故消化力比头期胃液弱。

(3)肠期。肠期胃液分泌是指食糜进入小肠上段后,对肠壁的扩张和对肠黏膜的化学刺激,使十二指肠黏膜的 G 细胞释放促胃液素,引起胃液分泌。肠期胃液分泌的特点是分泌量少(约占 10%),酸度低,胃蛋白酶原含量也较低。

在进食过程中,胃液分泌除受上述兴奋性因素的影响外,还接受各种抑制性因素的调节。抑制性因素主要有:盐酸,当胃内 pH 降至 1.2~1.5 或十二指肠处于酸化状态($\text{pH}<2.5$)时,促胃液素的释放受到抑制,胃液分泌减少;脂肪,进入小肠的脂肪可刺激肠抑胃素的释放,抑制胃液分泌;高渗溶液,高渗的食糜进入小肠后,可刺激小肠壁内的渗透压感受器,通过肠-胃反射抑制胃液分泌。

5.3.2 胃的运动

胃是消化道内最膨大的部分,一般成人的胃容量为 1~2 L。胃既有储存食物的功能,又有泵的功能。胃底和胃体的前部(又称头区)运动较弱,其主要功能是储存食物;胃体的远端和胃窦(又称尾区)则有较明显的运动,其主要功能是磨碎食物,使食物与胃液充分混合,以形成食糜,并逐步将食糜排至十二指肠。

1. 胃运动的形式及意义

胃运动的形式主要包括容受性舒张、紧张性收缩和蠕动。

(1)容受性舒张。进食时,食物刺激口腔、咽、食管等处的感受器后可通过迷走神经反射性地引起胃底和胃体的平滑肌舒张,称为胃的容受性舒张。这一运动形式使胃的容积明显增大,正常成人空腹时胃的容量仅为 50 mL 左右,进餐后可达 2.0 L,说明胃能够接受吞咽入胃的大量食物,而胃内压则无显著升高。容受性舒张的生理意义在于使胃更好地完成容受和储存食物的功能。

(2)紧张性收缩。胃的平滑肌经常处于轻度的收缩状态,称为紧张性收缩。在消化过程中,这种收缩逐渐增强。紧张性收缩的生理意义在于:使胃保持一定的形状和位置;维持一定的胃内压,使胃液渗入食糜中,有利于化学性消化。紧张性收缩是胃的其他运动形式有效进行的基础,胃头区的紧张性收缩在进食后有所加强,可将食糜缓慢地推进至胃尾区。

(3)蠕动。食物进入胃后约 5 min,蠕动即开始。蠕动从胃的中部开始,有节律地向幽门方向进行(见图 5-7)。在人体,胃蠕动波的频率约为每分钟 3 次,并需 1 min 左右到达幽门。因此,胃的蠕动通常是“一波未平,一波又起”。

胃蠕动波在初起时比较小,在向幽门传播的过程中,波的深度和速度都逐步增加,当接近幽门时明显加强,可将一部分食糜(1~2 mL)排入十二指肠,因此有“幽门泵”之称。并不是每一个蠕动波都到达幽门,有些蠕动波到胃窦后即行消失。一旦收缩波超越胃内容物并到达胃窦终末部,由于胃窦终末部的有力收缩,部分胃内容物将被反向推回近侧胃窦和胃体部。食糜的这种后退非常有利于食物和消化液的混合,还可磨碎块状的固体食物。



图 5-7 胃的蠕动

2. 胃排空及其控制

食糜由胃排入十二指肠的过程称为胃排空。食物进入胃后 5 min,即有少量食糜排入十二指肠。胃排空的速度与食物的物理性状和化学组成都有关系。稀的、流质食物的排空速度比稠的、固体食物快,切碎的、颗粒小的食物的排空速度比大块的食物快,等渗液体的排空速度比非等渗液体快。在三种营养物质中糖类的排空速度最快,蛋白质次之,脂肪类食物最慢。对于混合食物,由胃完全排入十二指肠通常需要 4~6 h。

胃排空受来自胃和十二指肠两方面因素的控制。

(1) 胃内因素促进胃排空。

①胃内食物量对胃排空的影响。胃的内容物作为扩张胃的机械刺激可通过内在神经丛或迷走-迷走神经反射引起胃运动的加强。

②胃泌素对胃排空的影响。扩张刺激及食物的某些成分,主要是蛋白质消化产物,可引起胃窦黏膜的内分泌细胞释放促胃液素。促胃液素除促进胃液分泌外,对胃的运动也有中等程度的刺激作用,它可提高幽门泵的活动频率,使幽门舒张,因而对胃排空有重要的促进作用。

(2) 十二指肠因素抑制排空。

①肠-胃反射对胃运动的抑制。十二指肠壁上存在多种感受器,酸、脂肪、渗透压及机械扩张都可刺激这些感受器,反射性地抑制胃运动,引起胃排空减慢。这个反射称为肠-胃反射,其传出冲动可通过迷走神经、内在神经丛,甚至还可通过交感神经等几条途径传到胃。肠-胃反射对酸的刺激特别敏感,当 pH 降到 3.5~4.0 时,反射即可被引起,它抑制幽门泵的活动,从而阻止酸性食糜进入十二指肠。

②十二指肠产生的激素对胃排空的抑制。在过量的食糜,特别是酸或脂肪由胃进入十二指肠后,黏膜可释放几种不同的激素,抑制胃的运动,延缓胃排空。促胰液素、抑胃肽等都具有这种作用,统称为肠抑胃素。

上述在十二指肠内具有抑制胃运动的各项因素是经常存在的,随着盐酸在肠内被中和,食物消化产物被吸收,它们对胃的抑制性影响逐渐消失,胃运动又逐渐增强,可推送另一部分食糜进入十二指肠。如此重复,可以使胃内容物的排空速度较好地适应十二指肠内的消化与吸收速度。

3. 呕吐

呕吐(vomiting)是将胃及十二指肠内容物经口腔强力驱出的一种反射性动作。引起呕吐的原因有很多,如机械刺激或化学刺激作用于舌根、咽部、胃、小肠、大肠、胆总管、泌尿生殖系统等部位的感受器都可引起呕吐,视觉和内耳前庭的位置觉感受器受到刺激也可引起呕吐。此外,颅内压增高可直接刺激呕吐中枢,引起喷射性呕吐。

呕吐前个体常出现恶心、流涎、呼吸急迫和心跳快而不规则等自主神经兴奋症状。呕吐开始时,先是深吸气,声门紧闭,随着胃和食管下端舒张,膈肌和腹肌猛烈地收缩,挤压胃内容物通过食管而进入口腔。呕吐时,十二指肠和空肠上段的运动也变得强烈起来,蠕动增快并可转为痉挛。由于胃舒张而十二指肠收缩,平时的压力差倒转,使十二指肠内容物倒流入胃,因此呕吐物中常混有胆汁和小肠液。

在呕吐动作中,所有的这些活动都是反射性的。传入神经冲动的是迷走神经、舌咽神经和交感神经的感觉纤维及其他神经,传至延髓内的呕吐中枢。由呕吐中枢发出的冲动则沿迷走神经、交感神经、膈神经等传到胃、小肠、膈肌和腹壁肌等处。呕吐中枢的位置在延髓网状结构的背外侧。呕吐中枢在结构和功能上与呼吸中枢、心血管中枢均有密切的联系,它可以协调这些邻近中枢的活动,从而在呕吐时产生复杂的反应。

呕吐是一种具有保持意义的防御反射,它可把胃内的有害物质排出,临床上对食物中毒的患者可用催吐的方法将胃内的毒物排出。但是,长期、剧烈的呕吐会影响个体的进食和正常消化活动,并导致大量的消化液丢失,造成体内水、电解质和酸碱平衡紊乱。

5.4 小肠内消化

食糜由胃进入十二指肠后便开始了小肠内的消化,小肠内的消化是食物整个消化过程中最为重要的阶段。小肠运动对食物进行机械性消化,胰液、胆汁和小肠液对食物进行化学性消化。食糜在小肠内停留时间一般为3~8 h。食物通过小肠后,消化和吸收过程基本完成,而未被消化的食物残渣则进入大肠。

