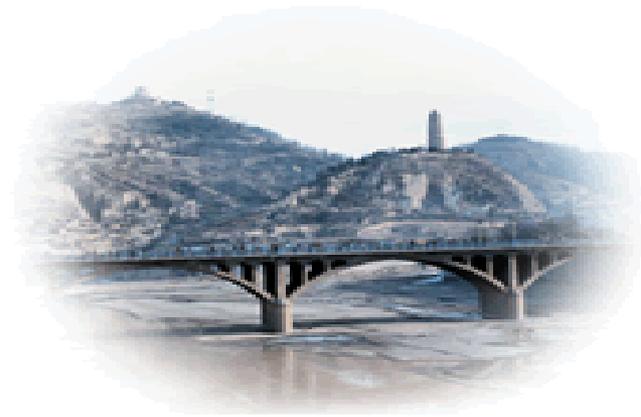




延安大学医学院
Yan'an University School of Medicine

Human physiology

·第六章 消化与吸收 (Digestion and Absorption)



生理教研室：高 枫



本章内容：

消化生理概述

口腔内消化和吞咽

胃内消化

小肠内消化

肝脏的消化功能和其他生理作用

大肠的功能

吸收





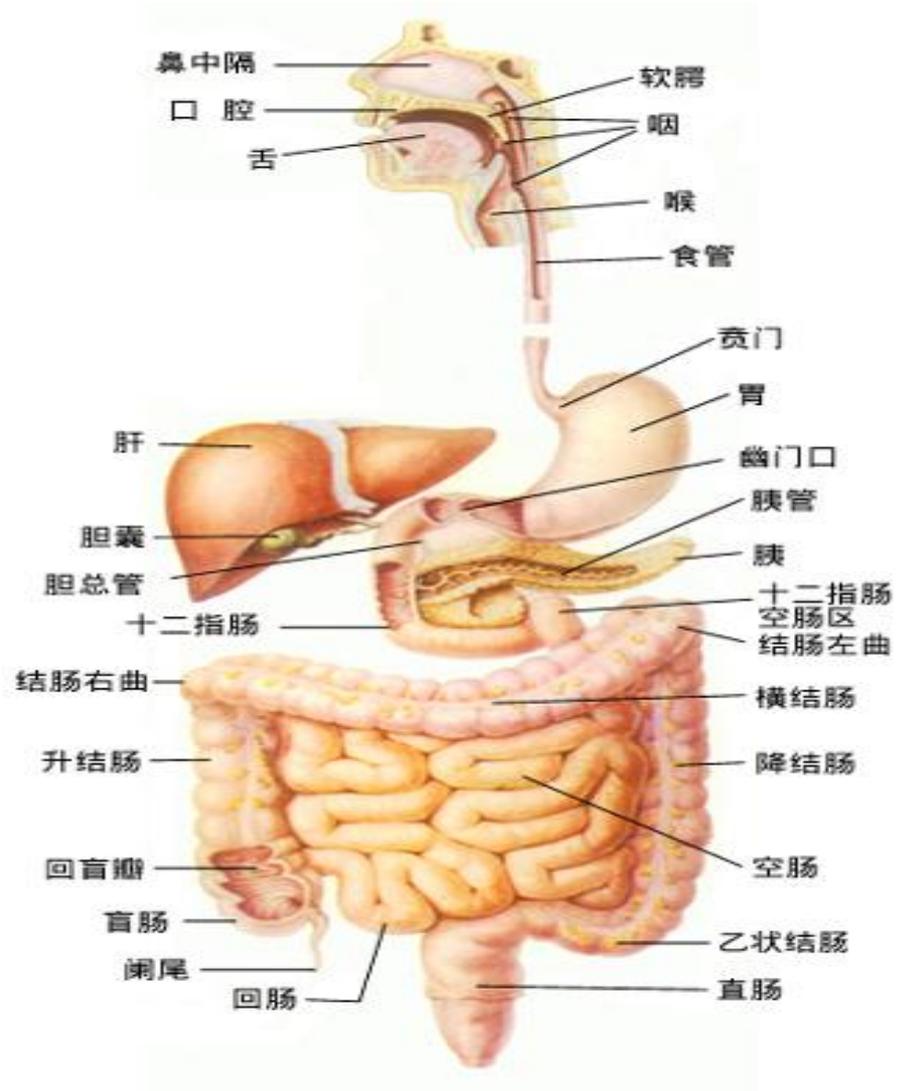
第一节 消化生理概述

消化系统结构:

消化道全长8~10米,
包括: ...。

消化腺包括孤立存在的大分泌腺和散在的小分泌腺, 属外分泌腺。

消化道粘膜还存在大量内分泌细胞。



消化：食物在消化道内被分解为可吸收的小分子物质。

消化方式：

(1) **机械消化**（初步消化）

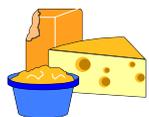
消化道肌肉收缩舒张，磨碎、混合、推送食物。

(2) **化学消化**（彻底消化）

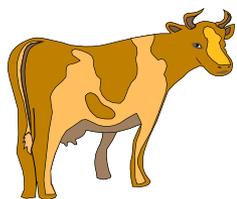
消化液中消化酶对食物进行化学分解。

吸收：消化后的物质通过消化道粘膜上皮**C**进入血液、淋巴液的过程。

食物中有六大营养物：



糖类



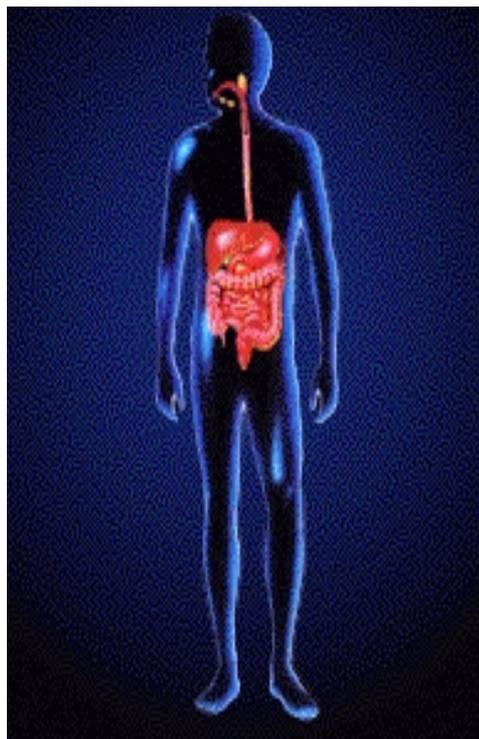
蛋白质



脂肪



水、维生素
和无机盐



→ 消化 → 吸收

→ 直接吸收

一、消化道平滑肌的生理特性

(一) 一般生理特性:

- 1、兴奋性较低，舒缩迟缓：潜伏期、收缩期、舒张期长；
- 2、有自律性，但不如心肌规律，且频率较慢；
- 3、具有紧张性：

意义：① 使消化道经常保持一定的基础压力
② 维持胃肠正常形态、位置；③ 产生其它各种收缩的基础。

4、富有伸展性：使消化道能容纳较多食物，而压力不明显变化。

5、对不同刺激的敏感性不同：对电刺激不敏感，对机械牵张、温度、化学刺激较敏感。

生理意义：引起消化道运动。

科研、临床意义：微量ACh或牵拉引起其明显收缩，微量肾上腺素使其舒张。

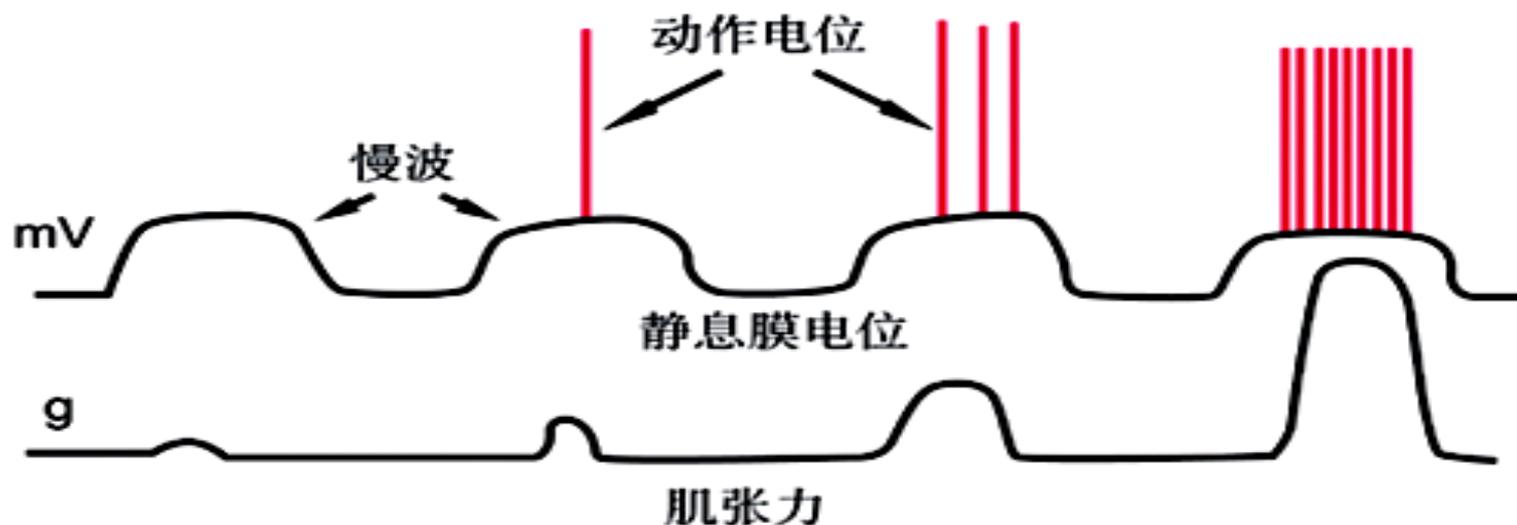
(二) 电生理特性

1. RP: -50~-60mV 外正内负

主要由 K^+ 外流和生电性钠泵活动形成。

2.基本电节律（慢波）

概念：消化道平滑肌在RP基础上自发、周期性地
去极、复极，这种缓慢的节律性电位波动称...



特点:

(1) 慢波去极达阈电位 $\left\{ \begin{array}{l} \text{机械阈} \rightarrow \text{收缩 (强度与幅度有关)} \\ \text{电阈} \rightarrow \text{AP} \rightarrow \text{收缩 (强度与数量有关)} \end{array} \right.$

(2) 消化道所在部位不同, 慢波频率不同。

(3) 慢波虽不能直接发动收缩, 但它是决定收缩频率、收缩波传播速度、方向的控制波。

(4) 慢波产生不依赖于N存在, 但受N、体液因素调节。



图6-1 消化道平滑肌的电活动与肌肉收缩的关系
上面的曲线为细胞内记录的细胞内电位 下面的曲线为肌肉收缩

ICC起源：

慢波起源于纵行肌和环形肌交界处间质中的Cajal细胞（胃肠活动的起搏C）。

实验基础：去ICC后，慢波消失。

结构基础：ICC突起与平滑肌组成缝隙连接扩布电紧张。

ICC机制：

慢波产生与膜上生电性钠泵周期性活动有关。

实验结论：哇巴因、毒毛花苷阻断 Na^+ 泵，消失。

[1] Tomita Ryouichi. Regulation of the peptidergic nerves (substance P and vasoactive intestinal peptide) in the colon of women patients with slow transit constipation: an in vitro study. Hepato Gastroenterology .

[2] Maria - Simonetta Fausone - Pellegrini. [Relationships between neurokinin receptor - expressing interstitial cells of Cajal and tachykinergic nerves in the gut](#)[J]. Journal of Cellular and Molecular Medicine .

[3] Xuan-Yu Wang, Maria-Giuliana Vannucchi, Florentine Nieuwmeyer, Jing Ye, Maria-Simonetta Fausone-Pellegrini, Jan Dirk Huizinga. [Changes in Interstitial Cells of Cajal at the Deep Muscular Plexus Are Associated with Loss of Distention-Induced Burst-Type Muscle Activity in Mice Infected by Trichinella spiralis](#)[J]. The American Journal of Pathology .

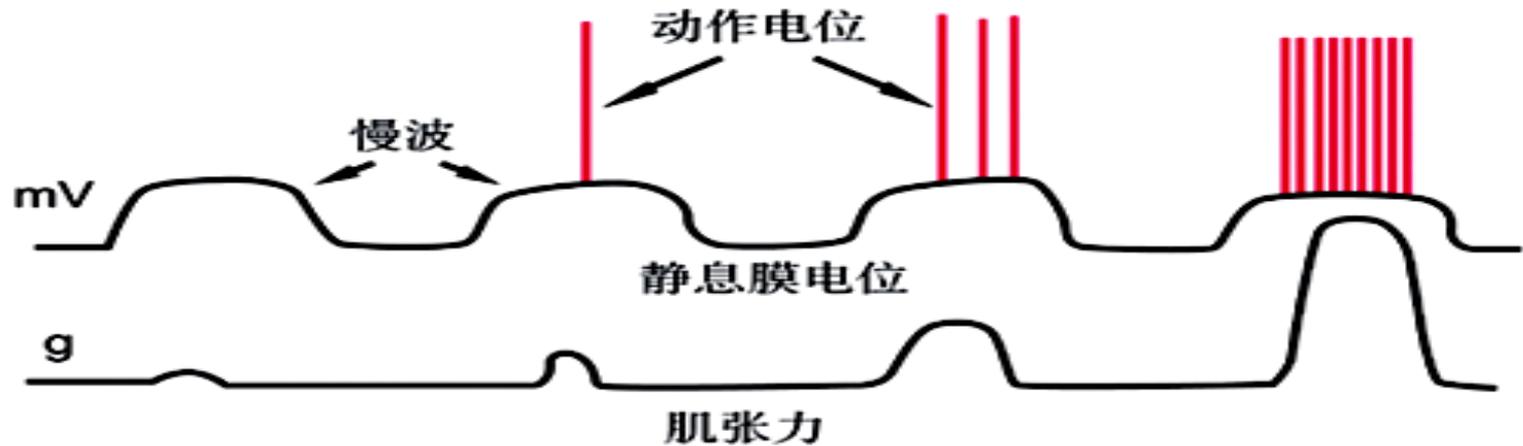
[4] Sang Don Koh, Tae Wan Kim, Jae Yeol Jun, Nichola J. Glasgow, Sean M. Ward, Kenton M. Sanders. [Regulation of pacemaker currents in interstitial cells of Cajal from murine small intestine by cyclic nucleotides](#)[J]. The Journal of Physiology .

