



“十三五”普通高等教育规划新教材
高等医药教材编写委员会专家审定

生理学

王珏 孙秀玲 彭丽花 主编

 将“互联网+”思维融入教材

 纸质资源与数字教材有机结合

 扫描二维码链接丰富学习资源

 方便学生随时随地移动学习

天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社

第一节 概述

人体进行正常的生命活动，需要从外界环境中摄入营养物质，人类食物中，除维生素、无机盐和水外，主要成分是糖、脂肪和蛋白质三大类营养物质。这些大分子物质必须经过消化系统的加工、分解变成小分子的物质如葡萄糖、氨基酸、甘油和脂肪酸等，才能被利用，而维生素、无机盐和水则不需要消化就可直接被吸收利用。消化器官的主要生理功能是对食物进行消化和吸收，为人体提供各种营养物质，以满足机体新陈代谢的需要。

消化 (Digestion) 是指食物在消化道内被分解为小分子物质的过程。通过消化管的运动，将食物磨碎，与消化液充分混合，同时将其向消化管远端推送的过程，称为机械性消化；而通过消化液中的各种消化酶的作用，将食物中的大分子物质分解为可吸收的小分子物质的过程，称为化学性消化。两种方式同时进行、相互配合。吸收 (Absorption) 是指经过消化后的小分子物质以及维生素、无机盐和水通过消化道黏膜进入血液和淋巴的过程。不能被消化和吸收的食物残渣，以粪便的形式排出体外。

一、消化道平滑肌的生理特性

人体的消化器官由口腔、咽、食管、胃、小肠、大肠、直肠、肛门及与其相连的消化腺组成。除口腔、咽、食管上段和肛门外括约肌是骨骼肌外，消化道的其余部分均由平滑肌组成。胃肠道平滑肌的收缩和舒张与食物的机械性消化、化学性消化以及吸收过程密切相关。通过消化道平滑肌的舒缩活动，完成对食物的机械性消化，并推动食物前进；消化道运动对于食物的化学性消化和吸收也有促进作用。

(一) 消化道平滑肌的一般特性

1. 舒缩缓慢

其收缩的潜伏期、收缩期和舒张期所占的时间均比骨骼肌长。消化道平滑肌的一次舒缩过程可达 20s 以上。

2. 富有伸展性

消化道平滑肌具有较大的伸展，使之适应实际的需要。这一特点使中空性的器官（尤其是胃）能容纳较多的食物而不发生明显的压力变化。

3. 具有紧张性

消化道平滑肌经常保持一种微弱的持续收缩状态，称为平滑肌的紧张性。消化道各种不同形式的运动也都是在此基础上进行的。

4. 节律性收缩

消化道平滑肌在离体后置于适宜的环境中，仍能进行节律性舒缩，但其节律缓慢且不规则，变异性较大，通常每分钟数次至十余次，远不如心肌那样规则。

5. 对不同性质的刺激敏感性不同

消化管平滑肌对电刺激不敏感，对化学、温度、机械牵张刺激敏感。例如，温度升高、微量的乙酰胆碱或牵拉均能引起其明显收缩；而微量的肾上腺素则使其舒张。

(二) 消化道平滑肌的电生理特性

消化道平滑肌与其他可兴奋组织一样，也有生物电活动，主要有三种，即静息电位、慢波电位和动作电位（图 6-1）。

1. 静息电位

消化道平滑肌的静息电位不稳定，波动较大，为 $-60 \sim -50\text{mV}$ 。其产生机制主要是 K^+ 由膜外扩

散和生电性钠泵的活动所形成的。

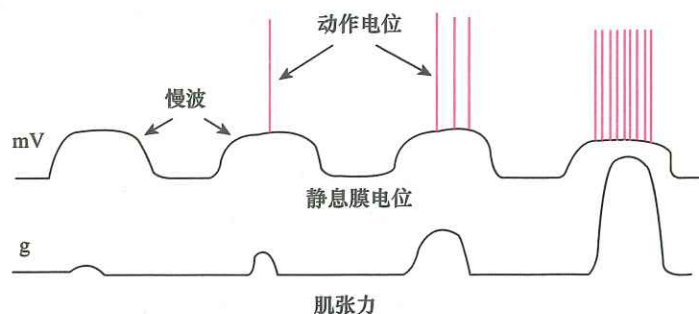


图 6-1 消化道平滑肌的电活动与肌肉收缩的关系

2. 慢波电位

在静息电位基础上，消化道平滑肌细胞产生的自发性去极化和复极化的节律性电位波动，由于其发生频率较慢而被称为慢波电位（Slow wave），又称基本电节律（Basic electrical rhythm, BER）。波幅为 5~15mV，持续时间为数秒至十几秒，频率随不同部位而异，胃为 3 次/分，十二指肠为 11~12 次/分，从十二指肠开始向下其频率逐渐下降，至回肠末端为 8~9 次/分。慢波一般起源于消化道的纵行肌和环行肌之间的 Cajal 细胞（interstitial Cajal cell, ICC）。它本身并不引起肌肉收缩，但是产生的去极化可使膜电位接近阈电位水平，一旦到达阈电位，就可以触发动作电位。

3. 动作电位

消化道平滑肌的动作电位是在慢波电位的基础上发生的，其产生机制是大量的 Ca^{2+} 内流和少量的 Na^{+} 内流。大量的 Ca^{2+} 内流触发平滑肌收缩，动作电位的频率越高，肌肉收缩的幅度和张力也越大。

慢波、动作电位和平滑肌收缩的关系可归纳为：平滑肌在慢波的基础上产生动作电位，动作电位发动平滑肌的收缩。平滑肌收缩的张力与动作电位的数目有关，而慢波是平滑肌收缩的起步电位，是收缩节律的控制波，决定蠕动的方向、节律和速度。

二、消化腺的分泌功能

消化道的不同部位均有消化腺，如唾液腺、胰腺和肝脏等。成人各种消化腺每日分泌的消化液总量为 6~8 L，其主要成分是水、无机盐和多种有机物，其中最重要的是多种消化酶。消化液的主要功能为：①分解食物中的各种成分，如唾液中的 α -淀粉酶将淀粉分解为麦芽糖；②为多种消化酶提供适宜的 pH 环境；③稀释食物，使其渗透压与血浆的渗透压相等，利于消化食物的吸收；④保护消化道黏膜免受物理性和化学性的损伤；⑤进入体内的某些异物可随消化液排出体外，因而消化液具有排泄功能。

消化腺分泌消化液的过程是主动的，受神经、体液因素的调节。通过对消化腺分泌细胞刺激-分泌耦联的研究，表明腺细胞膜上存在着多种受体，不同的刺激物与相应的受体结合，可引起细胞内一系列的生化反应，最终导致分泌物以出胞方式排出。

三、消化道的神经支配

支配消化道的神经有分布于消化道壁内的内在神经系统（Intrinsic nervous system）和外来神经系统（Extrinsic nervous system）两大部分（图 6-2）。两者相互协调，共同调节胃肠的功能。

（一）内在神经系统

内在神经系统（Enteric nervous system）又称为肠神经系统，由分布在从食管至肛门的消化道器官内数目巨大的神经元和各级神经纤维组成的神经网络构成。分为黏膜下神经丛（Submucosal plexus）和肌间神经丛（Myenteric plexus）两部分，二者合称壁内神经丛。壁内神经丛中存在感觉神经元、运动神经元和