5.4.1 小肠内消化液

小肠内消化液主要包括胰液、胆汁和小肠液。

1. 胰液

胰腺是兼有外分泌功能和内分泌功能的腺体。胰腺的内分泌功能主要与糖代谢的调节有关,这部分内容将在第10章中进行讨论。胰液是由胰腺的外分泌部分泌的,外分泌部包括胰腺的腺泡细胞和小导管管壁细胞。胰液具有很强的消化作用。

(1)胰液的性质、成分和作用。胰液是无色、无味的碱性液体,pH为7.8~8.4,成人每日分泌量为1~2 L,其渗透压与血浆相等。胰液中除含有大量水分外,还含有无机物和有机物。无机物主要是碳酸氢盐,它们主要由胰腺小导管管壁细胞分泌;有机物主要由各种消化酶组成,它们由腺泡细胞分泌,包括胰淀粉酶、胰脂肪酶、蛋白水解酶等。

胰液的主要作用如下:

①碳酸氢盐。胰腺内的小导管管壁细胞可分泌水和 HCO_3^- 。 HCO_3^- 的主要作用是:中和进入十二指肠内的胃酸,保护肠黏膜免受强酸的侵蚀; HCO_3^- 造成的弱碱性环境为小肠内多种消化酶的活动提供了适宜的pH环境。

②胰淀粉酶。胰淀粉酶是一种 α -淀粉酶,它对生的或熟的淀粉的水解效率都很高,消化产物为糊精和麦芽糖。胰淀粉酶发挥作用的最适pH为6.7~7.0。

③胰脂肪酶。胰脂肪酶是消化脂肪的主要消化酶,最适pH为7.5~8.5。胰脂肪酶可将甘油三酯分解为脂肪酸、甘油一酯和甘油。胰脂肪酶只有在胰腺分泌的另一种小分子蛋白质——辅脂酶存在的条件下才能发挥作用。

胰液中还含有胆固醇酯水解酶及磷脂酶,分别可水解胆固醇酯和卵磷脂,使前者生成胆固醇和脂肪酸,后者生成溶血卵磷脂和脂肪酸。

④蛋白水解酶。蛋白水解酶主要包括胰蛋白酶(trypsin)、糜蛋白酶(chymotrypsin)、羧基肽酶和弹性蛋白酶等,它们都是以不具有活性的酶原形式存在于胰液中的。

小肠液中的肠致活酶可以激活胰蛋白酶原,使之变为有活性的胰蛋白酶。此外,胃酸、胰蛋白酶本身,以及组织液也能使胰蛋白酶原激活。糜蛋白酶原、羧基肽酶原和弹性蛋白酶原在胰蛋白酶作用下分别转化为相对应的酶。胰蛋白酶的作用与糜蛋白酶相似,都能分解蛋白质为肽和胨。当两者共同作用于蛋白质时,可消化蛋白质为小分子多肽和氨基酸,前者可被羧基肽酶和弹性蛋白酶进一步分解。

胰液中含有三种主要营养物质的消化酶,因此胰液是最重要的一种消化液。临床与实验均证明,当胰液分泌障碍时,即使其他消化液的分泌都正常,食物中的脂肪和蛋白质仍不能被完全消化,从而影响其吸收,但淀粉的消化和吸收一般不受影响。

(2)胰液分泌的调节。空腹时,胰液几乎不分泌。进食后,受食物刺激,胰液大量分泌,这种分泌受神经因素和体液因素的双重调节。食物的形状、颜色、气味及食物对口腔、食管、胃和小肠的刺激都可通过条件反射和非条件反射引起胰液分泌。该反射的传出神经是迷走神经。迷走神经可通过其末梢释放 ACh 直接作用于胰腺腺泡促进其分泌。体液因素对胰液分泌的调节更为重要,促胰液素和缩胆囊素是调节胰液分泌的主要胃肠激素,它们都由小肠上段黏膜细胞分泌。盐酸、蛋白质和脂肪的消化产物对这两种激素的释放具有很强的刺激作用。

2. 胆汁

胆汁(bile)由肝细胞不断生成,生成后从肝管流出,经胆总管而至十二指肠,或由肝管转入胆囊并存储于胆囊,需要时由胆囊排至十二指肠。胆汁和胰液、小肠液共同对小肠内的食糜进行化学性消化。

(1)胆汁的性质、成分和作用。胆汁是一种较浓的具有苦味的有色液体。人的肝胆汁(由肝直接分泌的胆汁)呈金黄色或橘棕色;而胆囊胆汁(在胆囊中储存过的胆汁)则因浓缩而颜色变深。肝胆汁呈弱碱性(pH 为 7.4),胆囊胆汁则因碳酸氢盐在胆囊中被吸收而呈弱酸性(pH 为 6.8)。胆汁的成分很复杂,除水和 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 HCO_3^- 等无机成分外,还有胆盐、胆色素、脂肪酸、胆固醇、卵磷脂和黏蛋白等有机成分。胆汁中没有消化酶。

成人每日可分泌胆汁 800~1 000 mL,胆汁的生成量与蛋白质的摄入量有关,机体摄入高蛋白食物后可产生较多的胆汁。在正常情况下,胆汁中的胆盐(或胆汁酸)、胆固醇和卵磷脂的适当比例是维持胆固醇呈溶解状态的必要条件。当胆固醇分泌过多或胆盐、卵磷脂合成减少时,胆固醇就容易沉积下来,这是胆结石的形成原因之一。

①乳化脂肪。胆汁中的胆盐、胆固醇和卵磷脂等都可作为乳化剂,用以减小脂肪的表面张力,使脂肪乳化为脂肪微滴并分散在肠腔内,从而增加胰脂肪酶的作用面积,使其分解脂肪的速度加快。

②促进脂肪吸收。胆盐达到一定浓度后可聚合形成微胶粒,肠腔中脂肪的分解产物,如脂肪酸、甘油一酯等均可掺入微胶粒中,形成水溶性复合物(混合微胶粒),以利于脂肪消化产物的吸收。

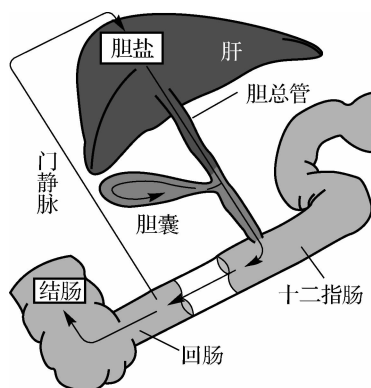


图 5-8 胆盐的肠-肝循环

③促进脂肪分解产物的吸收。胆汁可促进脂肪分解产物的吸收,对脂溶性维生素(维生素 A、维生素 D、维生素 E 和维生素 K)的吸收也有促进作用。

④胆盐的利胆作用。胆盐由肝细胞分泌,经过胆总管排入十二指肠,其中大部分由回肠重吸收入血,经肝门静脉运送到肝,然后参与形成胆汁,由肝细胞分泌后排入小肠,这一过程称为胆盐的肠-肝循环(见图 5-8)。胆盐通过肠-肝循环到达肝细胞后刺激肝细胞合成和分泌胆汁,这种作用称为胆盐的利胆作用。胆结石阻塞或肿瘤压迫胆管可引起胆汁排放困难,进而影响脂肪的消化和吸收及脂溶性维生素的吸收;同时,由于胆管内压力升高,一部分胆汁进入血液可引起黄疸。



知识链接

胆囊的功能

胆囊的功能主要表现在以下两个方面:

(1)储存和浓缩胆汁。肝产生的胆汁经肝管排出,在非消化期一般先在胆囊内储存,胆囊腔的容积为 50~70 mL。胆囊上皮细胞可吸收胆汁中的水和无机盐(主要是 Na^+),使胆汁浓缩 4~5 倍。