3、AP（快波）

◆慢波去极达阈电位→AP→收缩（三者关系）。

◆AP升支： Ca^{2+} 内流 降支： K^{+} 外流；

◆AP频率高→收缩强



消化道平滑肌的电活动

类型	特点	产生机制
静息电位	<ul style="list-style-type: none"> ①数值小，越-50~-60mV ②膜电位不稳定，易自发性去极化而产生慢波 	<ul style="list-style-type: none"> ①细胞内K⁺外流 ②Na⁺、Cl⁻、Ca²⁺内流 ③生电性钠泵活动
基本电节律	<p>起于纵行肌电紧张扩布至环形肌，波幅5~15mV，持续1~4s，频率胃→12直肠→回肠，3、12、9/min</p>	<p>与膜上生电性钠泵周期性活动有关，当其活动暂时受到抑制时膜发生去极化，当钠泵活动恢复时膜电位又复极化到原来水平</p>
动作电位	<ul style="list-style-type: none"> ①锋电位上升慢，持续时间长 ②AP幅度低，大小不等 	<p>上升支：慢波使膜去极化达阈电位，膜上该通道开放，Ca²⁺缓慢内流</p> <p>下降支：Ca²⁺内流尚未结束，K⁺外流引起复极化</p>

二、消化腺的分泌功能

消化腺是分泌消化液的器官，属外分泌腺。
包括：唾液腺、胃腺、肝、胰、肠腺等。

成人各种消化液日分泌总量：6 ~ 8L

消化液的成分：

- 1、有机物：消化酶、粘液；**
- 2、电解质；**
- 3、水**

消化液的主要功能：

- 1、电解质：改变消化液pH值，以适应消化酶活性的需要；
- 2、酶：对食物化学消化；
- 3、水：稀释食物，使之与血浆渗透压相等，有利吸收；
- 4、碱性粘液、抗体和大量液体，保护消化道粘膜。

消化腺及其分泌的消化液主要成份表

消化液	分泌量 (L/d)	pH	主要成分	酶作用的底物	酶的水解产物
唾液	0.8~1.5	6.0~7.0	粘液 α -淀粉酶	淀粉	麦芽糖
胃液	1.5~2.5	0.9~1.5	粘液、盐酸 胃蛋白酶(原) 内因子	蛋白质	胨、多肽
胰液	1.0~2.0	7.8~8.4	HCO_3^- 胰蛋白酶(原) 糜蛋白酶(原) 羧基肽酶(原) 核糖核酸酶 脱氧核糖核酸酶 α -淀粉酶 胰脂肪酶 胆固醇酯酶 磷脂酶	蛋白质 蛋白质 肽 RNA DNA 淀粉 甘油三酯 胆固醇酯 磷脂	氨基酸、寡肽 氨基酸 单核苷酸 麦芽糖、寡糖 脂肪酸、甘油、甘油酯 脂肪酸、胆固醇 脂肪酸、溶血磷脂
胆汁	0.6~1.0	6.8~7.4	胆盐 胆固醇 胆色素		
小肠液	Brunner 腺 1.2 Liberkuhn 腺 1.8	8.2~9.3 7.5~8.0	粘液 肠激活酶	胰蛋白酶原	胰蛋白酶
大肠液	0.5	8.3~8.4	粘液		

三、消化道的神经支配及其作用

外来神经系统和内在神经系统（肠神经系统、壁内神经丛）。

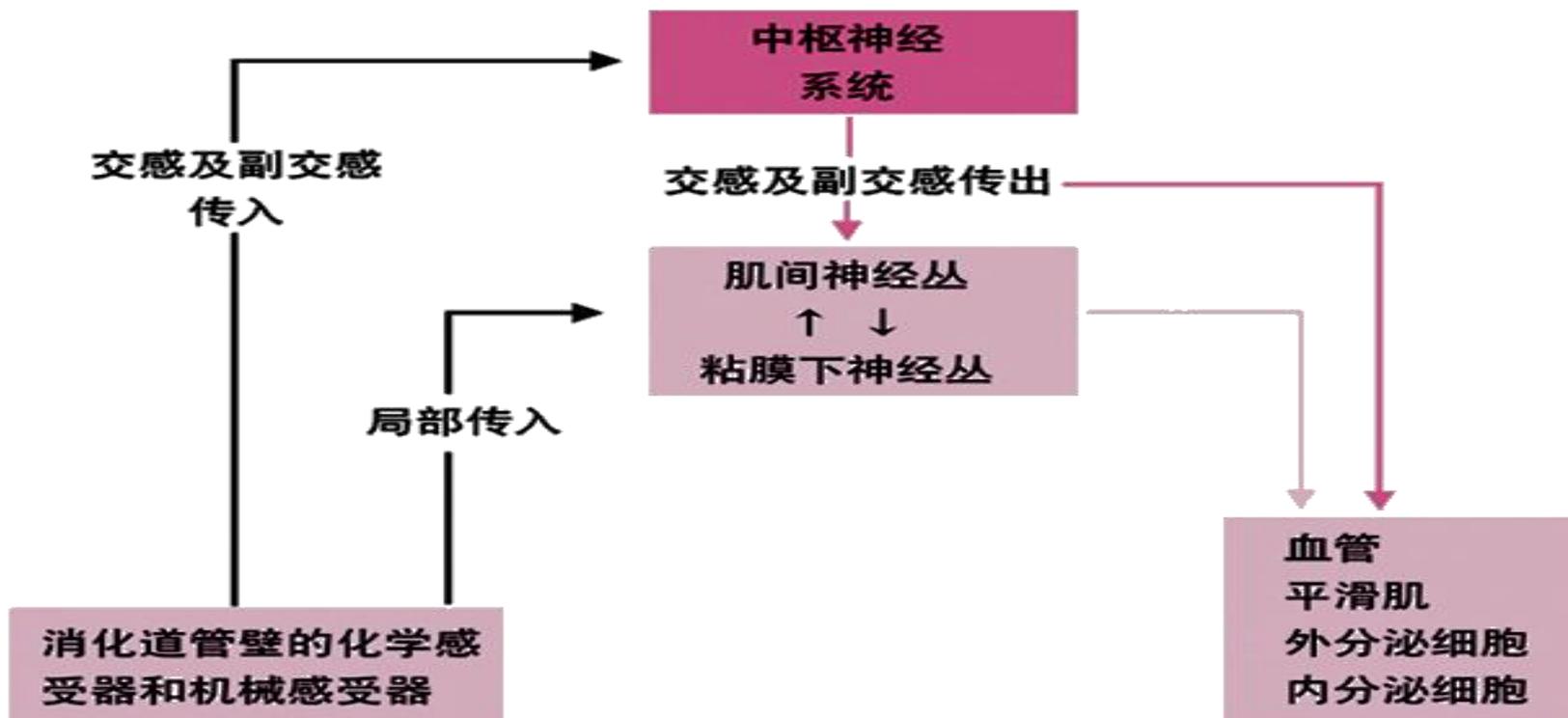
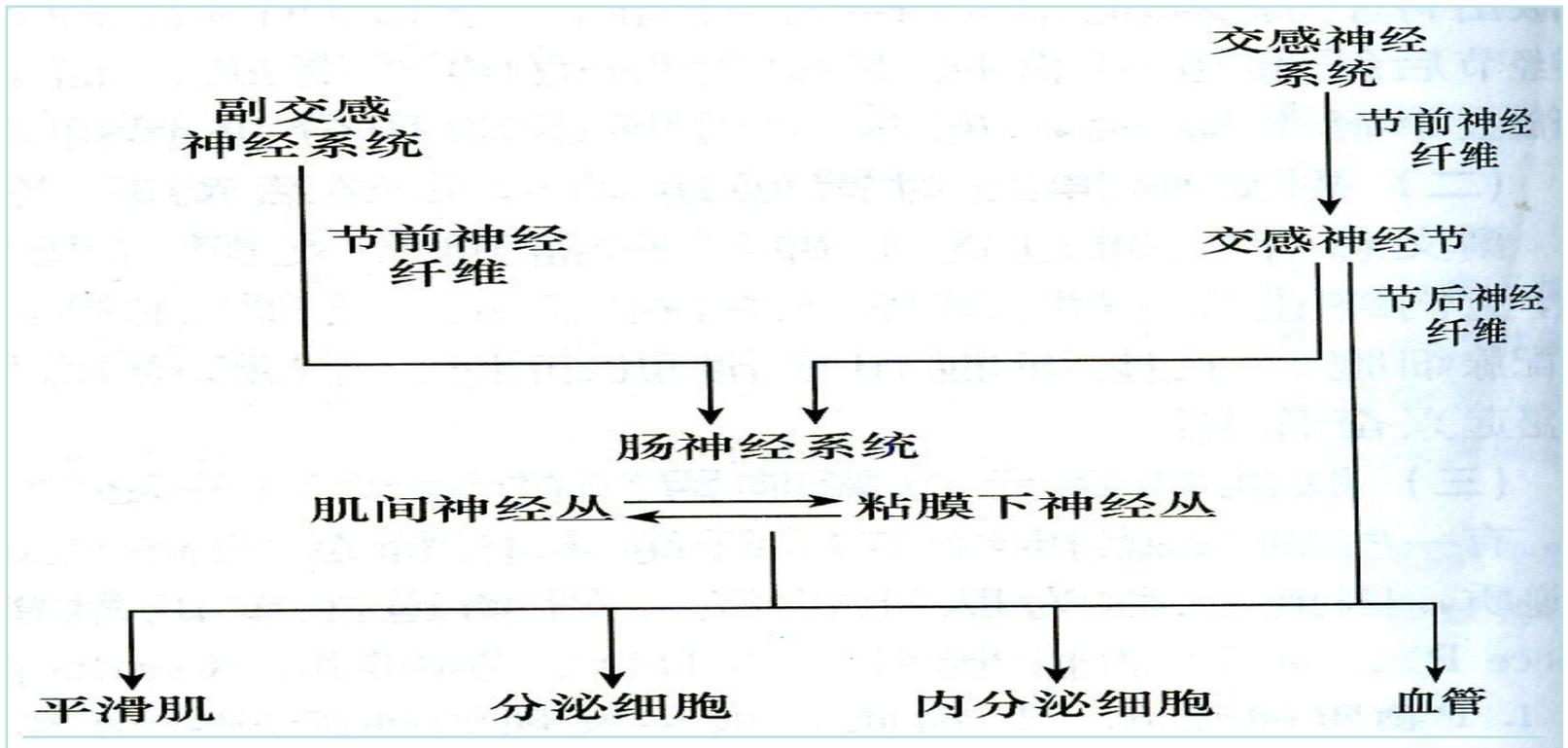


图6-2 消化系统的局部和中枢性调节通路

(一) 外来神经系统

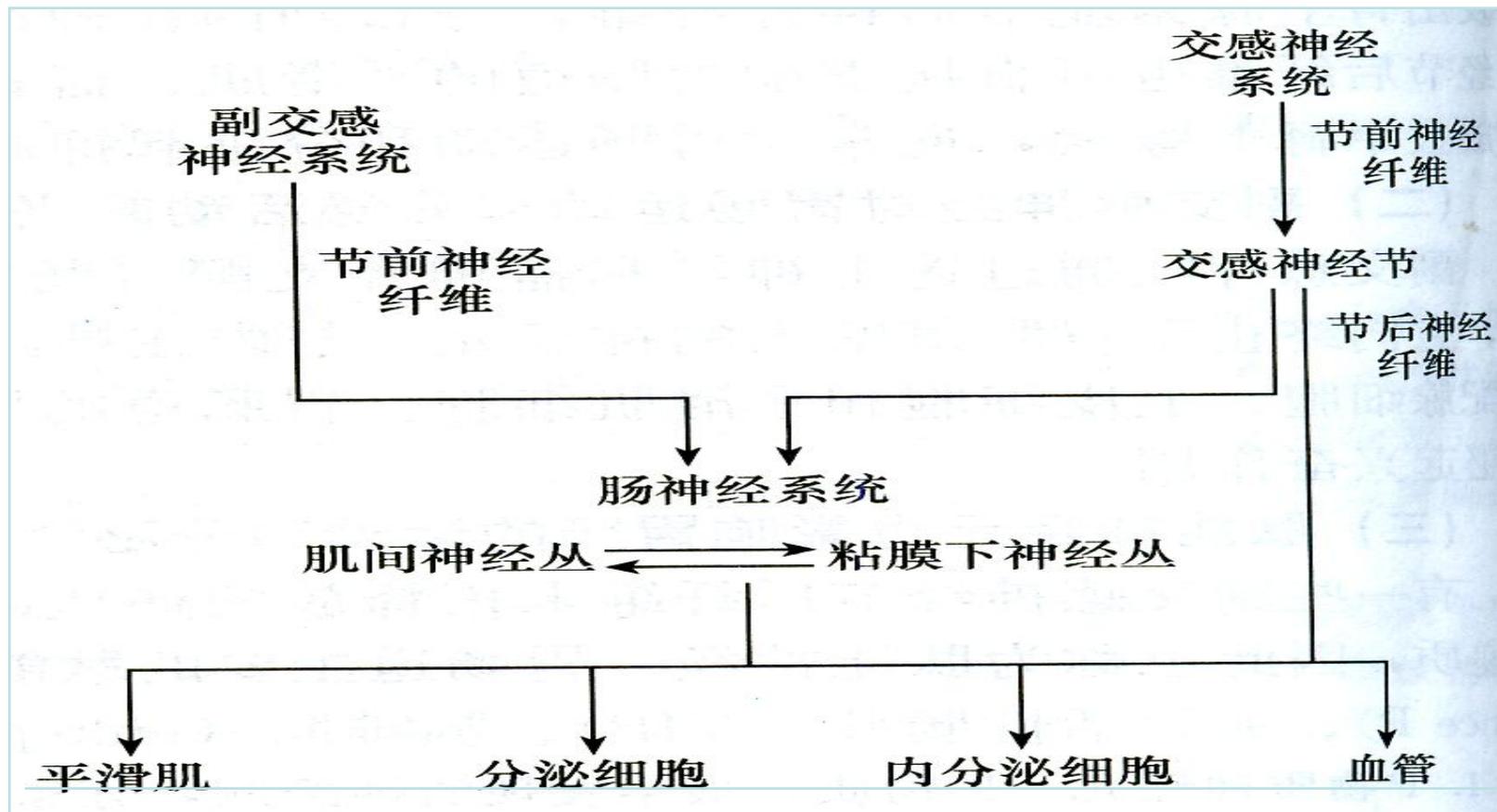
1、交感神经

作用：交感节后纤维→NE (NA) →消化道运动↓腺体分泌↓血量↓括约肌收缩。（主要：**抑制作用**）



2、副交感神经：迷走N及盆N

作用：节后纤维主要为胆碱能纤维→ACh→M受体
→消化道运动↑腺体分泌↑，括约肌松弛。（主要：**兴奋作用**）

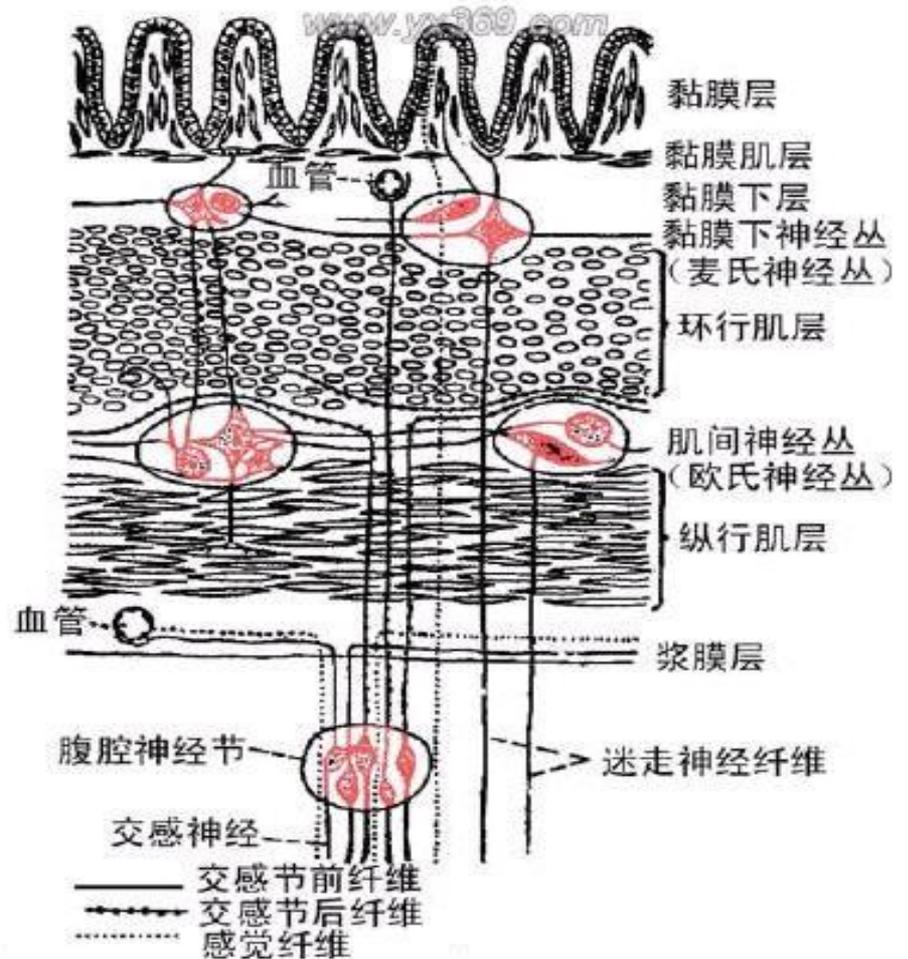


(二)、内在神经系统

包括**肌间神经丛**和**黏膜下神经丛**。

约含神经元**8~10亿**，与脊髓神经元总数相当。

按功能分：运动、感觉、中间N元。



内在神经系统可不通过外来神经系统，**独立**完成一些胃肠反射，但在完整机体内，内在神经系统受外来神经系统调控。

肌间神经丛：

- N元分布于纵行肌与环形肌之间，主要支配平滑肌C。
- 主要调节胃肠运动：

粘膜下神经丛：

- 分布在粘膜下，主要支配胃肠道腺C和上皮C，也支配粘膜下血管。
- 控制消化道分泌、物质吸收、局部血流量。

四、消化道的内分泌功能

(一) APUD细胞与胃肠激素种类

- ◆ 胃肠粘膜含40多种内分泌C，这些细胞都具有摄取胺的前体，进行脱羧而产生肽类或活性胺的能力，总称这类细胞为APUD细胞 (amine precursor uptake and decarboxylation cell)。
- ◆ 合成释放多种激素，作用于胃肠道，总称**胃肠激素（胃肠肽）**。
- ◆ 最大的内分泌器官。

主要胃肠激素分泌细胞的名称及分布部位

胃肠激素	细胞名称	分布部位
胰高血糖素	A 细胞	胰岛
胰岛素	B 细胞	胰岛
生长抑素	D 细胞	胰岛、胃、小肠、结肠
<u>促胃液素</u> (胃泌素)	G 细胞	胃窦、十二指肠
<u>缩胆囊素</u> (胆囊收缩素)	I 细胞	小肠上部
抑胃肽	K 细胞	小肠上部
胃动素	Mo 细胞	小肠
神经降压素	N 细胞	回肠
胰多肽	PP 细胞	胰岛、胰腺外分泌部分、胃、小肠、大肠
<u>促胰液素</u> (胰泌素)	S 细胞	小肠上部

（二）脑-肠肽（ brain-gut peptides ）：

绝大部分胃肠肽分布于胃、肠、胰内，还有一些胃肠肽既存在于消化道，也存在于脑内，这种双重分布的肽类被称为脑-肠肽。如：促胃液素、缩胆囊素、P物质、生长抑素、血管活性肠肽等物质。

(二)、胃肠激素的生理作用:

1、调节消化腺分泌和消化道运动;

	胃酸	胰 HCO_3^-	胰酶	肝胆汁	小肠液	食管-胃 括约肌	胃 平滑肌	小肠 平滑肌	胆囊 平滑肌
促胃液素	++	+	++	+	+	+	+	+	+
促胰液素	-	++	+	+	+	-	-	-	+
缩胆囊素	+	+	++	+	+	-	+-	+	++

注: +: 兴奋, ++: 强兴奋, -: 抑制, +-: 依部位不同既有兴奋也有抑制

◆促胃液素和胆囊收缩素具有部分相同的氨基酸序列, 二者有些作用相似。

2、营养作用

胃肠激素具有促进消化道组织代谢和生长的作用。如：**促胃液素**能刺激胃泌酸腺区和十二指肠粘膜**C**生长，所以，**切除胃窦**的病人，胃粘膜萎缩；**促胃液素瘤**病人多伴胃粘膜增生肥厚。

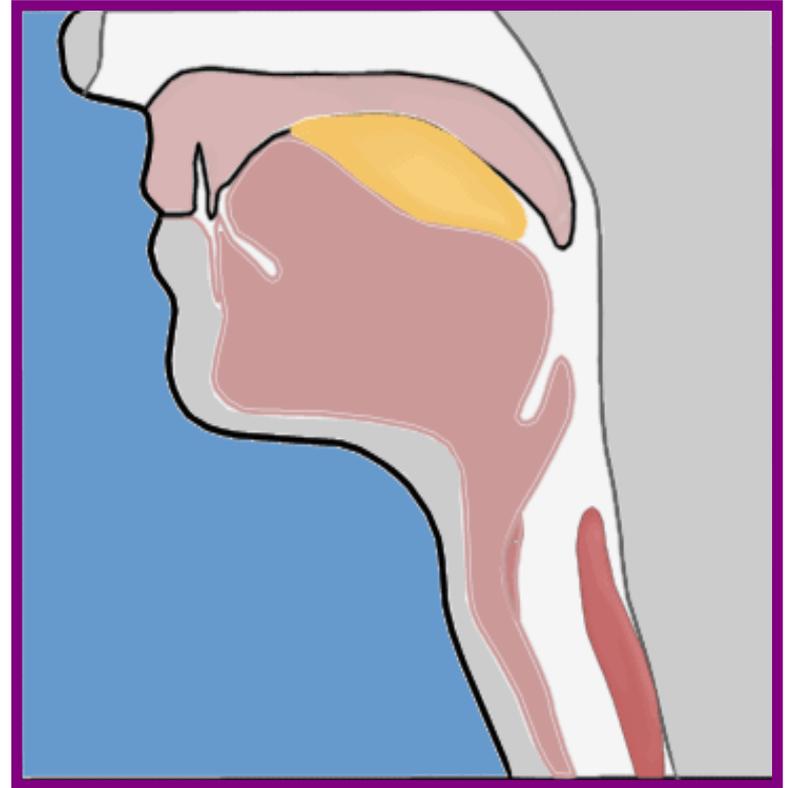
3、调节其它激素释放

如：抑胃肽抑制胃液分泌和胃的运动，刺激胰岛素分泌。

前馈机制，防止血糖升的过高而从肾脏丢失。

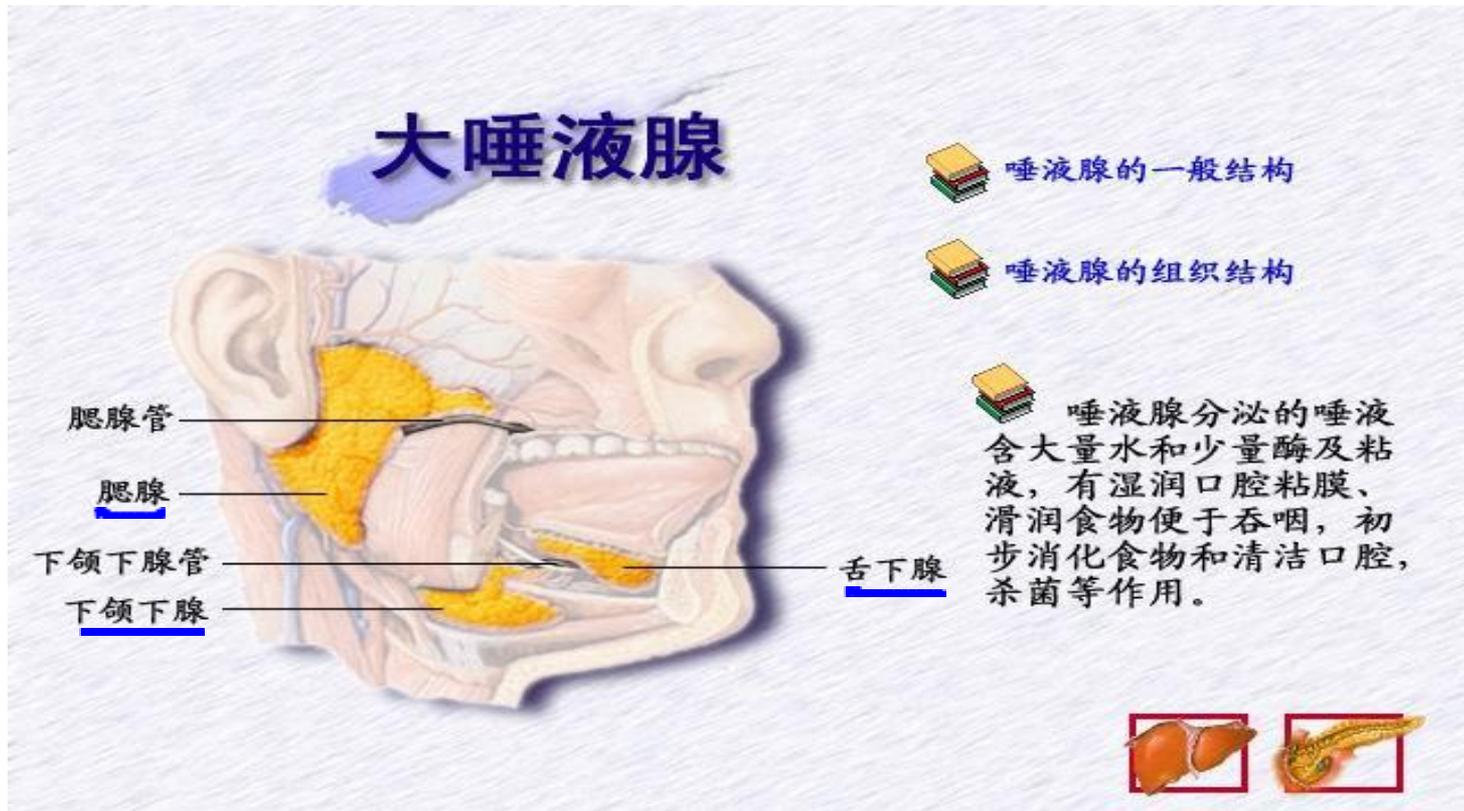
第二节 口腔内消化和吞咽

- ◆ 消化从口腔开始。
- ◆ 食物被咀嚼磨碎（机械消化）、与唾液混合→食团→吞咽。
- ◆ 化学消化：唾液淀粉酶。
- ◆ 咀嚼→消化道与消化腺活动↑



一、唾液的分泌

唾液由**3对大唾液腺**及口腔粘膜中许多散在的**小唾液腺**（**颊腺**）分泌。



(一)、唾液的性质和成分

性质、量：无色、无味、近于中性（pH6.6 ~ 7.1）
1.0 ~ 1.5L/天

成分：

水：占99%

有机物：主要为粘蛋白、粘多糖、唾液淀粉酶、免疫球蛋白、血型物质、溶菌酶等

无机物：Na⁺、K⁺、HCO₃⁻、Cl⁻和一些气体等

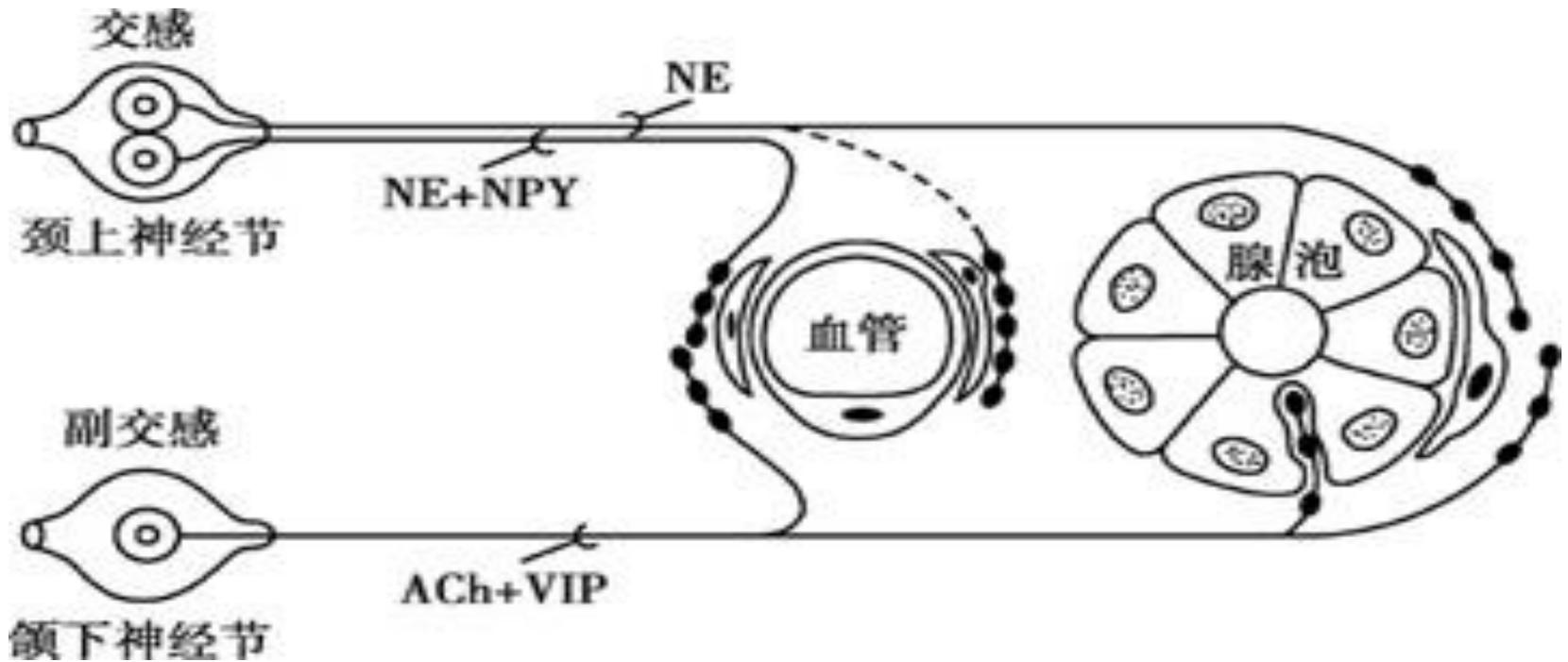
渗透压：与分泌速率有关

(二) 唾液的作用

- 1、湿润口腔：有利吞咽、说话。
- 2、溶解食物：引起味觉。
- 3、清洁保护口腔：冲洗清除残渣，减少细菌繁殖；溶菌酶、免疫球蛋白杀菌。
- 4、化学消化：唾液淀粉酶分解淀粉→麦芽糖。
- 5、排泄：随唾液排出铅、汞及某些药物。

(三) 唾液分泌调节 (神经调节)

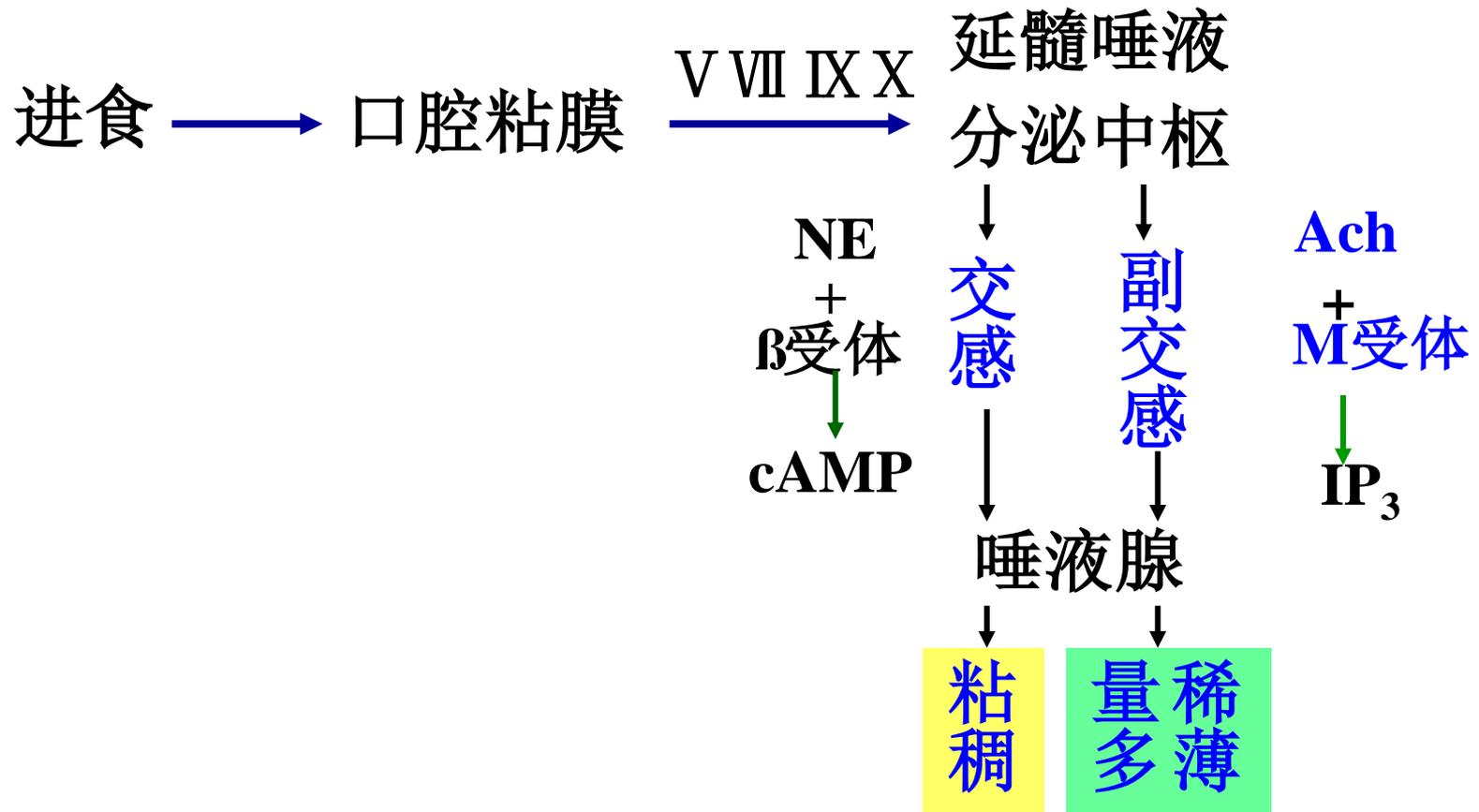
唾液腺受交感副交感N双重支配



(三) 唾液分泌调节 (神经调节)

进食时：条件反射、非条件反射同时存在。

1. 非条件反射：



- **阿托品**为M受体阻断剂。
- **阿托品**可用于全身麻醉前给药→呼吸道腺体及唾液腺分泌↓，防止分泌物阻塞呼吸道。
- **阿托品**可治疗胃肠绞痛（可由胃肠平滑肌强烈收缩引起）。 ◀