(2)调节胆管内压和排放胆汁。胆囊的收缩或舒张可调节胆管内的压力,当壶腹括约肌收缩时,胆囊舒张,肝胆汁流入胆囊,胆管内压无明显升高;而当胆囊收缩时,胆管内压升高,壶腹括约肌舒张,胆囊胆汁被排入十二指肠。

(2)胆汁分泌和排放的调节。消化道内的食物是引起胆汁分泌和排放的自然刺激物。高蛋白食物引起的胆汁排放量最多,其次是高脂肪食物或高蛋白和高脂肪混合食物,糖类食物的作用最小。在胆汁的排放过程中,胆囊和 Oddi 括约肌的活动是相互协调的,即胆囊收缩时,Oddi 括约肌舒张;相反,Oddi 括约肌收缩。胆汁分泌和排放受神经、体液因素双重调节。进食动作、食物对胃和小肠的刺激可引起迷走神经兴奋,使胆汁分泌量增加。胆汁的分泌和排放以体液调节为主,缩胆囊素、促胰液素及促胃液素等胃肠激素的释放,可使胆囊强烈收缩,Oddi 括约肌舒张,胆汁大量排放。

3. 小肠液

小肠内有两种腺体,即十二指肠腺和肠腺。十二指肠腺又称勃氏腺,分布于十二指肠的黏膜下层中,可分泌碱性液体,内含黏蛋白,因而黏稠度很高。这种分泌物的主要功能是保护十二指肠的黏膜上皮不被胃酸侵蚀。肠腺又称李氏腺,分布于全部小肠的黏膜层内,其分泌液构成了小肠液的主要部分。

(1)小肠液的性质、成分和作用。小肠液是一种弱碱性液体,pH 约为 7.6,其渗透压与血浆相等。小肠液的分泌量变化范围很大,成人每日分泌量为 1~3 L。大量的小肠液可以稀释消化产物,使其渗透压下降,有利于吸收。小肠液分泌后又很快地被绒毛重吸收,这种液体的交流为小肠内营养物质的吸收提供了媒介。

近年来有学者认为,真正由小肠腺分泌的酶只有肠致活酶一种,它能激活胰液中的胰蛋白酶原,使之变为有活性的胰蛋白酶,以利于蛋白质的消化。小肠本身对食物的消化是以一种特殊的方式进行的,即在营养物质被吸收入小肠上皮细胞后,它们才对消化不完全的产物继续进行消化。肠上皮细胞内含有多种消化酶,如分解多肽的肽酶、分解双糖的蔗糖酶和麦芽糖酶等。这些存在于肠上皮细胞内的酶可随脱落的肠上皮细胞进入肠腔内,但它们对小肠内消化并不起作用。

(2)小肠液分泌的调节。调节小肠液分泌最重要的因素是各种局部神经反射。食糜对肠黏膜的机械和化学刺激均可通过壁内神经丛的局部反射而引起小肠液分泌。小肠内食糜量越大,小肠液的分泌就越多。此外,一些能促进其他消化液分泌的激素,如促胃液素、促胰液素和缩胆囊素等都能刺激小肠液的分泌。

5.4.2 小肠的运动

小肠运动的主要功能是对食糜进行机械性磨碎,还可以使食糜与小肠内的消化液充分混合,有利于化学性消化;使食糜与肠黏膜广泛接触,以利于消化产物的吸收,并将食糜从小肠上段推向下段。因此,食物通过小肠后,消化过程基本完成,未被消化的食物残渣进入大肠。食物在小肠内停留的时间随食物性质的不同而有所不同,一般为 3~8 h。

小肠运动的形式主要有以下几类:

1. 紧张性收缩

小肠平滑肌紧张性在其他运动形式有效进行的基础。当小肠平滑肌紧张性降低时,肠腔易于扩张,肠内容物的混合和推进速度减慢;反之,食糜在小肠内的混合和推进速度加快。

2. 分节运动

分节运动(segmentation contraction)是一种以环行肌为主的节律性收缩和舒张运动。在食糜所在的一段肠管上,环行肌在许多点同时收缩,把食糜分割成许多节段;随后,原来的收缩处舒张,而原来的舒张处收缩,使原来的节段分为两半,而相邻的两半则合拢为一个新的节段;如此反复进行,食糜得以不断地分开,又不断地混合(见图 5-9)。空腹时,分节运动几乎不存在,食糜进入小肠后逐渐加强。由上至下,小肠的分节运动存在着一个频率梯度,即小肠上部较快,如在十二指肠每分钟约 12 次,向小肠远端频率逐渐减慢,在回肠末端为每分钟 6~8 次。

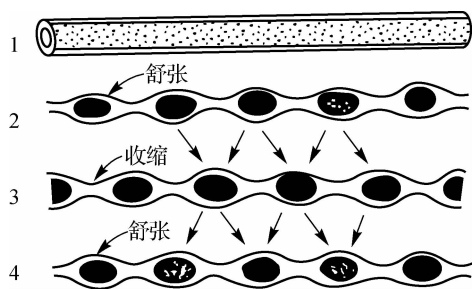


图 5-9 小肠的分节运动图

分节运动可以使食糜与消化液充分混合,有利于化学性消化;增加小肠黏膜与食糜的接触,并不断挤压肠壁以促进血液与淋巴液的回流,这都有助于吸收;由于分节运动存在着由上至下的活动梯度,因此对食糜也有较弱的推进作用。

3. 蠕动

蠕动是一种纵行肌和环行肌共同参与的运动。蠕动表现为向小肠远端传播的环状收缩波,可起始于小肠的任何部位,推进速度为 0.5~2.0 cm/min,行约数厘米后消失。蠕动的意义在于使经过分节运动作用的食糜向前推进,到达一个新肠段后开始分节运动,如此重复进行。此外,小肠还有一种推进速度很快、传播较远的蠕动(2~25 cm/s),称为蠕动冲,它可将食糜从小肠的始端一直推送至回肠末端甚至结肠。蠕动冲是一种反射活动,可由吞咽动作或食糜进入十二指肠引起。有些药物(如泻药)的刺激,也可以引起蠕动冲。

小肠蠕动推送肠内容物(包括水和气体)时产生的声音称为肠鸣音,肠蠕动增强时,肠鸣音亢进;肠麻痹时,肠鸣音减弱或消失。



回盲括约肌的功能

回肠末端与盲肠交界处的环行肌明显加厚,起着括约肌的作用,称为回盲括约肌。平时,回盲括约肌保持轻度的收缩状态,可防止小肠内容物被过快地排入盲肠,延长了食糜在小

肠内停留的时间,因此有利于小肠内容物的完全消化和吸收。食物进入胃后可通过胃-回肠反射引起回肠蠕动,当蠕动波传至回肠末端时,括约肌舒张,大约有 4 mL 食物残渣被送入盲肠。食糜对盲肠的机械扩张刺激又可通过内在神经丛的局部反射使回盲括约肌收缩,从而阻止结肠内的食物残渣倒流至回肠。

5.5 大肠的功能

大肠没有重要的消化活动,其主要功能是:吸收水和电解质,参与机体对水、电解质平衡的调节;吸收结肠内微生物合成的维生素 B 复合物和维生素 K;完成对食物残渣的加工,形成和暂时储存粪便,并将粪便排出体外。

5.5.1 大肠液

大肠液是由大肠腺和大肠黏膜的杯状细胞分泌的。大肠液的主要成分为黏液和碳酸氢盐,其 pH 为 8.3~8.4。此外,大肠液中还含有少量二肽酶和淀粉酶,但它们对物质的分解作用不大。大肠液的主要作用在于,其中的黏液蛋白能保护肠黏膜和润滑粪便。

在整个消化道内的化学消化过程中,口腔内的唾液只能消化部分淀粉,胃内的胃蛋白酶可以将蛋白质变为胨和胨。在小肠内,胰液、小肠液和胆汁中含有丰富的消化酶和多种有利于消化的物质,可以把营养物质彻底消化为可吸收的小分子物质。因此,从口腔到大肠,化学性消化的主要场所是小肠。