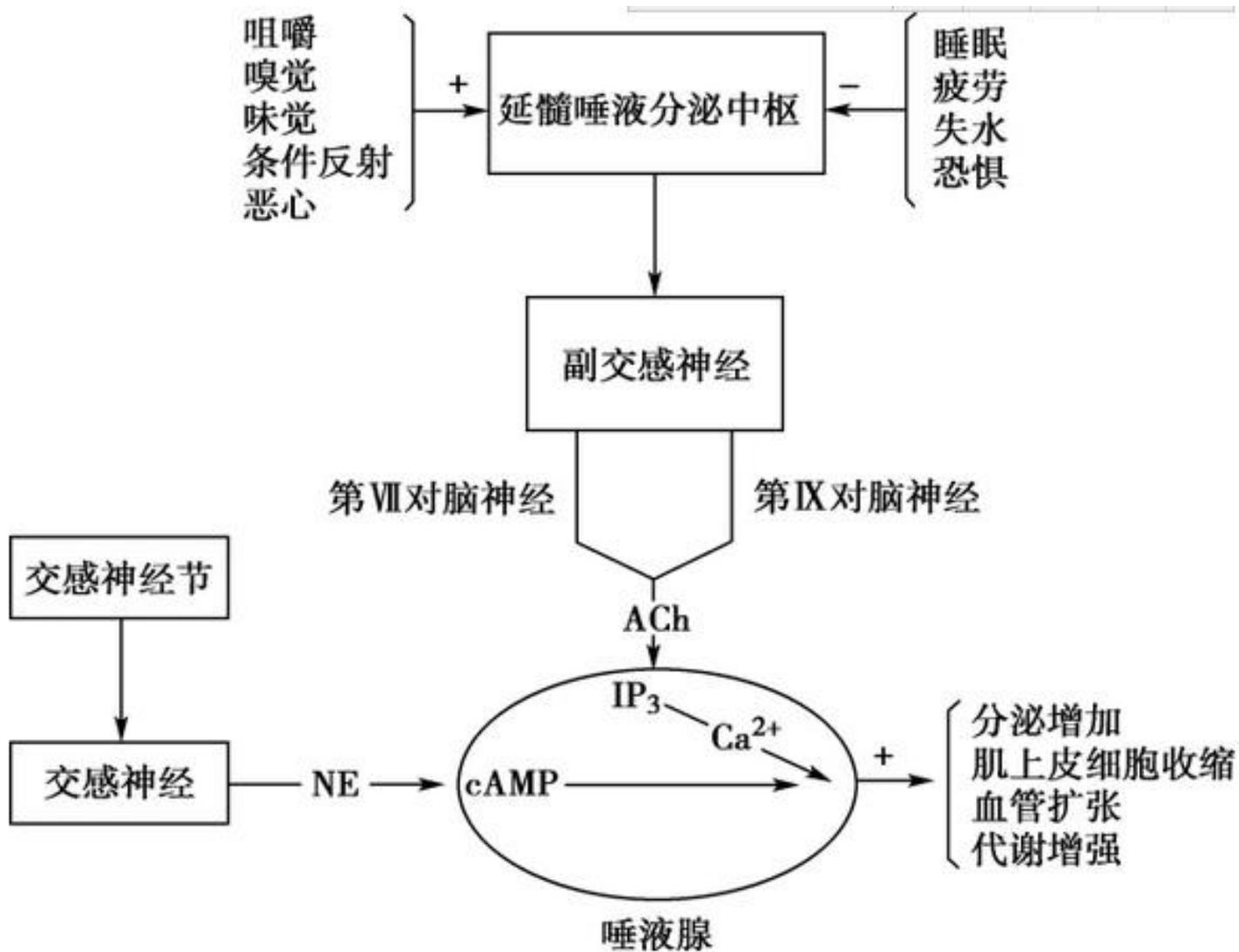
2、条件反射

◆ 进食前、进食中，食物的形、色、味及进餐环境、有关语言→ 唾液分泌。

◆ 条件反射是在大脑皮层参与下实现的。



唾液分泌的调节



二、咀嚼（mastication）：

是由咀嚼肌顺序收缩完成的随意运动。

作用：

- 1、磨碎（机械消化）、混合→食团，便于吞咽。
- 2、使食物与唾液淀粉酶充分接触，利于化学消化。
- 3、加强食物对口腔刺激，反射性引起消化道、腺活动的加强，为下一步消化吸收做准备。

三、吞咽 (deglutition)

概念：口腔内食物经咽、食管进入胃的过程。

分期：

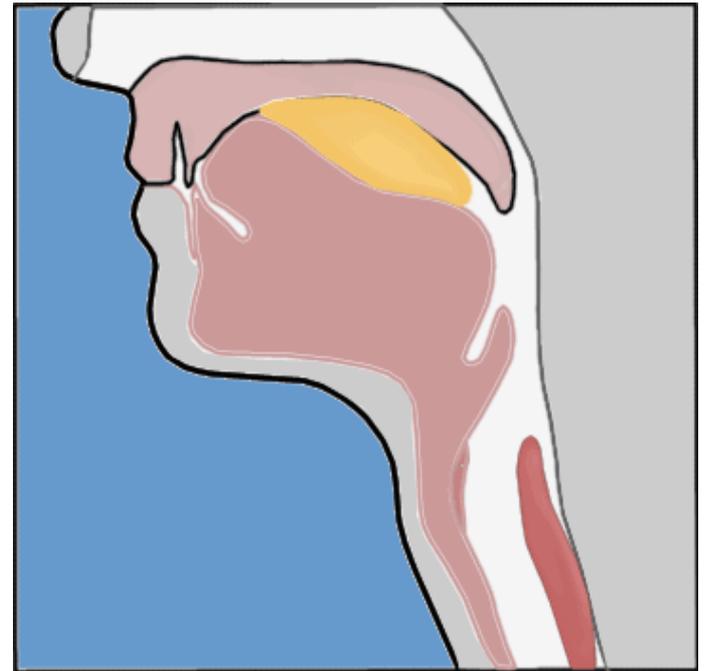
1. 口腔期：口腔→咽

◆ **随意运动，受大脑皮层控制。**

◆ **舌起主要作用。**

2. 咽期：咽→食管上端

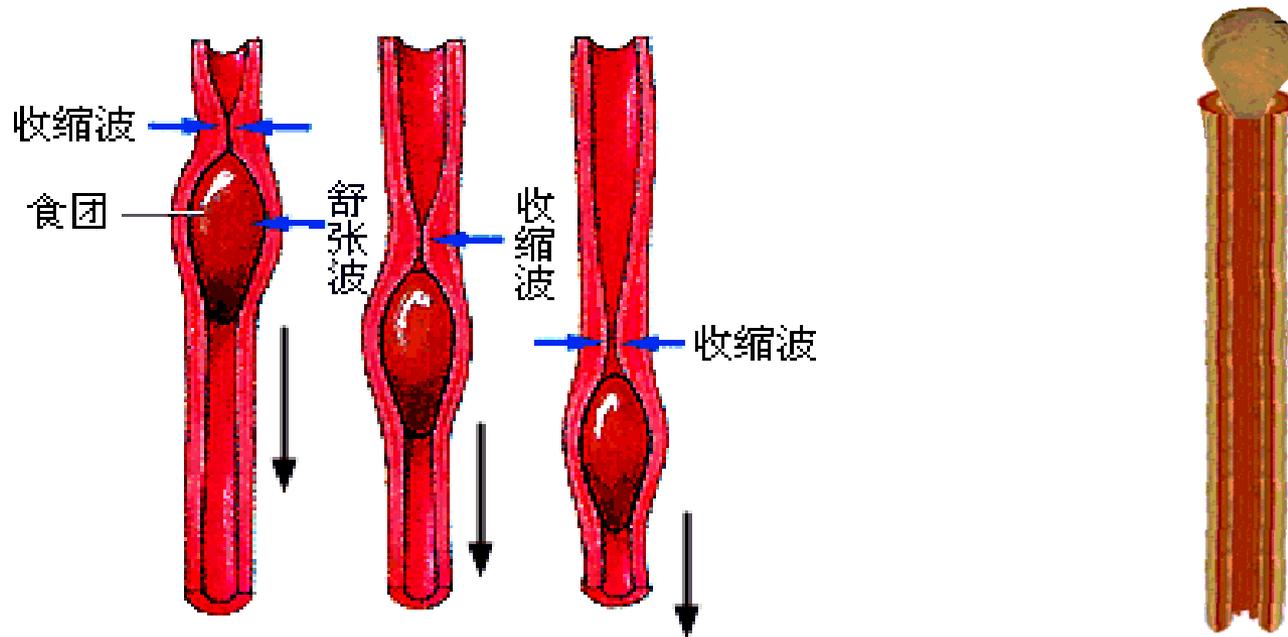
◆ **反射动作。**



3. 食管期：食管上端→胃

蠕动 (peristalsis) :

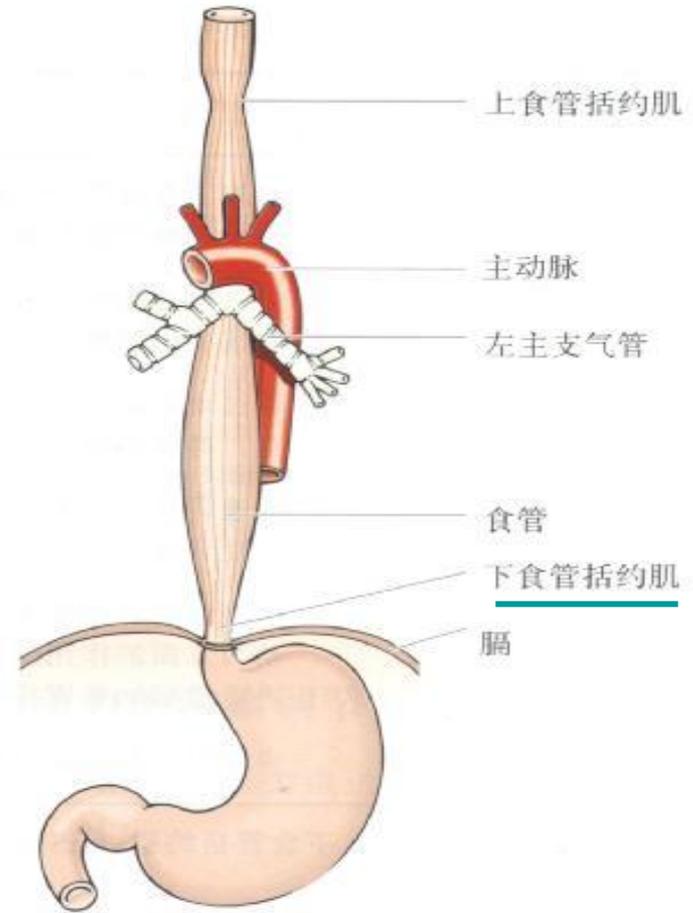
- 是消化道平滑肌**共有**的基本运动形式；
- 是一种向前**推进**的波形运动；
- 食团后方食管**收缩**，前方**舒张**→食团推进。



“食管下括约肌（LES）”：

食管和胃之间，不存在解剖学上的括约肌，但有一高压区，其内压力比胃内压力高5~10mmHg，可阻止胃内容物逆流入食管，起到类似生理括约肌的作用。

- ◆ LES不能弛缓→吞咽困难
- ◆ LES张力↓→胃液逆流。



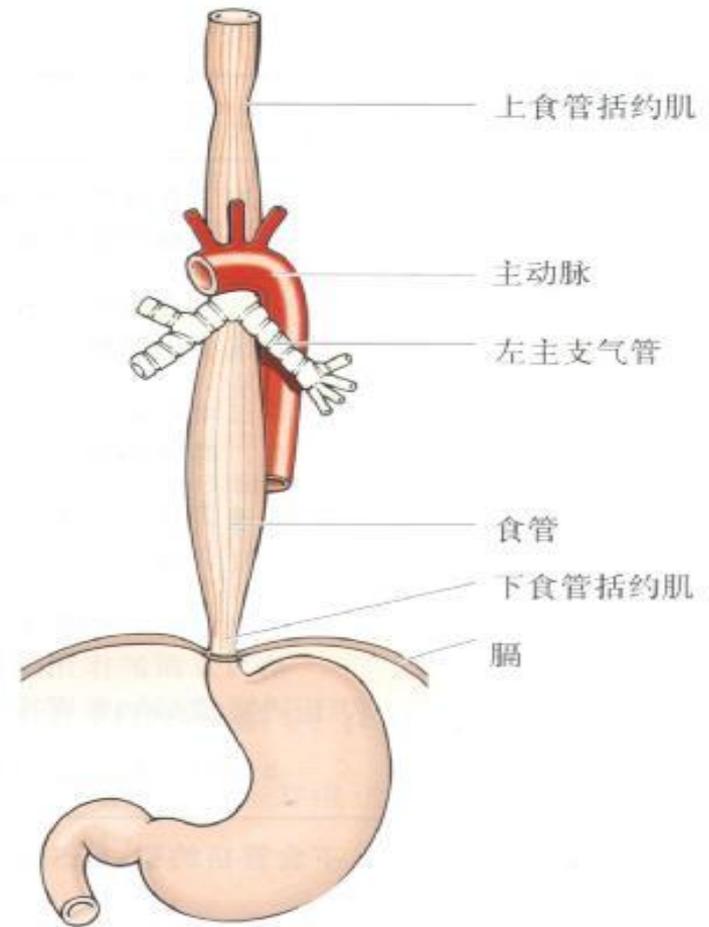
LES的调节:

◆使LES舒张的因素:

食管蠕动→食团刺激食管壁感受器→迷走抑制性纤维→VIP或NO→LES舒张; CCK、胰泌素等也使LES舒张。

◆使LES收缩的因素:

食物入胃后, 迷走兴奋性纤维→Ach, 并且胃泌素、胃动素释放→LES收缩。



第三节 胃内消化

胃有贮存和消化食物两方面的功能。食物在胃内经过机械性消化和化学性消化，形成食糜，然后被逐渐排送入十二指肠。



胃是一肌性囊，为消化管的膨大部分，具有容纳和消化食物的功能。此外还有分泌功能。

胃的位置、形态、大小随其充盈、空虚和体位的变化而发生改变，还可因年龄、性别、体型的不同而有差别。胃在中度充盈时其大部分在左季肋部，小部分位于腹上部。

一、胃液的分泌

(一) 胃粘膜分泌C

1. 外分泌C：组成外分泌腺，分泌胃液。

① 贲门腺

主要由粘液C构成，主要分泌粘液。

② 泌酸腺

壁C—分泌盐酸、内因子；

主C—分泌胃蛋白酶原；

粘液颈C—主要分泌粘液。

③ 幽门腺

含有粘液细胞，主要分泌碱性粘液。

2. 内分泌细胞

① **G**细胞：分布于胃窦，分泌胃泌素。

② **δ**细胞：胃底、胃体、胃窦，分泌生长抑素。

③ 肠嗜铬样细胞（**ECL**细胞）：分布于胃酸腺区黏膜内，分泌组胺。

(二) 胃液的性状、成分、作用：

- “纯净”胃液无色透明，**强酸性**（pH 0.9 ~ 1.5），胃液pH随胃酸分泌、摄食等而变。
- 正常成人日分泌量：**1.5 ~ 2.5 L**。
- **主要：**盐酸、胃蛋白酶原、黏液-碳酸氢盐、内因子。

1、盐酸（HCl）：

◆ 也称胃酸，由泌酸腺壁C分泌。

◆ 存在形式：游离酸、结合酸，两者酸度的总和称总酸度。

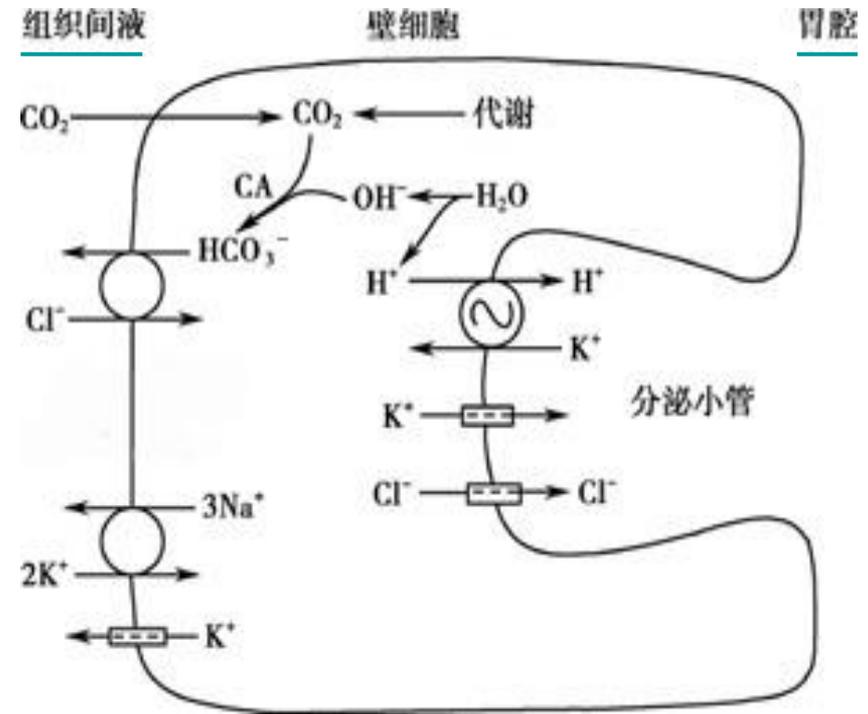
◆ 生成量：空腹时盐酸排出量约0~5mmol/h, 称**基础酸分泌**。基础酸分泌**昼夜节律**：清晨5~11时分泌最低, 下午6时~次晨1时分泌**最高**。进食、药物可使HCl排出↑，最大排出量可达20~25mmol/h.