糖、脂肪和蛋白质在消化道内分解的过程如图 5-10 所示。

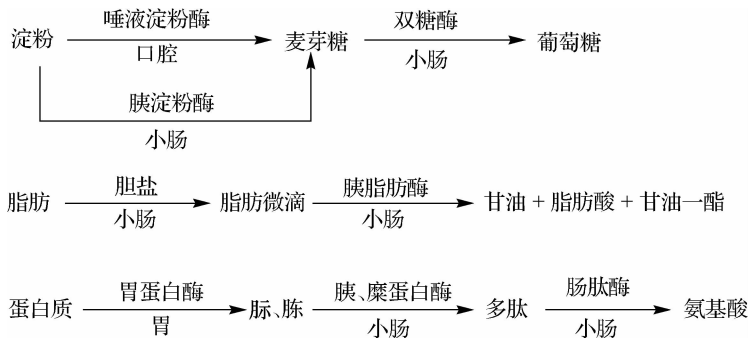


图 5-10 糖、脂肪和蛋白质在消化道内分解的过程

5.5.2 大肠的运动

大肠运动较小肠少、弱和慢,对刺激的反应也较迟缓,这些特点都适应于大肠暂时储存粪便的功能。

1. 大肠的运动形式

(1) 袋状往返运动。袋状往返运动是在空腹时最多见的一种大肠运动形式,由环行肌无规律地收缩所引起,它可使结肠袋中的内容物向两个方向做短距离的位移,但并不向前推进。袋

状往返运动有利于结肠内容物的研磨与混合,还可使其与肠黏膜的充分接触,促进水和无机盐的吸收。

(2)分节或多袋推进运动。分节或多袋推进运动是由一个结肠袋或多个结肠袋收缩,把大肠内容物缓慢向下一肠段推进的运动。进食或拟副交感药物都会使这种运动增强。

(3)蠕动。一些稳定向前的收缩波组成了大肠的蠕动。收缩波前方的平滑肌舒张,往往充有气体;收缩波后方的平滑肌则保持收缩状态,使这段肠管闭合并排空。大肠还有一种收缩力强、行进很快且传播很远的蠕动,称为集团蠕动(mass peristalsis)。它通常开始于横结肠,可将一部分大肠内容物推送至降结肠或乙状结肠。集团蠕动一般在进食之后发生,胃内容物进入十二指肠而引起,故称为十二指肠-结肠反射。

2. 排便与排便反射

大肠内容物可在大肠内停留 10 h 以上,其中一部分水和无机盐等被大肠黏膜吸收,食物残渣和部分未被吸收的营养物质经过大肠内细菌的发酵和腐败作用形成粪便。粪便中除食物残渣外,还有脱落的肠上皮细胞和大量的细菌。此外,机体的一些代谢产物,如由肝排出的胆色素衍生物,由血液通过肠壁排至肠腔中的某些重金属(如铅、汞等的盐类)也包含在粪便中。

正常人的直肠中平时没有粪便。一旦结肠的蠕动将粪便推入直肠,就会引起排便反射(见图 5-11)。直肠壁内的感受器受到粪便刺激时,冲动沿盆神经和腹下神经传入脊髓腰骶段,兴奋此处的初级排便中枢,同时上传到大脑皮质引起便意。如果条件允许,大脑皮质将促进脊髓初级排便中枢的活动,使盆神经的传出冲动增加,引起降结肠、乙状结肠和直肠收缩,肛门内括约肌舒张;同时,使阴部神经的传出冲动减少,引起肛门外括约肌舒张,使粪便排出体外。此外,由于支配腹肌和膈肌的神经兴奋,腹肌和膈肌收缩,腹内压增加,可进一步促使粪便的排出。如果条件不允许,大脑则发出冲动抑制脊髓初级排便中枢的活动,抑制排便。

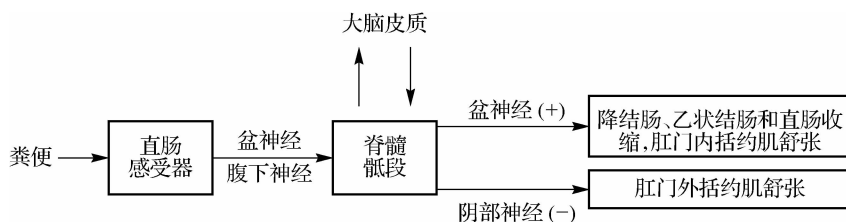


图 5-11 排便反射模式图

排便反射受大脑皮质的控制,若经常有意识地抑制排便,就可逐渐使直肠壁压力感受器的敏感性降低,粪便在大肠中的停留时间过久,水分被吸收而变得干硬,不易排出,这是导致便秘的原因之一。婴幼儿大脑皮质未发育完全,不能有意地控制排便反射。临床上,由于炎症使直肠壁内压力感受器敏感性增高时,直肠内只要有少量粪便或黏液就可引起便意和排便反射,总有便而未尽的感觉在临床上称为里急后重。如排便反射的反射弧受损,大便不能排出,称为大便潴留。如初级排便中枢和高级中枢的联系发生障碍,使大脑皮质失去对排便反射的控制,称为大便失禁。

3. 大肠内细菌的活动

大肠内有许多细菌。细菌主要来自食物和空气,它们由口腔入胃,最后到达大肠。大肠内的酸碱度和温度对一般细菌的繁殖极为适宜,进入人体的细菌便在这里大量繁殖。细菌中含有能分解食物残渣的酶。其中,对糖及脂肪的分解称为发酵,其产物有乳酸、醋酸、 CO_2 、沼气、脂

肪酸、甘油、胆碱等。对蛋白质的分解称为腐败,其产物有胨、肽、氨基酸、氨、硫化氢、组胺、吲哚等。有些物质对机体有毒性作用,因而粪便不宜在体内停留时间过长,因此个体应养成定时排便的良好习惯。

大肠内的细菌能利用肠内较为简单的物质合成维生素 B 复合物和维生素 K,它们由肠吸收后,对人体有营养作用。据估计,粪便中的细菌占粪便固体重量的 20%~30%。

5.6 吸 收

消化道内的吸收是指食物中的成分或其消化后的产物通过上皮细胞进入血液和淋巴的过程。消化是吸收的重要前提。吸收可为机体提供营养,因而其具有重要的生理意义。

5.6.1 吸收的部位及机制

各种主要营养物质在小肠的吸收部位如图 5-12 所示。

消化道不同部位的吸收能力和吸收速度是不同的,这主要取决于各部分消化道的组织结构,以及食物在各部位被消化的程度和停留的时间。在口腔和食管内,食物实际上是不被吸收的。在胃内,食物的吸收也很少,胃可吸收酒精和少量水分。小肠是吸收的主要部位。

小肠有许多发挥吸收作用的有利条件,具体如下:

(1) 小肠具有巨大的吸收面积。成年人的小肠长 4~5 m,它的黏膜具有许多环形皱褶,并拥有大量的绒毛,绒毛是小肠黏膜的微小突出构造,其长度为 0.5~1.5 mm。每条绒毛的外面都是一层柱状上皮细胞。在显微镜下观察可见柱状上皮细胞顶端有明显的纵纹,电子显微镜下的观察进一步表明,纵纹是柱状细胞顶端细胞膜的突出,称为微绒毛。在人的肠绒毛上,每个柱状上皮细胞的顶端约有 1 700 条微绒毛。由于环状皱褶、绒毛和微绒毛的存在,小肠的吸收面积比同样长短的简单圆筒的面积增加约 600 倍,达到 200 m² 左右(见图 5-13)。

(2) 食物在小肠内停留的时间较长(3~8 h)。

(3) 食物在小肠内已被消化成适于吸收的小分子物质。

(4) 小肠绒毛内部有毛细血管、毛细淋巴管、平滑肌纤维和神经纤维网等结构,进食则可使绒毛产生节律性的伸缩和摆动,这些运动可加速绒毛内血液和淋巴的流动,有助于对营养物质的吸收。

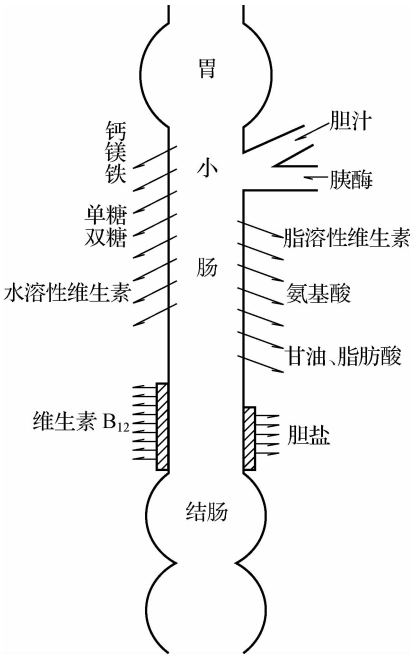


图 5-12 各种主要营养物质在小肠的吸收部位

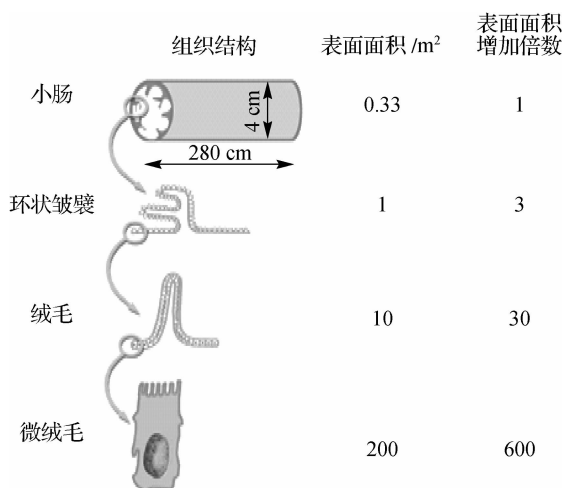


图 5-13 增加小肠表面面积的机制

一般认为,糖类、蛋白质和脂肪的消化产物大部分是在十二指肠和空肠吸收的;回肠有其独特的功能,即主动吸收胆盐和维生素 B₁₂。对于大部分营养成分,当其到达回肠时通常已被吸收完毕,因而回肠主要是吸收功能的储备。小肠内容物进入大肠时已经不含多少可被吸收的物质了。大肠主要吸收水和无机盐,一般认为,结肠可吸收进入其内的 80% 的水和 90% 的 Na⁺ 和 Cl⁻。

营养物质和水可通过两条途径进入血液或淋巴:一是跨细胞途径,即通过绒毛柱状上皮细胞的顶端膜进入细胞,再通过基底膜进入血液或淋巴;二是旁细胞途径,即物质或水通过细胞间的紧密连接进入细胞间隙,然后转入血液或淋巴。

营养物质通过膜的方式有被动转运和主动转运两种。被动转运包括单纯扩散和易化扩散;而主动转运不仅可通过 Na⁺ 泵的活动使 Na⁺、K⁺ 等被主动吸收,还可促进其他物质的继发性主动转运。

5.6.2 小肠内主要营养物质的吸收

可在小肠内被吸收的营养物质主要有糖、蛋白质、脂肪、胆固醇、无机盐、水和维生素等。

1. 糖的吸收

食物中的糖类包括多糖(淀粉、糖原)、双糖(蔗糖、麦芽糖)和单糖(丙糖、丁糖、戊糖、己糖等)。小肠黏膜仅能吸收单糖,吸收途径是血液。糖类只有分解为单糖时才能被小肠上皮细胞吸收。各种单糖的吸收速率有很大差别,己糖的吸收很快,而戊糖的吸收则很慢。在己糖中,以半乳糖和葡萄糖的吸收为最快,果糖次之,甘露糖最慢。

单糖的吸收是消耗能量的主动过程,它可逆浓度差进行,能量来自 Na⁺ 泵,属于继发性主动转运。肠黏膜上皮细胞的纹状缘上存在一种转运体蛋白,它能选择性地吧葡萄糖和半乳糖从纹状缘的肠腔面运入细胞内,然后扩散入血。各种单糖与转运体蛋白的亲合力不同,从而导致吸收速率也不同。

转运体蛋白在转运单糖的同时需要有 Na⁺ 存在。一般认为,一个转运体蛋白可与 2 个 Na⁺ 和 1 个葡萄糖分子结合(见图 5-14)。由此可见,Na⁺ 对单糖的主动转运是必需的。用抑制 Na⁺ 泵的毒毛花苷和与 Na⁺ 竞争转运体蛋白的 K⁺ 均能抑制单糖的主动转运。

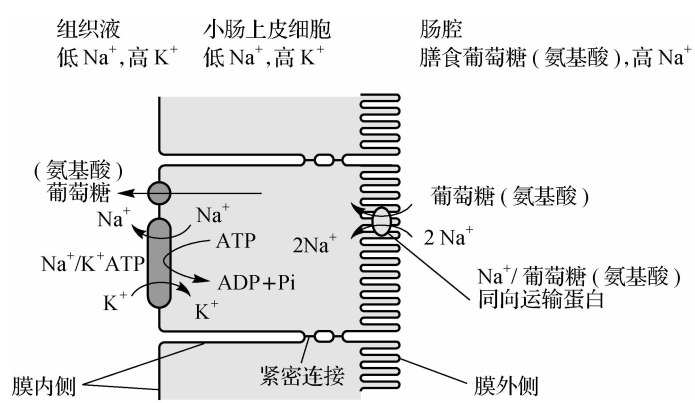


图 5-14 葡萄糖、氨基酸的吸收示意图

2. 蛋白质的吸收

无论是食入的蛋白质(每日 100 g)还是内源性蛋白质(每日 25~35 g),经消化分解为氨基酸后几乎全部被小肠吸收。煮过的蛋白质因变性而易于消化,在十二指肠和近端空肠就被迅速吸收;未煮过的蛋白质和内源性蛋白质较难消化,需进入回肠后才可基本被吸收。

氨基酸的吸收是主动性的,吸收途径几乎完全是经血液吸收,在小肠吸收蛋白质后,门静脉血液中的氨基酸含量即增加。

3. 脂肪和胆固醇的吸收

在小肠内,脂类的消化产物脂肪酸、甘油一酯、胆固醇等很快与胆汁中的胆盐形成混合微胶粒。由于胆盐有亲水性,能携带脂肪的消化产物通过覆盖在小肠绒毛表面的非流动水层到达微绒毛。在这里,甘油一酯、脂肪酸和胆固醇等又逐渐地从混合微胶粒中释放出来,并透过微绒毛的脂蛋白膜进入黏膜上皮细胞;而胆盐则被遗留于肠腔内。

长链脂肪酸与甘油一酯被吸收后,大部分在肠上皮细胞的滑面内质网中被重新合成为甘油三酯,并与细胞中生成的载脂蛋白合成乳糜微粒。乳糜微粒形成后即进入高尔基复合体中,在那里,许多乳糜微粒被包裹在一个囊泡内。囊泡移行到细胞膜时,便与细胞膜融合并被释放到细胞外而进入细胞间质,然后扩散入淋巴管(见图 5-15)。