(1) HCl分泌的细胞机制

■ 壁C通过质子泵逆浓度梯度分泌 H^+ ； $Cl^- \rightarrow$ 壁C \rightarrow 分泌小管。

■ 质子泵抑制剂如：奥美拉唑可治疗溃疡病。

■ 餐后硷潮：进餐后血浆、尿液pH略升高。



(2) 盐酸作用：

- ① 抑制、杀死胃内细菌；
- ② 激活胃蛋白酶原，并提供胃蛋白酶所需酸性环境。
- ③ 可使蛋白质变性→使蛋白质易分解。
- ④ 促进 Ca^{2+} 和 Fe^{2+} 吸收。
- ⑤ 引起小肠内促胰液素、CCK释放→胰液、胆汁和小肠液↑→促食物消化。

● 盐酸分泌**过少**可引起**腹胀**等消化不良症状。

● 盐酸分泌**过多**会侵蚀胃十二指肠粘膜，成为**消化性溃疡**的重要病因之一。



2、胃蛋白酶原（PG）

- 主要来源于主C；迷走N \uparrow 、进餐等 \rightarrow PG \uparrow 。
- PG无活性，必须激活为胃蛋白酶才有作用。盐酸可使PG激活，PG也可自我激活。
- 胃蛋白酶在酸性环境（pH1.8 \sim 3.5）可分解蛋白质，产物为眈、胨以及少量氨基酸和多肽。
- ◆ 常用胃蛋白酶和稀盐酸治疗盐酸分泌不足导致的消化不良。

3、内因子

- 壁C分泌的一种糖蛋白

- 促进VB₁₂吸收，机制：

- ① 内因子与B₁₂结合，保护B₁₂免受消化酶破坏；

- ② 内因子—B₁₂复合物易与回肠粘膜受体结合→促进B₁₂吸收。

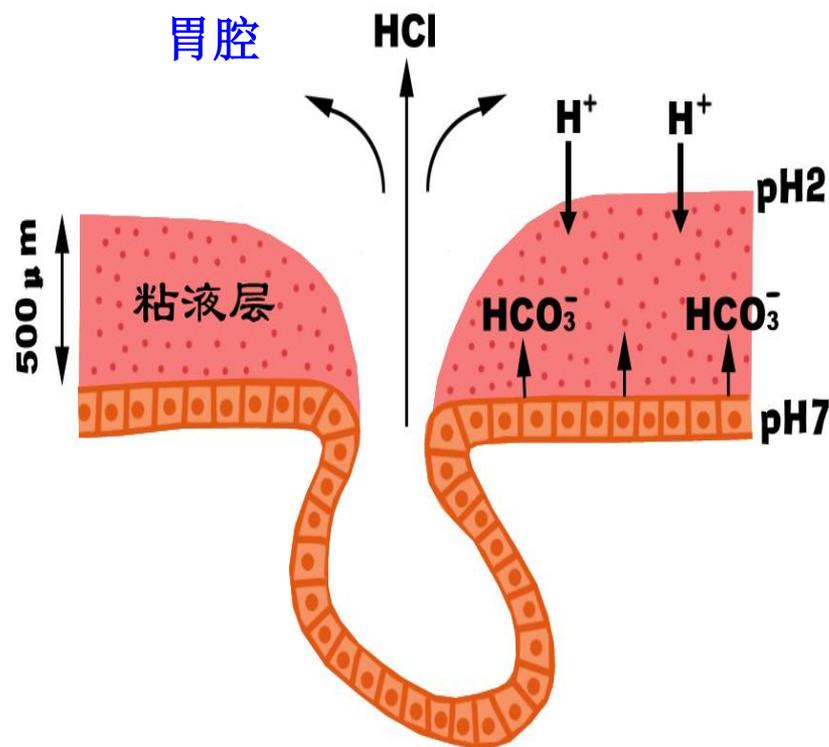
- 内因子缺乏（如：胃大部切除）→ 巨幼红细胞性贫血。

4、粘液—碳酸氢盐屏障、胃粘膜屏障：

(1) 黏液—碳酸氢盐屏障

黏液：胃粘膜表面上皮C、黏液颈C、贲门腺和幽门腺共同分泌。主要成分：糖蛋白。

碳酸氢盐：胃粘膜表面上皮细胞分泌、组织渗入。



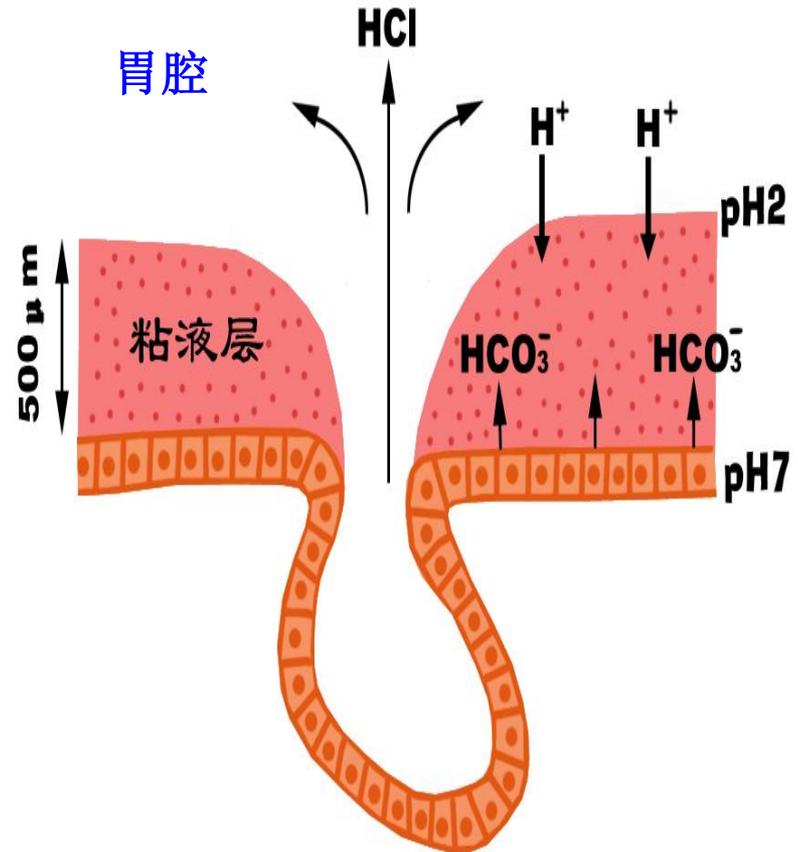
作用:

- ① 润滑
- ② 机械保护
- ③ 化学保护: 防止强酸侵蚀、胃蛋白酶自体消化胃粘膜。

a. 减慢 H^+ 扩散;

b. H^+ 被 HCO_3^- 中和。

(胃蛋白酶作用的pH1.8~3.5)。



(2) 胃粘膜屏障

胃粘膜相邻上皮**C**顶端膜之间存在紧密连接，构成胃粘膜屏障，防胃腔**H⁺**向上皮细胞内扩散。



(三) 胃和十二指肠粘膜的细胞保护作用

指胃和十二指肠粘膜能释放一些物质，以防止、减轻有害刺激对消化道黏膜的损伤。

典型物质：胃和十二指肠粘膜可释放**PGE₂**、**PGI₂**和表皮生长因子。

作用机制：

减轻刺激：胃酸↓，胃蛋白酶原↓

加固屏障：黏液↑，碳酸氢盐↑

促进修复：胃粘膜血量↑

损伤胃粘膜屏障因素：

① 胃酸、胃蛋白酶

② 酒精：

③ 胆汁：胆汁返流性胃炎

④ 药物：

◆非类固醇类抗炎药如：阿司匹林、消炎痛→前列腺素合成↓→消化性溃疡。

◆长期大量用糖皮质激素如：氢化可的松→胃粘膜损伤→诱发、加剧胃溃疡。

⑤ 幽门螺杆菌感染

(四) 消化期胃液分泌

(1) 头期 (神经调节)