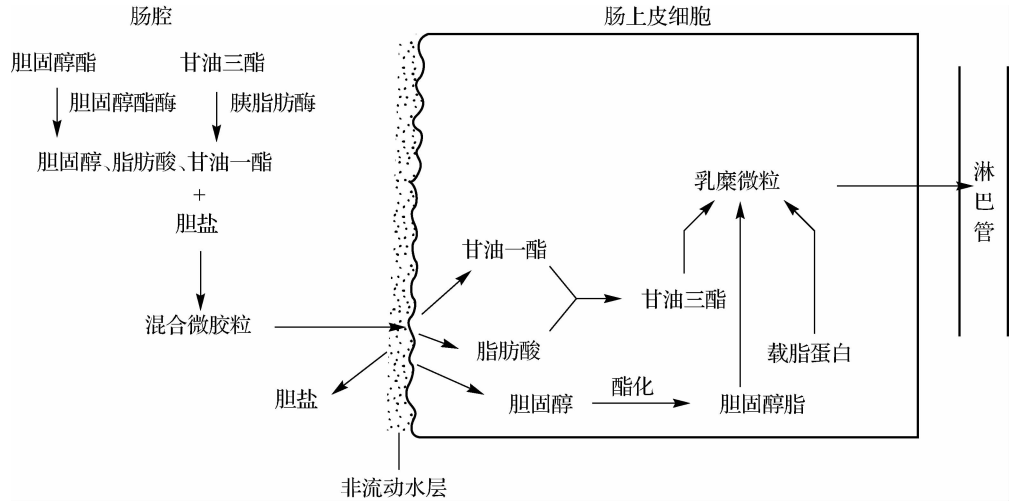


图 5-15 脂肪的吸收

中、短链脂肪酸和甘油是水溶性的,可以直接进入血液而不进入淋巴。膳食中动、植物油含有 15 个以上碳原子的长链脂肪酸很多,所以脂肪的吸收途径以淋巴吸收为主。

进入肠道的胆固醇主要有两个来源:一是来自食物,二是来自肝脏分泌的胆汁。胆固醇的吸收受多种因素影响。食物中胆固醇的含量越多,其吸收也越多,但两者不成线性关系。食物中的脂肪和脂肪酸有促进胆固醇吸收的作用,而各种植物固醇(如豆固醇、 β -谷固醇)则抑制其吸收。胆盐可与胆固醇形成混合微胶粒而有助于胆固醇的吸收,食物中不能被利用的纤维素、果胶、琼脂等容易与胆盐结合形成复合物,妨碍微胶粒的形成,故能降低胆固醇的吸收量。

4. 无机盐的吸收

一般来说,单价碱性盐类如 Na^+ 、 K^+ 和 NH_4^+ 的吸收很快,多价碱性盐类的吸收则很慢。凡能与 Ca^{2+} 结合而形成沉淀的盐,如硫酸盐、磷酸盐、草酸盐等不能被吸收。

(1) 钠的吸收。成人每日摄入 250~300 mmol 的 Na^+ ,消化腺分泌大致相同数量的 Na^+ ,但从粪便排出的 Na^+ 不到 4 mmol,这说明肠内容物中 95%~99% 的 Na^+ 都被吸收了。

由于细胞内的电位较黏膜面负 40 mV,同时细胞内 Na^+ 的浓度较周围液体低,因此 Na^+ 可顺电-化学梯度通过扩散作用进入细胞内。但是,细胞内的 Na^+ 能通过细胞膜进入血液是通过膜上 Na^+ 泵的活动,逆电-化学梯度进行的主动转运过程。

(2) 铁的吸收。人每日吸收的铁约为 1 mg,仅为每日膳食中含铁量的 1/10。食物中的铁绝大部分是三价的高铁形式,但有机铁和高铁都不易被吸收,故须还原为亚铁后方可被吸收。亚铁吸收的速度比相同量的高铁要快 2~5 倍。维生素 C 能将高铁还原为亚铁而促进铁的吸收。

铁的吸收与机体对铁的需要有关,服用相同剂量的铁后,缺铁的患者可比正常人的铁吸收量高 1~4 倍。铁在酸性环境中易溶解而便于被吸收,故胃液中的盐酸有促进铁吸收的作用;胃大部切除的患者,由于胃酸分泌减少而影响铁的吸收,故常常会伴有缺铁性贫血。

铁主要在十二指肠和空肠被吸收。肠黏膜吸收铁的能力取决于黏膜细胞内的含铁量。由肠腔吸收入黏膜细胞内的无机铁大部分被氧化为三价铁并与细胞内去铁铁蛋白结合形成铁蛋白,暂时储存在细胞内,慢慢地向血液中释放。一小部分被吸收入黏膜细胞而尚未与去铁铁蛋白结合的亚铁则可以主动吸收的方式转移到血浆中。当黏膜细胞刚刚吸收铁而尚未能转移至血浆中时,则暂时失去其由肠腔再吸收铁的能力。这样,存积在黏膜细胞内的铁量就会成为再吸收铁的抑制因素。

(3) 钙的吸收。食物中的钙仅有一小部分被吸收,大部分随粪便排出。主要影响钙吸收的因素是维生素 D 和机体对钙的需要。维生素 D 有促进小肠对钙吸收的作用。儿童和妊娠期及哺乳期妇女对钙的吸收增加。此外,钙盐只有在水溶液状态(如氯化钙、葡萄糖酸钙溶液)且在不被肠腔中任何其他物质沉淀的情况下才能被吸收。肠内容物的酸度对钙的吸收有重要影响,在 pH 约为 3.0 时,钙呈离子状态,吸收最好;肠内容物中磷酸过多,则会形成不溶解的磷酸钙,使钙不能被吸收。此外,脂肪对钙的吸收有促进作用,脂肪分解释放的脂肪酸可与钙结合形成钙皂,后者可与胆汁酸结合形成水溶性复合物而被吸收。

钙的吸收部位在小肠上段,特别是十二指肠的吸收能力最强。钙的吸收是主动转运过程。

5. 水的吸收

人体每日由胃肠道吸收的液体量约为 8 L,其中摄入的水为 1~2 L,由消化腺分泌的液体量为 6~7 L,而随粪便排出的水仅为 0.1~0.2 L。水分的吸收都是被动的,各种溶质,特别是 NaCl 的主动吸收所产生的渗透压梯度是水分吸收的主要动力。细胞膜和细胞间的紧密连接对

水的通透性的影响都很大,因此,驱使水吸收的渗透压一般只有 3~5 mOsm/L。

在十二指肠和空肠上部,水分由肠腔进入血液的量和水分由血液进入肠腔的量都很大,因此肠腔内液体的量减少得并不多。在回肠,离开肠腔的液体比进入的多,从而使肠内容物大为减少。

6. 维生素的吸收

维生素分为脂溶性维生素和水溶性维生素两类。脂溶性的维生素 A、维生素 D、维生素 E 和维生素 K 的吸收机制与脂肪相似,它们先与胆盐结合形成水溶性复合物,通过小肠黏膜表面的静水层进入细胞,然后与胆盐分离,再通过细胞膜进入血液或淋巴液。水溶性维生素主要以扩散的方式在小肠上段被吸收,但维生素 B₁₂必须与内因子结合形成水溶性复合物才能在小肠被吸收。

综上所述,消化与吸收密切联系、相互影响、不可分割。消化是吸收的前提,食物只有经过消化后才能被吸收。营养物质吸收后,小肠又可接受尚未消化的食糜,因此吸收又为消化创造了条件。在小肠内,消化和吸收是同时进行的,消化不良或吸收障碍都会影响机体新陈代谢的正常进行,导致不良后果。

5.7 消化器官活动的调节

消化系统的功能活动是在神经和体液调节下进行的,各器官密切配合,以达到消化食物、吸收营养物质的目的。消化系统的功能可根据人体不同的情况发生适应性变化。

5.7.1 神经调节

除口腔、咽、食管上端和肛门外括约肌是骨骼肌,受躯体运动神经支配外,其余消化器官都是平滑肌和腺体,受自主神经支配。

1. 消化器官的神经支配及其作用

支配消化器官的神经包括内在神经系统和外来神经系统两大部分。两者相互协调,共同调节消化器官的功能。

(1) 内在神经系统。内在神经系统是由存在于消化道壁内的内在神经丛组成的复杂的神经网络。内在神经系统包括感觉神经元,可感受胃肠道内化学、机械和温度等刺激;运动神经元,支配胃肠道平滑肌、腺体和血管;还有大量的起联络作用的中间神经元。

内在神经有两大神经丛,即黏膜下神经丛和肌间神经丛,分布于食管中段至肛门的绝大部分消化道壁内。黏膜下神经丛位于环形肌与黏膜层之间的黏膜下层,主要参与消化道腺体和内分泌细胞的分泌、肠内物质的吸收及对局部血流量的控制。肌间神经丛位于纵行肌与环形肌之间,其中有兴奋性神经元,也有抑制性神经元。肌间神经丛主要调节消化道的运动。两神经丛之间有中间神经元相互联系,同时都有感觉神经元传入感觉信号,并受外来神经纤维的支配。

(2) 外来神经系统。外来神经系统主要指自主神经系统,包括交感神经和副交感神经,其中副交感神经对消化功能的影响更大。除口腔、咽、食管上段及肛门外括约肌外,其余大部分消化器官受交感神经和副交感神经双重支配(见图 5-16)。

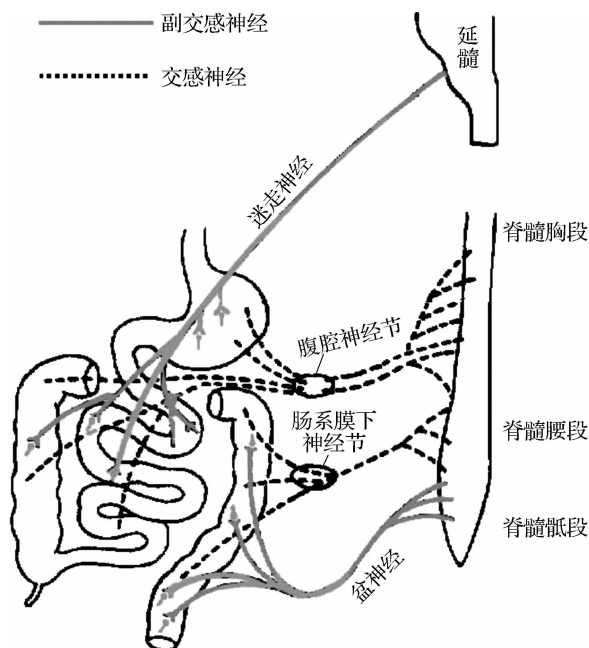


图 5-16 消化器官的自主神经支配

①交感神经。交感神经发自脊髓 T_5 至 L_2 段的侧角,在腹腔神经节、肠系膜神经节或腹下神经节更换神经元后发出节后纤维,主要分布于内在神经元上,抑制其兴奋性,或直接支配胃肠道平滑肌、血管平滑肌及胃肠道腺体。交感神经兴奋时,节后纤维末梢释放去甲肾上腺素,引起胃肠道运动减弱,腺体分泌减少;但对胃肠括约肌则可使其收缩,对某些唾液腺(如颌下腺)可起到刺激分泌的作用。

②副交感神经。副交感神经主要来自迷走神经和盆神经,其节前纤维直接进入胃肠道组织,与内在神经元形成突触,发出节后纤维支配平滑肌、括约肌和腺体。副交感神经兴奋时,节后纤维末梢主要释放乙酰胆碱,引起胃肠道运动增强、腺体分泌增加,但对胃肠括约肌则可使其舒张。少数胃肠副交感神经的节后纤维末梢释放嘌呤类和肽类,它们的作用视具体部位而异。

2. 消化器官活动的反射性调节

参与消化器官反射性调节的中枢在延髓、下丘脑、边缘叶及大脑皮质等处。有关的刺激作用于消化器官内或消化器官外的某些感受器时,兴奋通过传入神经到达上述中枢部位。传出神经主要是交感神经和副交感神经,调节胃肠平滑肌的运动和消化腺的分泌。消化器官的反射性调节包括非条件反射性调节和条件反射性调节。

(1)非条件反射性调节。非条件反射主要是由化学刺激或机械刺激直接作用于消化道壁上的感受器而引起的。

①食物刺激口腔内感受器引起的反射。食物在口腔内刺激舌、口腔黏膜和咽部感受器,神经冲动沿第 V、Ⅶ、Ⅸ、Ⅹ 对脑神经传入延髓等反射中枢并使之兴奋,神经冲动通过传出神经到达消化腺和胃肠平滑肌。这一反射的主要作用是促进唾液分泌,同时使胃液、胰液、胆汁等消化液的分泌液增加,使胃容受性舒张,以便为食物进行胃肠内的消化创造条件。

②食糜刺激胃内感受器引起的反射。食糜进入胃后,对胃产生的机械性化学刺激可引起胃液分泌。食糜对胃的扩张刺激可兴奋胃体和胃底部的感受器,通过迷走-迷走反射引起胃运动

增强,以及胃液、胰液和胆汁等消化液分泌增加;通过内在神经丛反射引起胃运动增强和胃液分泌增加。

③食糜刺激小肠感受器引起的反射。食糜的扩张刺激和化学刺激直接作用于十二指肠和空肠上部可引起三种神经反射:通过迷走-迷走反射引起胃液、胰液、胆汁等消化液分泌增加,促进小肠的化学性消化;通过内在神经丛反射促进小肠运动,以利于小肠内机械消化;通过肠-胃反射抑制胃运动,延缓胃排空。

(2)条件反射性调节。在人类,条件反射对消化功能的影响十分广泛而明显。引起消化液分泌的条件刺激是食物的形象、声音、气味、进食的环境等,对于人类,与进食有关的语言、文字也可以作为条件刺激。这些条件刺激通过视、听、嗅觉器官的感受器反射性地引起消化道运动和消化液分泌的改变。望梅止渴就是条件反射引起唾液分泌增加的典型例子。条件刺激的传入神经冲动可到达延髓、下丘脑、边缘系统直至大脑皮质,再经传出的第Ⅶ、Ⅸ和Ⅹ对脑神经引起唾液、胃液、胰液、胆汁等消化液分泌增加。条件刺激尽管不直接作用于消化器官的相应感受器,但其反射效应却为食物的消化做好了准备,使机体的消化活动能更好地适应环境变化。

5.7.2 体液调节

消化器官的功能活动除受神经调节外,还受体液因素的调节,而调节消化功能的体液因素主要来自消化道。

1. 胃肠激素

胃肠道的黏膜层内不仅存在多种外分泌腺体,还含有多种内分泌细胞,这些细胞分泌的激素统称为胃肠激素(gastrointestinal hormone)。胃肠激素(见表 5-2)在化学结构上都是由氨基酸残基组成的肽类,分子量大多数在 5 000 以内。在从胃到大肠的黏膜层内,存在 40 多种内分泌细胞,它们分散地分布在胃肠黏膜细胞之间。由于胃肠黏膜的面积巨大,所含内分泌细胞的种类之多,大大地超过了体内所有内分泌细胞的总和。因此,消化道不仅仅是人体内的消化器官,还是体内最大、最复杂的内分泌器官。

表 5-2 主要胃肠激素分泌细胞的名称及分布部位

细胞名称	分布部位	分泌产物
A 细胞	胰岛	胰高血糖素
B 细胞	胰岛	胰岛素
D 细胞	胰岛、胃、小肠、结肠	生长抑素
G 细胞	胃窦、十二指肠	促胃液素
I 细胞	小肠上部	缩胆囊素
K 细胞	小肠上部	抑胃肽
M 细胞	小肠	胃动素
N 细胞	回肠	神经降压素
PP 细胞	胰岛、胰腺外分泌部、胃、小肠、大肠	胰多肽
S 细胞	十二指肠和空肠	促胰液素

胃肠激素与神经系统共同调节消化道的运动、消化腺的分泌和吸收功能。此外,胃肠激素

对体内其他器官的活动也具有广泛的影响。

(1)调节消化腺的分泌和消化道的运动。调节消化腺的分泌和消化道的运动这一作用的靶器官包括唾液腺、胃腺、胰腺、肠腺、肝细胞、食管-胃括约肌、胃肠道平滑肌及胆囊等。胃肠激素的生理作用及引起释放的因素如表 5-3 所示。

表 5-3 胃肠激素的生理作用及引起释放的因素

激素名称	主要生理作用	引起释放的因素
促胃液素	促进胃液(以胃酸和胃蛋白酶原为主)、胰液和胆汁分泌,加强胃肠运动和胆囊收缩,促进消化道黏膜生长	迷走神经兴奋、蛋白质分解产物、胃扩张、组胺
促胰液素	促进胰液(以水和 HCO_3^- 为主)、胆汁和小肠液分泌,胆囊收缩,抑制胃肠运动和胃液分泌	盐酸、蛋白质分解产物、脂肪酸、迷走神经兴奋
缩胆囊素	促进胃液、胰液(以消化酶为主)、胆汁和小肠液分泌,加强胃肠运动和胆囊收缩,促胰腺外分泌组织生长	蛋白质分解产物、脂肪酸、盐酸、迷走神经兴奋
抑胃肽	抑制胃液分泌和胃的运动,促进胰岛素释放	脂肪、葡萄糖、氨基酸