- 进食引起，感受器位于头部；

- 主要是神经调节：

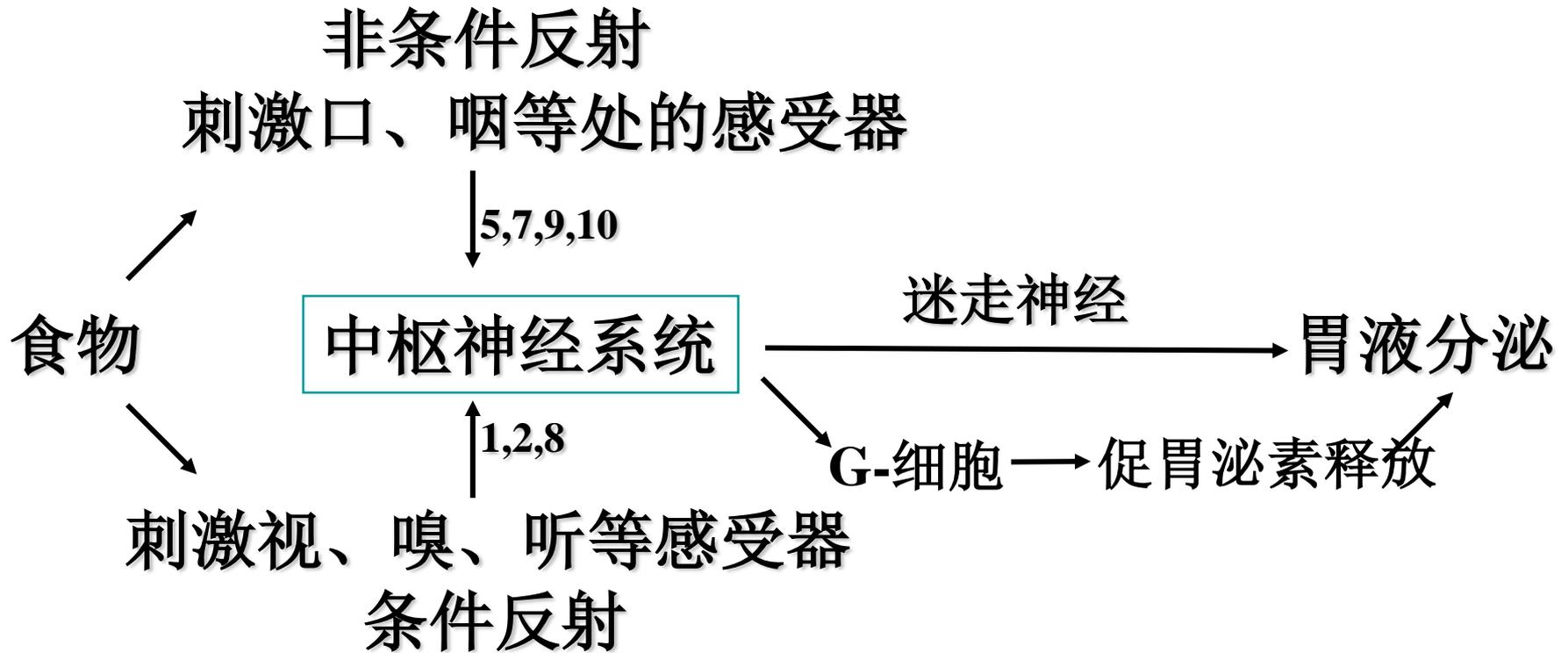
 - 条件反射：视、嗅、听等感受器

 - 非条件反射：口腔咽喉等处感受器

- 中枢：延髓、下丘脑、边缘叶、大脑皮层等

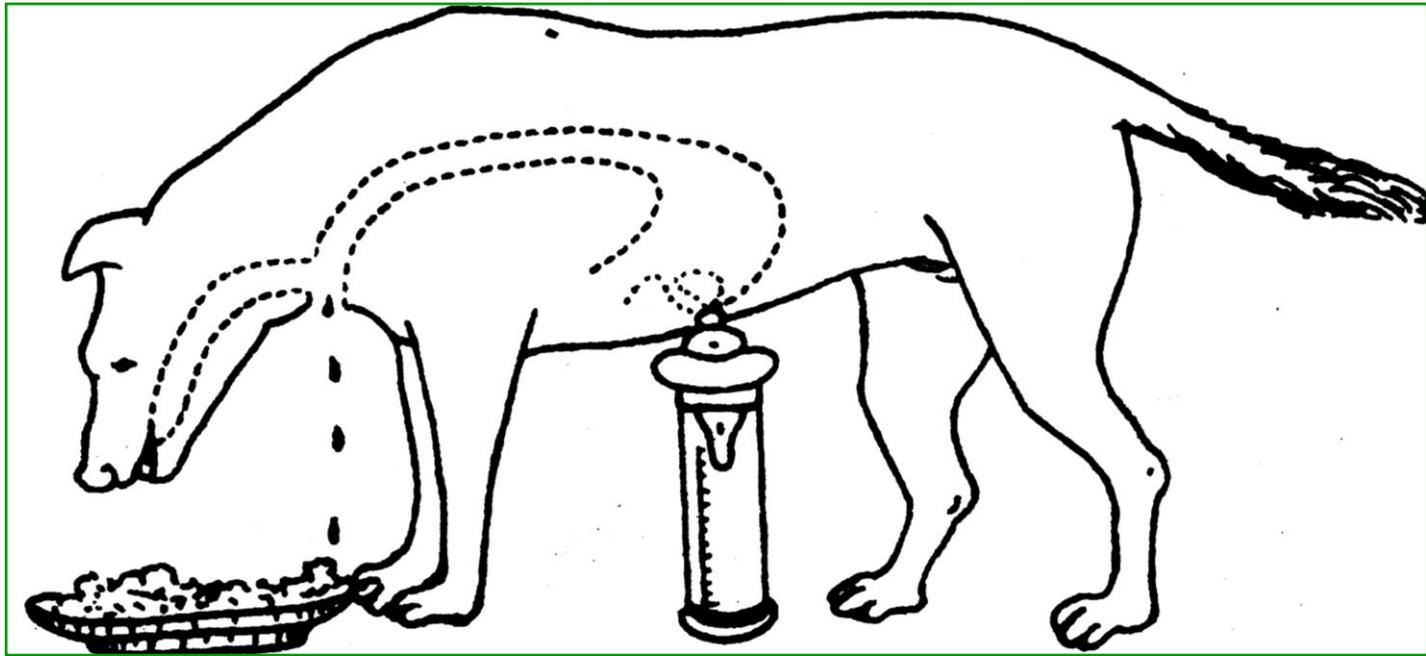
- 传出神经：迷走神经

头期胃液分泌：食物作用于头部各器官



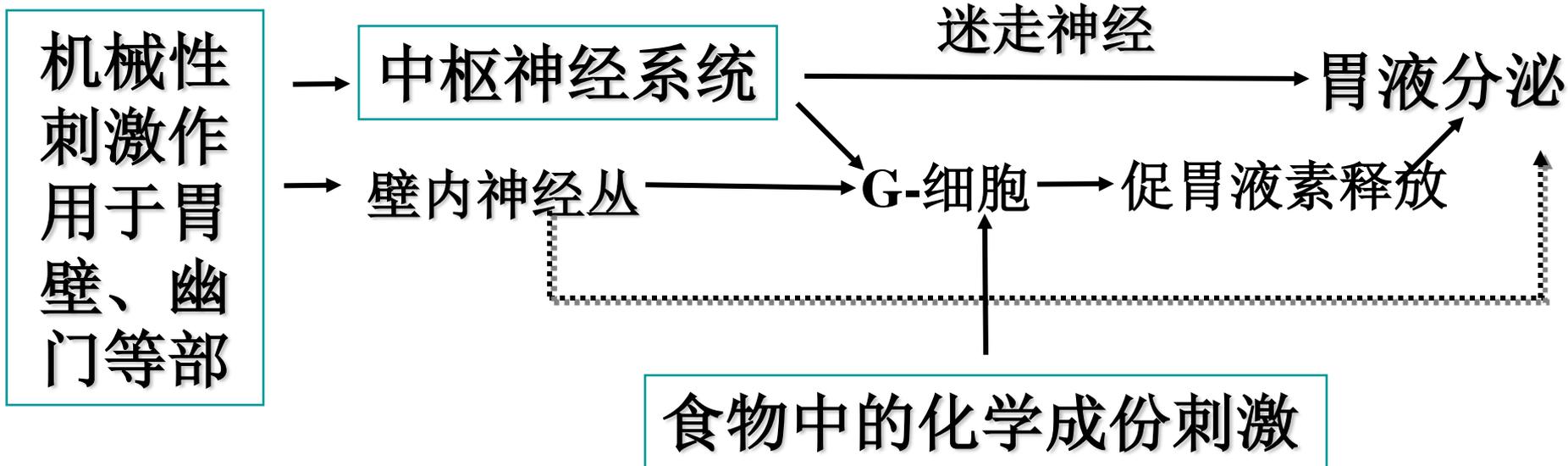
特点： 占30%，量多、酶多、酸度高、消化力强

假饲实验示意图



(2) 胃期（神经和体液调节）

食物入胃以后引起的胃液分泌



特点：占60%，量多、酶稍少于头期，酸度高，
消化力强 < 头期

(3) 肠期（主要体液调节）

食物入小肠上段，继续刺激胃液分泌。

机制：机械扩张、分解产物化学刺激：

- ①十二指肠G细胞分泌促胃液素 → 胃液分泌
- ②小肠粘膜释放肠泌酸素 → 胃液分泌

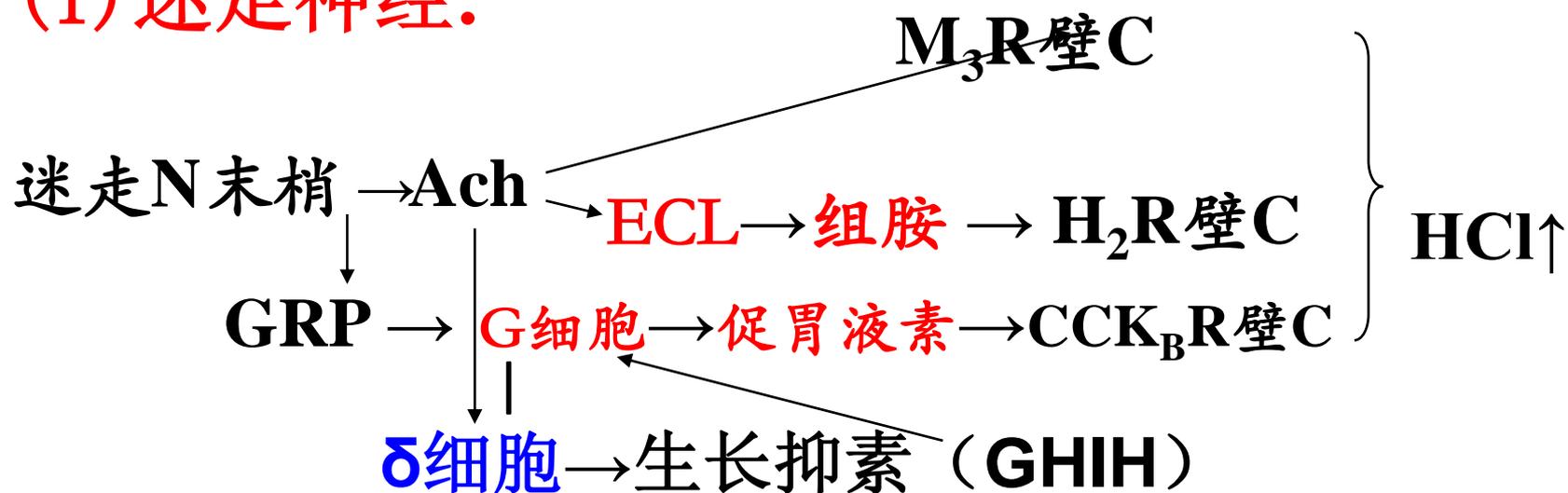
胃液特点：量少，占10%，酸度及胃蛋白酶原也少。

- 头期、胃期主要，肠期次要；
- 三个期几乎同时开始，相互重叠。

(五) 调节胃液分泌的神经体液因素

1. 促进胃液分泌的主要因素

(1) 迷走神经:



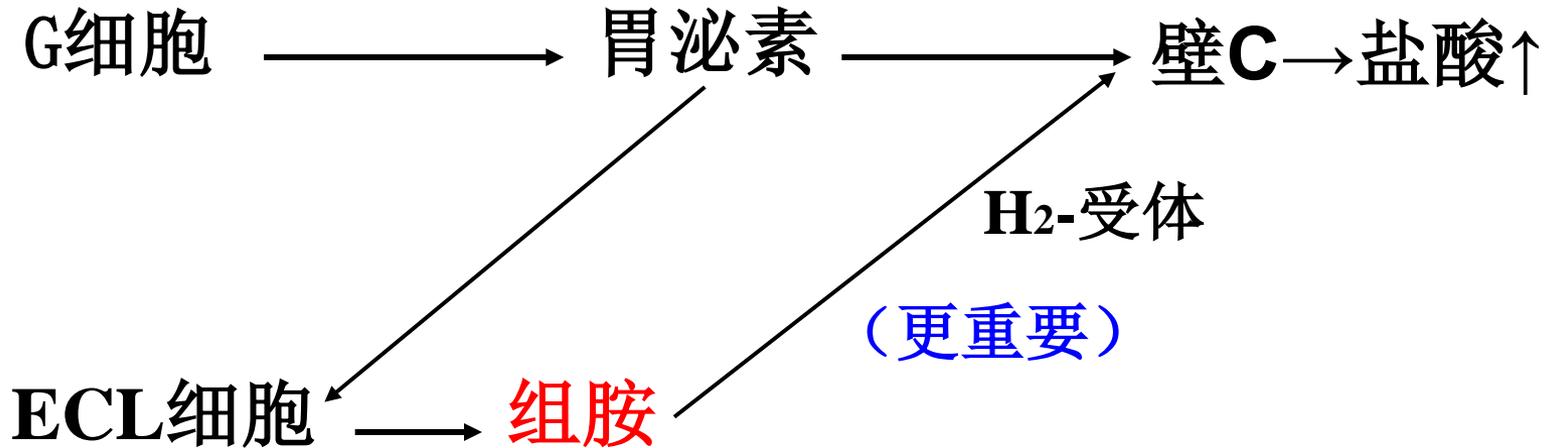
阿托品: M受体阻断剂→HCl↓

(2) ECL细胞



- 组胺还可使壁C对Ach、胃泌素的敏感性↑，故组胺刺激胃酸分泌作用**很强**。
- H₂受体阻断剂西咪替丁可↓ HCl，治疗消化性溃疡。
- δ 细胞→GHIH → ECL细胞→组胺↓ → HCl ↓

(3) 促胃液素



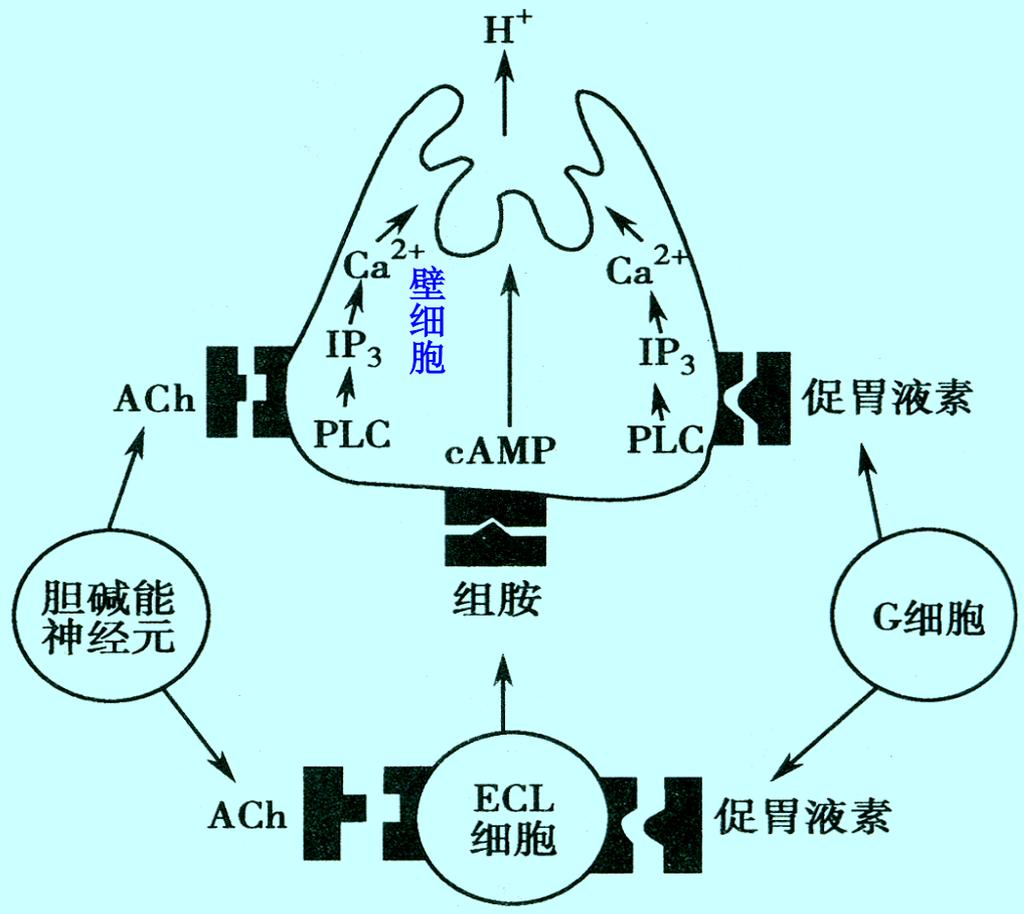
◆ 胃泌素与壁C胃泌素受体（ CCK_B 受体）结合→盐酸↑

◆ 胃泌素受体拮抗剂：丙谷胺

(4) 其它因素

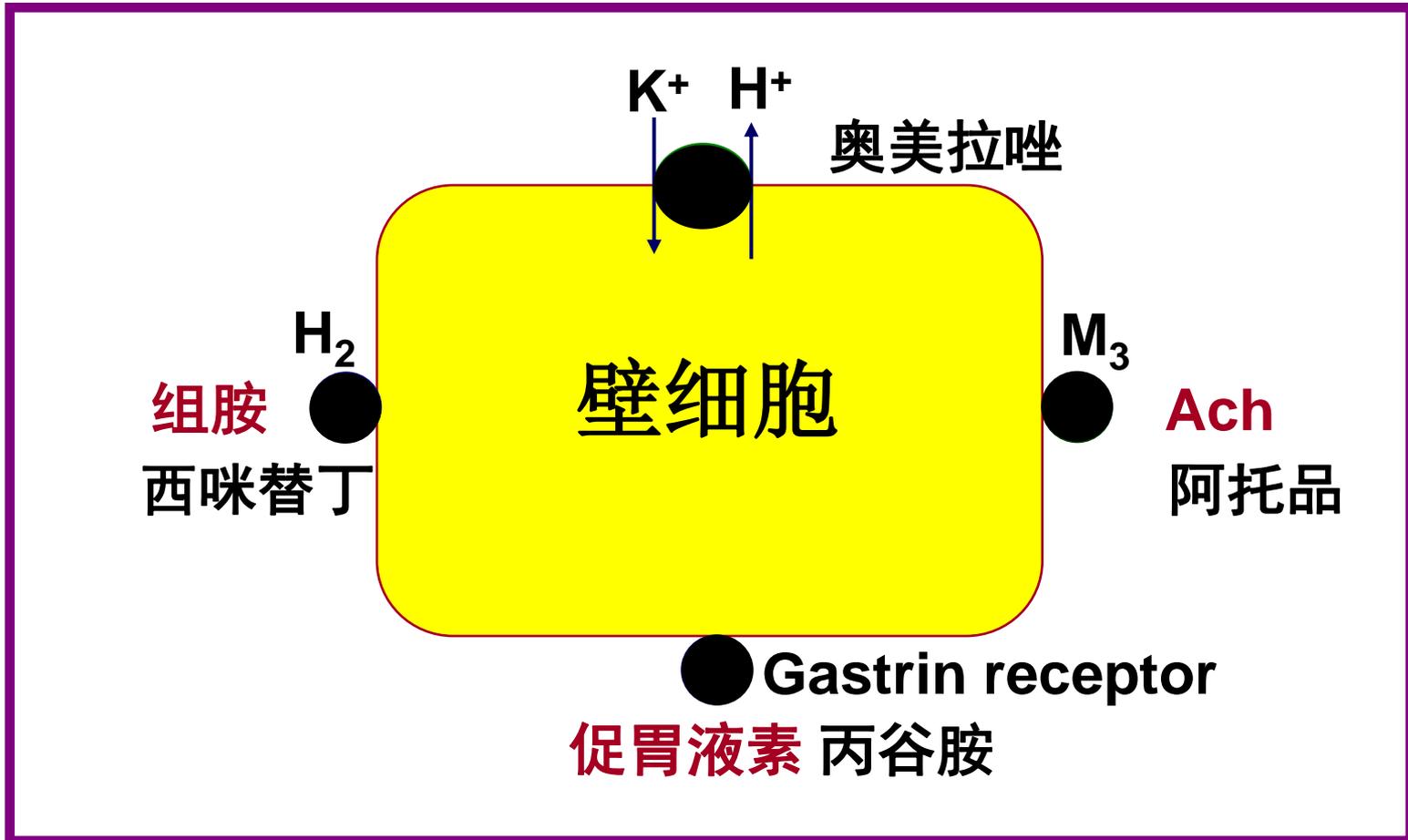
● Ca^{2+} 、低血糖、咖啡因和酒精也刺激胃酸分泌。

◆ 刺激胃酸分泌的因素也刺激胃蛋白酶原和粘液分泌。



组胺、促胃液素、乙酰胆碱对壁细胞的作用及相互关系

图：胃溃疡的主要发病机制及药物治疗。



目前常用的抑酸药: H₂受体阻断剂、质子泵抑制剂。

2. 抑制胃液分泌的主要因素

(1) 盐酸

胃窦： $\text{pH} \leq 1.2 \sim 1.5 \rightarrow$ 胃酸 \downarrow

十二指肠： $\text{pH} \leq 2.5 \rightarrow$ 胃酸 \downarrow

机制：

① HCl 直接抑制 G 细胞 \rightarrow 胃泌素 \downarrow 胃酸 \downarrow

② HCl \rightarrow 胃粘膜细胞生长抑素 $\uparrow \rightarrow$ 胃泌素 \downarrow 胃酸 \downarrow 。

③ HCl \rightarrow 十二指肠粘膜 \rightarrow 胰泌素 $\uparrow \rightarrow$ 胃泌素 \downarrow 胃酸 \downarrow

④ HCl \rightarrow 十二指肠粘膜 \rightarrow 球抑胃素 $\uparrow \rightarrow$ 胃酸 \downarrow

(2) 脂肪:

◆脂肪及消化产物可抑制胃酸分泌

◆脂肪→小肠粘膜→肠抑胃素→胃液↓

肠抑胃素是数种具有此作用激素的总称（促胰液素、缩胆囊素、抑胃肽等）。

(3) 高张（高渗）溶液:

◆激活小肠渗透压感受器→肠-胃反射→胃液↓

◆体液调节：引起小肠释放肠抑胃素↑→胃液↓

(4) 精神、情绪因素:

交感↑（紧张、焦虑、生气）→胃液↓

3. 影响胃液分泌的其它因素——自学

二、胃的运动

(一) 胃运动形式及调节

1. 紧张性收缩

概念：胃平滑肌经常处于缓慢持续的收缩状态。

意义：

- ①维持一定的胃内压→胃液渗入食糜。
- ②保持胃形态、位置。
- ③进食后**头区**紧张性收缩↑→食糜缓慢→**尾区**。

2. 容受性舒张

定义： 进食→食物→咽食管感受器→胃底胃体舒张

机制： 迷走-迷走反射；递质：VIP（血管活性肠肽）或NO

意义： 容纳、暂时储存食物，保持胃内压基本不变。

3. 蠕动

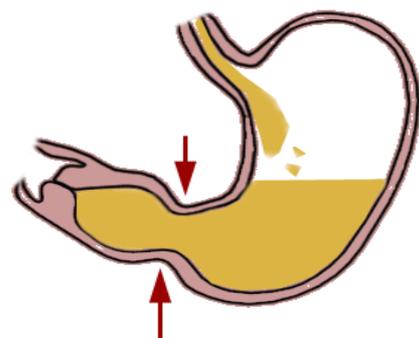
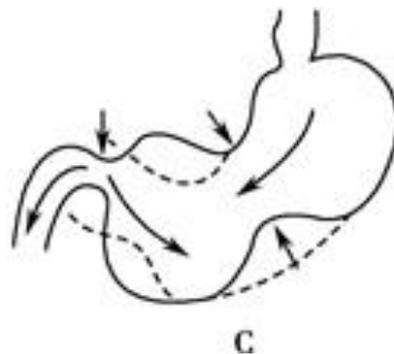
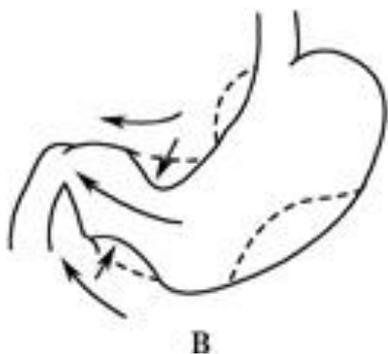
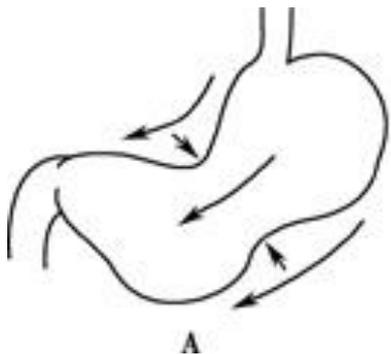
特点：① 入胃后5min开始，3次/分，源于胃中部→幽门(A)；达幽门需1分钟。