(2)调节其他激素的释放。已有研究证明,食物消化时,从胃肠释放的抑胃肽有很强的刺激胰岛素分泌的作用。因此,口服葡萄糖比静脉注射相同剂量的葡萄糖能引起更多的胰岛素分泌。进餐时,不仅由于葡萄糖的吸收入血直接作用于胰岛 B 细胞,促进其分泌胰岛素,还可通过抑胃肽及早地把信息传递到胰岛,引起胰岛素较早地分泌,使血糖不至于升得过高而从尿中丢失。这对于有效保持机体所获得的能源具有重要的生理意义。

影响其他激素释放的胃肠激素还有生长抑素、胰多肽、血管活性肽等,它们对生长激素、胰岛素、胰高血糖素、促胃液素等的释放均有调节作用。

(3)营养作用。一些胃肠激素具有刺激消化道组织代谢和促进生长的作用,称为营养作用。例如,促胃液素能刺激胃泌酸部的黏膜和十二指肠黏膜的蛋白质、RNA 和 DNA 的合成,从而促进其生长。

近年来的研究证实,一些发现于胃肠道的肽类物质不仅存在于胃肠道内,还存在于中枢神经系统内;而原来认为只存在于中枢神经系统内的神经肽,也在消化道中被发现。这些双重分布的肽类物质被统称为脑-肠肽。已知的脑-肠肽有促胃液素、胆囊收缩素、P 物质、生长抑素、神经降压素等 20 多种。这些肽类双重分布的生理意义已引起人们的重视。例如,胆囊收缩素在外周对胰酶分泌和胆汁排放的调节作用及其中枢对摄食的抑制作用提示脑内及胃肠内的胆囊收缩素在消化和吸收中具有协调作用。

2. 其他体液因素

(1)组胺。胃的泌酸区黏膜内含有大量的组胺。产生组胺的细胞是存在于黏膜固有层中的肥大细胞。在正常情况下,胃黏膜恒定地释放少量组胺,通过局部弥散到达邻近的壁细胞来刺激其分泌。壁细胞上的组胺受体为 II 型受体(H_2 受体),用西咪替丁及其相类似的药物可以阻断组胺与壁细胞的结合,从而减少盐酸的分泌。

(2)盐酸。盐酸既可由胃黏膜壁细胞分泌,又可调节胃酸分泌。当胃窦和十二指肠内的 pH 下降时,可抑制 G 细胞分泌促胃液素,从而使胃酸分泌减少。盐酸对胃液分泌的这种负反馈调节在胃液分泌调节中具有重要的意义。

综上所述,人体对消化器官的调节主要包括神经调节和体液调节两种机制。在消化的各个

阶段,这两种机制所起的作用有所不同,但是它们相互协调完成消化和吸收的全过程。

5.7.3 社会心理因素对消化功能的影响

社会心理因素与消化功能有着密切的关系。不良的心理刺激不仅影响消化道的运动,也影响消化腺的分泌。人们情绪的剧烈波动可以影响消化功能,如情绪压抑时消化道运动和消化腺分泌抑制,使食欲降低,甚至引起消化不良。有实验研究发现,人在愤怒和焦虑时,胃黏膜充血变红,胃肠蠕动加快,胃酸分泌大大增加,可以诱发和加重胃溃疡,有时还发生胃肠痉挛而引起腹痛;人在过分悲伤、失望和恐惧时,消化液分泌受到抑制,可引起厌食、恶心甚至呕吐。精神性呕吐就是心理因素对胃肠功能影响的结果。此外,焦虑、沮丧的情绪可使十二指肠-结肠反射受到抑制,使集团蠕动缺乏,常可引起便秘。

长期不良的社会心理因素不仅影响正常的消化功能,还会导致消化系统的某些疾病,如胃黏膜出血或溃疡等。若人们长期处在精神紧张、愤怒、焦虑和悲伤的状态下,就会使胃酸分泌功能紊乱,胃黏膜的屏障功能减弱;同时,使体内促肾上腺皮质激素和糖皮质激素分泌增多,后者促进胃酸分泌,加重或诱发胃溃疡。临床上一些消化系统疾病的发生和发展往往出现在受到心理刺激而发生情绪变化之后,如有些患者的病情已经好转或痊愈,但不良的心理刺激又使其病情恶化。近代心身医学研究认为,社会心理因素对消化功能的影响主要是通过神经系统、内分泌系统和免疫系统的作用来实现的。



思考与练习

一、选择题

- 下列选项中对消化和吸收的概念的叙述错误的是()。
 - 消化是食物在消化道内被分解为小分子的过程
 - 消化可分为机械性消化和化学性消化两种
 - 小分子物质通过消化道黏膜进入血液和淋巴循环的过程称为吸收
 - 消化不良与吸收障碍通常是两个相关的病症
 - 消化主要在胃完成,吸收主要在小肠完成
- 关于消化道平滑肌生理特性的描述,下列选项中不正确的是()。
 - 收缩和舒张都较缓慢
 - 与心肌一样具有规律的自动节律性
 - 对切割刺激和电刺激不敏感
 - 有较强的伸展能力
 - 兴奋性比较低
- 副交感神经兴奋可使()。
 - 胃肠平滑肌收缩增强
 - 胆道 Oddi 括约肌收缩增强
 - 回盲括约肌收缩增强
 - 肛门内括约肌收缩增强
 - 肛门外括约肌收缩减弱
- 关于肠道内在神经系统的叙述,下列选项中错误的是()。
 - 由黏膜下神经丛和肌间神经丛组成
 - 内在神经丛包含无数的神经元和神经纤维
 - 外来神经进入胃肠壁后,均与内在神经元发生突触联系
 - 肠道内在神经系统可完成局部反射
 - 肠道内在神经系统不是一个完整、相对独立的系统

5. () 不属于胃肠激素。
- A. 胃泌素 B. 促胰液素 C. 肾上腺素
D. 胆囊收缩素 E. 生长抑素
6. 唾液中的主要消化酶是()。
- A. 凝乳酶 B. 蛋白水解酶 C. 肽酶
D. 淀粉酶 E. 溶菌酶
7. 关于胃液分泌的叙述,下列选项中错误的是()。
- A. 壁细胞分泌盐酸
B. 主细胞分泌胃蛋白酶原和内因子
C. 胃分泌盐酸的能力与壁细胞数目有关
D. 幽门腺及胃表面上皮细胞分泌黏液
E. 黏液是一种糖蛋白
8. 消化道内最重要、消化能力最强的消化液是()。
- A. 唾液 B. 胃液 C. 胰液
D. 胆汁 E. 小肠液
9. 三种食物在胃中排空的速度由快到慢的顺序排列为()。
- A. 糖类>脂肪>蛋白质 B. 蛋白质>糖类>脂肪
C. 脂肪>糖类>蛋白质 D. 蛋白质>脂肪>糖类
E. 糖类>蛋白质>脂肪
10. 对于蛋白质的吸收,下列选项中错误的是()。
- A. 可以二肽、三肽和氨基酸的形式吸收
B. 是主动的耗能过程
C. 吸收途径主要是通过血液
D. 与 Na^+ 的吸收无关
E. 绝大部分在十二指肠和近端空肠被吸收

二、简答题

1. 为什么小肠是营养物质消化和吸收的主要部位?
2. 胃酸的生理作用有哪些? 胃酸分泌过多或过少会对人体产生哪些不利影响?
3. 胰液的生理作用有哪些?
4. 食物中的糖、脂肪和蛋白质是如何消化的?
5. 为什么精神紧张容易引起胃肠功能紊乱?