② 蠕动接近幽门时最强，食糜→十二指肠(B)或返回(C)。

意义：① 促进食物与胃液混合，以利于化学消化；

③ 将食糜→幽门→十二指肠（胃排空）。

② 研磨固体食物（机械消化）；



(二) 胃排空及其控制

1. **定义**：食物由胃排入十二指肠的过程。

2. 排空速度：

① 流体 > 固体

② 糖 > 蛋白质 > 脂肪

③ 切碎的、小颗粒食物 > 大块食物；

④ 等渗溶液 > 高渗溶液

⑤ 混合食物排空时间：4—6小时

3. 胃排空控制

动力（胃内因素）

直接动力：胃内压 > 十二指肠内压

原动力：胃运动（紧张性收缩、蠕动收缩波）

阻力（幽门括约肌收缩、十二指肠因素）

(1) 胃内因素促进排空：

① 胃内容物扩张胃壁 → 迷走-迷走反射、壁内N
神经丛反射 → 胃运动 ↑ → 胃排空 ↑

② 机械化学刺激（尤其蛋白质消化产物） → 胃泌素
→ 胃运动 ↑、幽门括约肌收缩 ↑ → 排空延缓

(2) 十二指肠因素抑制排空

① 肠-胃反射：酸、脂肪、高渗液→十二指肠壁感受器→肠-胃反射→胃运动↓胃排空↓

② 胃肠激素：食糜（尤其酸、脂肪）→十二指肠→缩胆囊素、促胰液素、抑胃肽等→胃运动↓胃排空↓

胃内因素与十二指肠因素相互配合→胃排空间断进行→与小肠消化吸收相适应。

(三) 消化间期胃的运动

移行性复合运动 (MMC) :

胃在空腹状态下除存在紧张性收缩外，也出现以间歇性强力收缩伴有较长时间的静息期为特点的周期性运动。

该运动开始于胃体上部，并向肠道方向传播，每一周期约为90~120分钟。

意义:

清除进食后胃内遗留的食物残渣、脱落的细胞碎片和细菌，空腹时咽下的唾液以及胃黏液等清扫干净（清道夫）。

第四节 小肠内消化

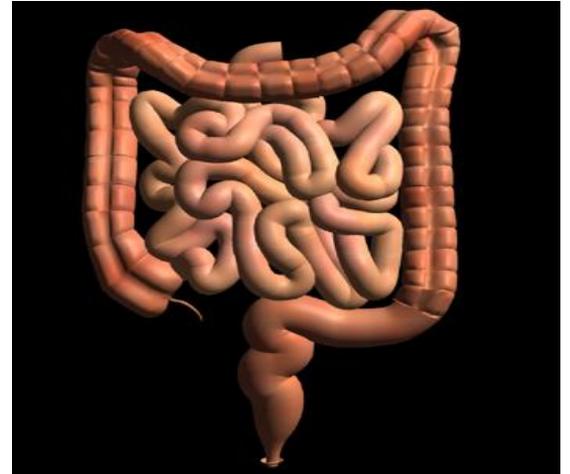
小肠是消化的主要部位。

1. 小肠长：成人5~7m。

2. 食物在小肠停留时间长：3~8h。

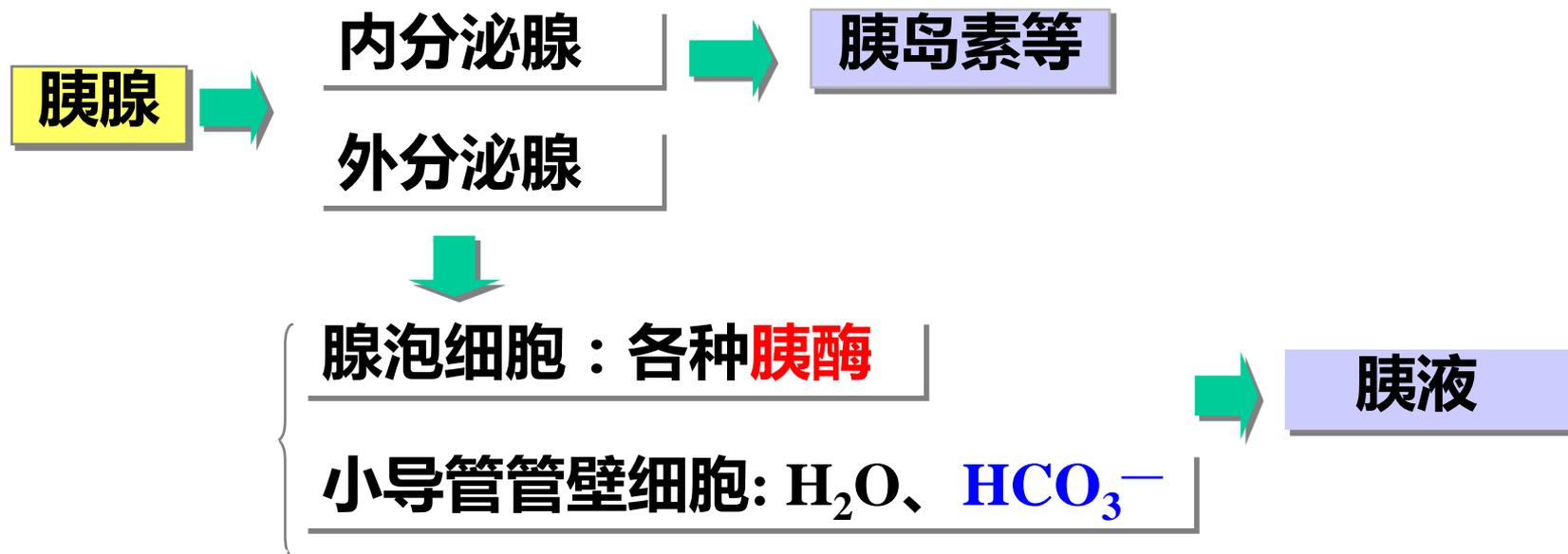
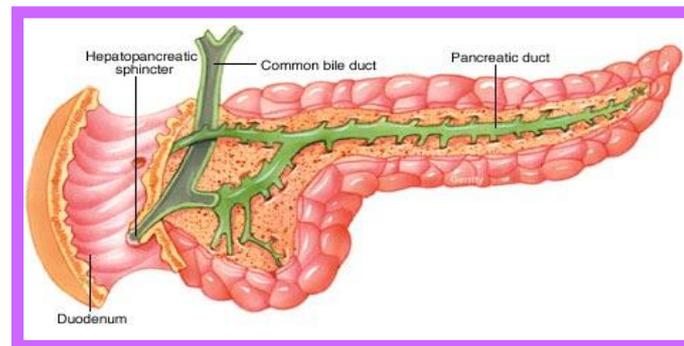
3. 小肠内有胰液、胆汁、小肠液→化学消化充分。

4. 小肠运动形式多样化→机械消化充分。



一、胰液的分泌

(一) 胰液的性质、成分和作用



胰液： 无色无嗅，成人每日分泌量为1~2L，pH为7.8~8.4.

1. 碳酸氢盐：

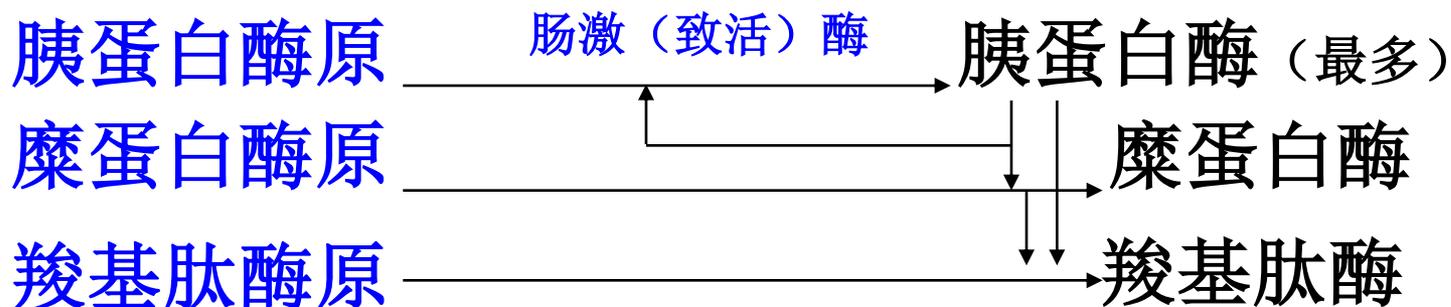
作用： ①中和胃酸，保护十二指肠粘膜。
②为小肠消化酶提供适宜弱碱环境。

2. 胰淀粉酶

作用： 将淀粉水解→糊精（麦芽三糖）、麦芽糖。

临床： 血清、尿液胰淀粉酶↑是早诊胰腺炎依据之一。

3. 蛋白质水解酶



作用:

二者共同作用于蛋白质 \rightarrow 多肽、氨基酸
多肽被羧基肽酶分解 \rightarrow 氨基酸

正常: 胰液蛋白水解酶不自身消化。

原因:

①酶原形式分泌; ②胰蛋白酶抑制物 (量少)

病理：

胰腺导管阻塞、暴饮暴食（胰液↑）→
胰管内压力↑→胰小管、胰腺腺泡破裂→胰
蛋白酶原大量溢入胰腺间质而被组织液激活
→胰蛋白酶对胰腺自身消化（急性胰腺炎）。

4. 胰脂肪酶

作用：

分解甘油三酯 $\xrightarrow{\text{辅脂酶}}$ 脂肪酸、甘油一酯、甘油

辅酯酶：胰腺分泌，由胰蛋白酶激活，对胆盐微胶粒亲和力较高，形成胰脂肪酶-辅酯酶-胆盐络合物。

意义：

- ①防止胆盐把脂肪酶从脂肪表面转换下来，保护脂肪酶不被胆盐抑制。
- ②有助于胰脂肪酶锚定脂肪表面，促进脂肪分解。

其他酶类：

胆固醇酯酶：水解胆固醇酯为胆固醇和脂肪酸。

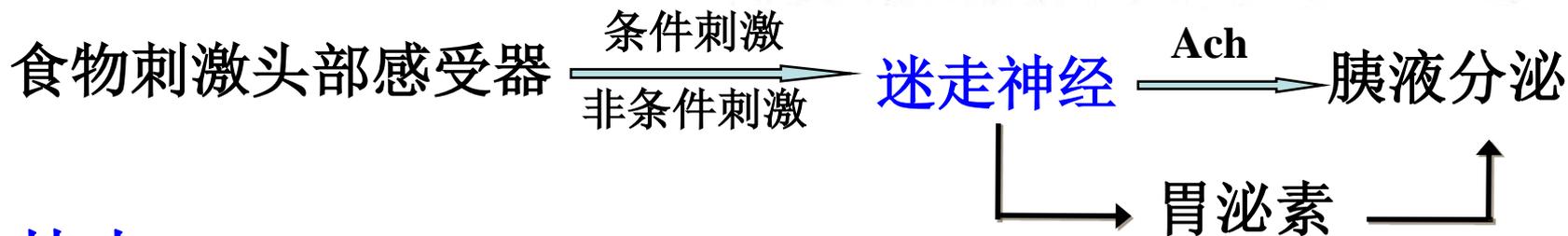
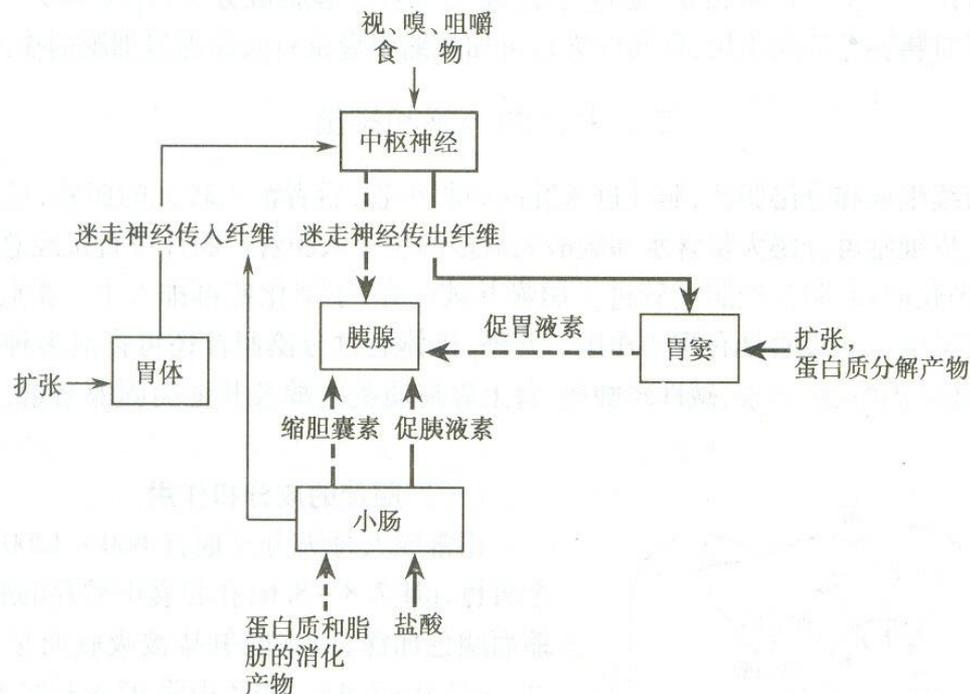
磷脂酶 A_2 ：水解卵磷脂为甘油、脂肪酸等。

核酸酶：水解核酸为单核苷酸。

胰液在所有消化液中**功能最全、消化力最强**。胰液缺乏时，脂肪、蛋白质不能完全消化吸收→脂肪泻；脂溶性维生素吸收障碍；但糖的消化和吸收影响不大。

(二) 胰液分泌的调节

1. 头期胰液分泌



特点:

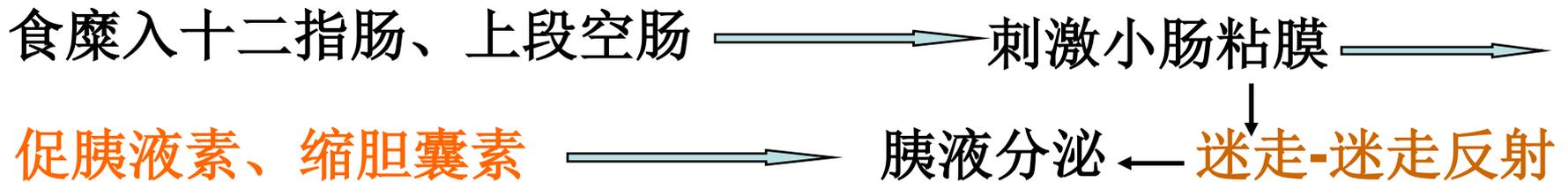
酶丰富, 量少, 约占**20%**

2. 胃期胰液分泌



特点：酶多，量少，约占5~10%

3. 肠期胰液分泌



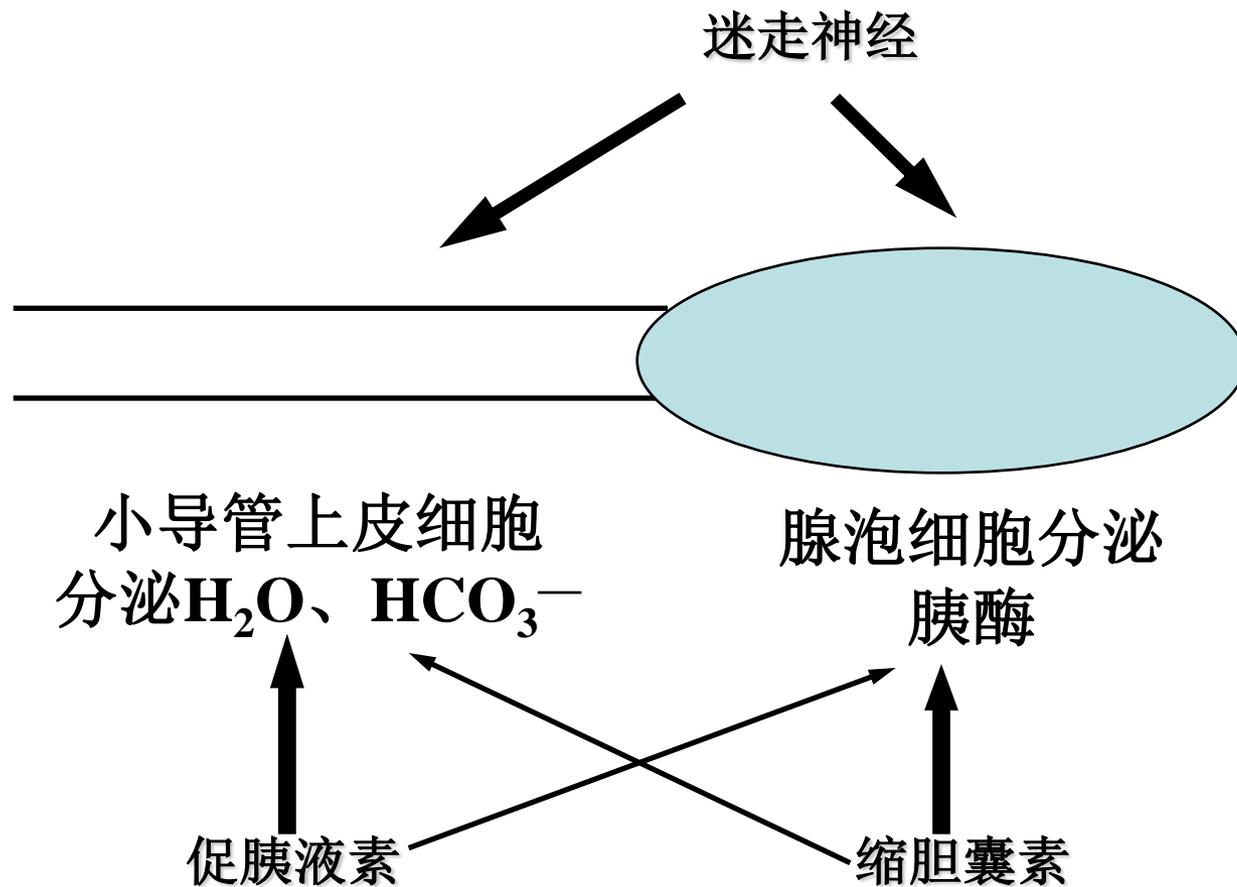
特点：酶丰富，量多，约占70%

促胰液素

- 1) 来源：小肠粘膜S 细胞，27肽
- 2) 刺激因素：盐酸、蛋白质、脂肪酸，糖无作用
- 3) 特点：酶少，量大，加强缩胆囊素对胰腺腺泡细胞的作用。

缩胆囊素

- 1) 来源：小肠粘膜I 细胞，33肽
- 2) 刺激因素：蛋白质分解产物、脂肪，糖无作用
- 3) 特点：酶多量大，加强促胰液素对胰腺导管的作用。

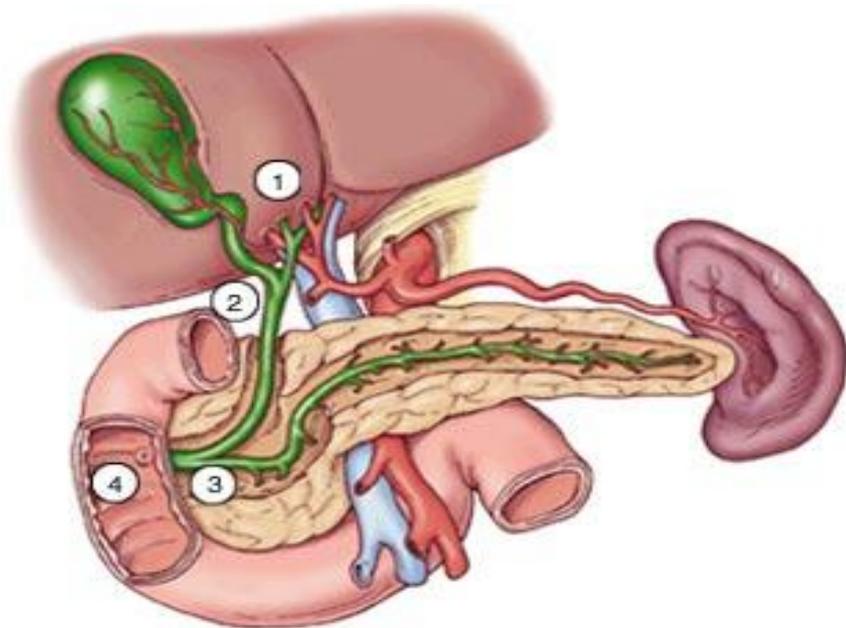


1. 促进 H_2O 、 HCO_3^- 分泌
2. 促进胆汁分泌
3. 抑制胃酸和胃泌素释放

1. 促进多种消化酶分泌
2. 促进胆囊收缩，胆汁分泌
3. 对胰腺组织的营养作用

二、胆汁的分泌和排出

- 肝C→胆汁→肝管→胆总管→十二指肠（肝胆汁）
 ↓
 胆囊管→胆囊（胆囊胆汁）
- 非消化期：大部分胆汁→胆囊，其余→小肠
- 消化期：胆汁由肝及胆囊→十二指肠。
肝分泌：800~1000ml/日
- 胆囊：40~70ml



(一) 胆汁性质、成分

- 有色、味苦、较稠的液体，成年人每日分泌 0.8~1.0L

肝胆汁：金黄色或桔棕色， pH7.4。

胆囊胆汁：颜色变深（深棕色）， pH6.8。

胆汁颜色由胆色素种类、浓度决定。

- 无机物： Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 HCO_3^- 等；

有机物：**胆盐**（含量最高）、胆色素、脂肪酸、胆固醇、卵磷脂、粘蛋白。有机物含量异常往往引起肝胆疾病。

- **胆汁无消化酶。**

1、胆盐：脂肪的消化、吸收

2、胆固醇：

◆脂肪代谢产物：占4%。

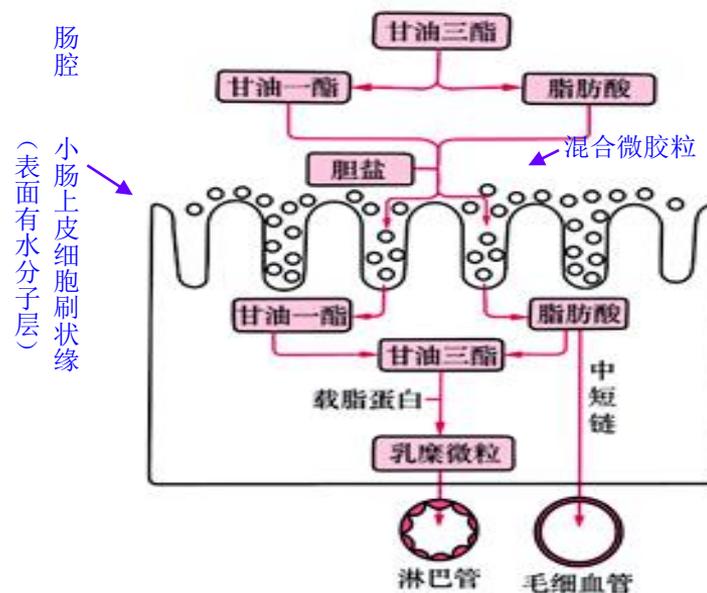
◆卵磷脂是胆固醇的有效溶剂，胆固醇、卵磷脂的适当比例是胆汁中胆固醇溶解的必要条件，当胆固醇↑或卵磷脂↓→胆固醇结石。

3、胆色素（主要是胆红素）：

- ◆ 占2%：Hb分解产物，决定胆汁颜色，可与Ca²⁺结合。
- ◆ 慢性红C破坏性贫血→胆汁胆色素↑，易形成胆色素结石。
- ◆ 胆红素生成↑或肝摄取、转化、排泄障碍→血浆胆红素↑→黄疸。

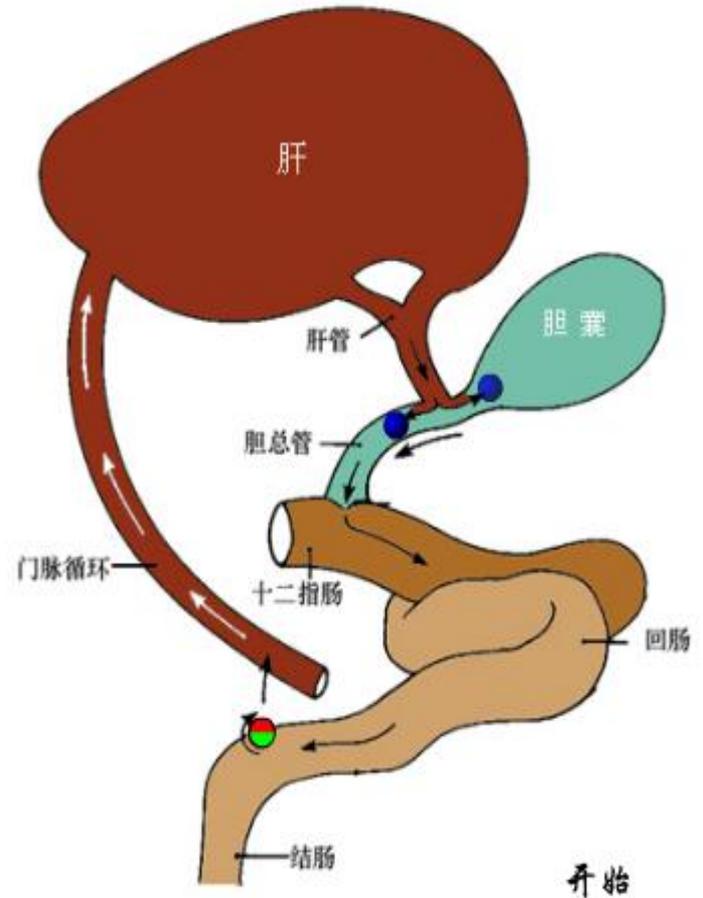
(二) 胆汁作用

1、**促进脂肪分解**：胆盐、胆固醇和卵磷脂乳化脂肪。



2、**促进脂肪吸收**：胆盐+卵磷脂→**微胶粒**，脂肪酸、甘油一酯、胆固醇等可渗入微胶粒→水溶性复合物（**混合微胶粒**）→促脂肪吸收。

- 3、促进脂溶性维生素（A、D、E、K）吸收。
- 4、中和胃酸。
- 5、促进肝胆汁分泌：肠-肝循环重吸收的胆盐可促进肝胆汁分泌（胆盐的利胆作用）。



(三) 胆汁分泌和排出的调节

1. 胆汁分泌和排出因素:

高蛋白 (蛋黄、肉) > 高脂肪或混合食物 > 糖类食物

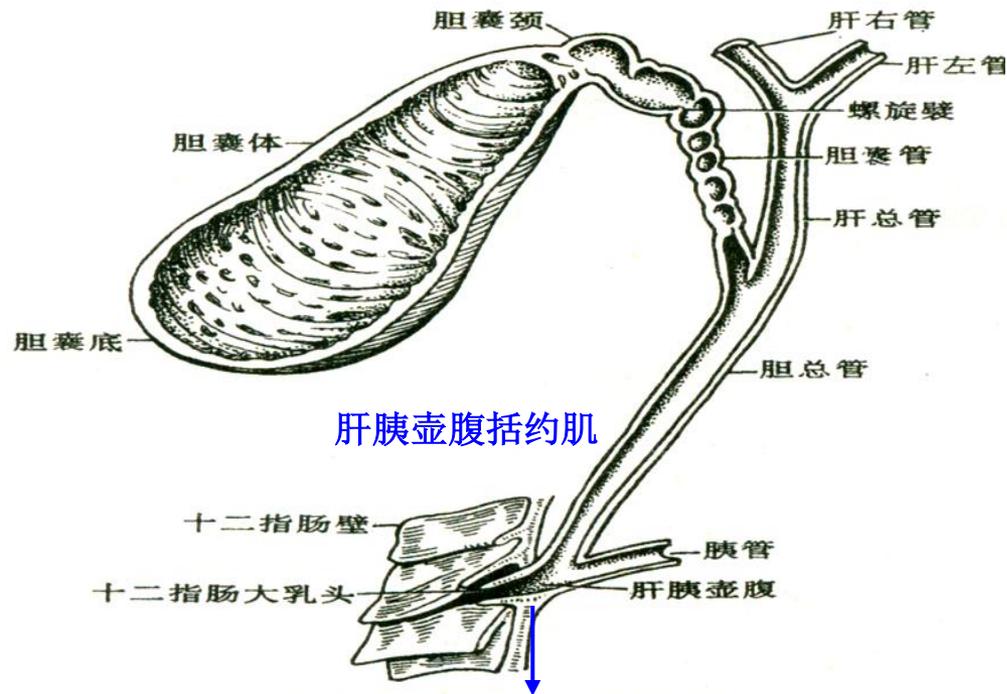


图 II -34 胆囊及输胆管道

2、调节

① 神经调节：

肝胆汁分泌↑，胆囊收缩↑

进食对胃和小肠刺激→迷走N↑

G细胞→胃泌素↑→肝胆汁分泌、胆囊收缩。

② 体液调节（为主）：

CCK：

●蛋白质、脂肪产物→小肠粘膜I细胞CCK→胆囊收缩、壶腹括约肌松弛→胆囊胆汁→十二指肠

◆胆囊炎可导致胆囊CCK受体↓→胆囊结石

● **促胰液素：**

主要作用于胆管系统→ 胆汁碳酸氢盐↑、水↑

● **促胃液素：**

a. 胃泌素→肝胆汁分泌、胆囊收缩

b. 胃泌素→胃酸↑→十二指肠促胰液素→肝胆汁分泌

● **胆盐：**

肠-肝循环回到肝脏的胆盐有很强的促进肝胆汁分泌作用（胆盐的利胆作用），胆盐是常用的利胆剂。胆盐对胆囊收缩无明显作用。

(三) 胆囊的功能

① 储存和浓缩胆汁

② 调节胆囊内压和排出胆汁

三、小肠液的分泌

(一) 性质、成分和作用

◆ 小肠液由十二指肠腺和小肠腺分泌。

◆ pH 7.6、成人1~3L/日

◆ 作用：

① 稀释消化产物，利于吸收；

② 黏蛋白润滑、防机械损伤； HCO_3^- 中和胃酸；

③ 肠激酶：由小肠腺分泌，激活胰蛋白酶原→
胰蛋白酶；

- ④ 肽酶（小肠上皮C刷状缘与胞浆）：分解寡肽→氨基酸
- ⑤ 双糖酶（小肠上皮C刷状缘与胞浆）：分解麦芽糖、蔗糖、乳糖→单糖

(二) 分泌的调节

主要由局部N反射调节：

食物和消化产物对小肠粘膜的牵张和化学刺激→壁内N丛→局部反射→小肠液分泌。

四、小肠的运动

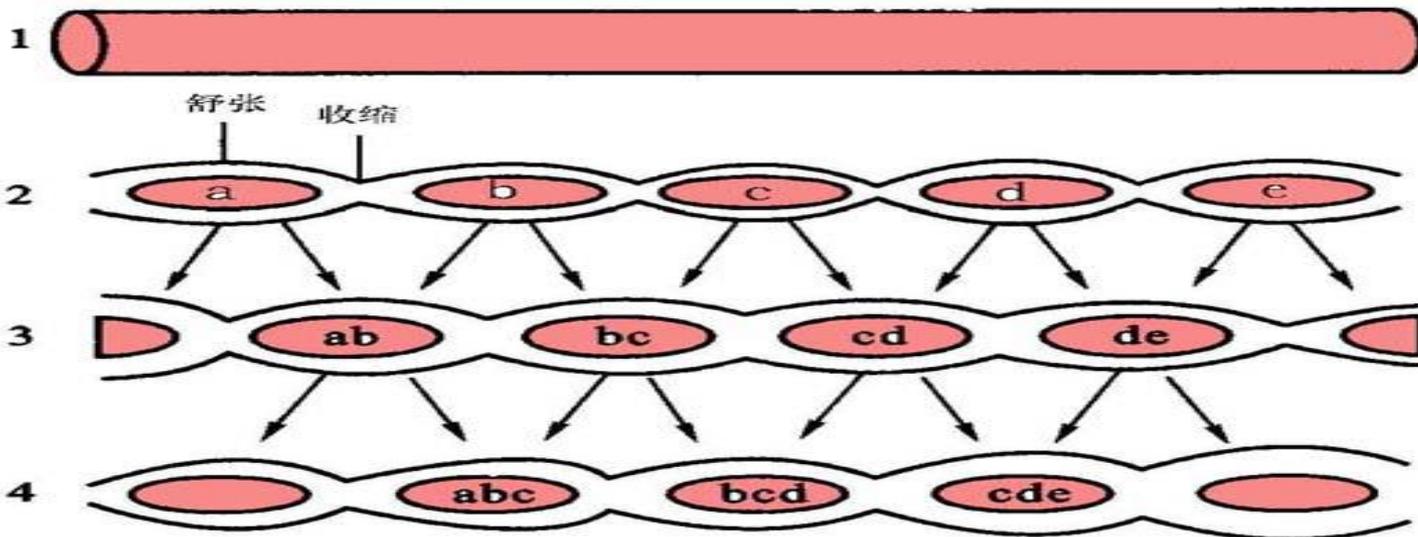
(一) 小肠的运动形式

1. 紧张性收缩

- ◆ 消化道平滑肌经常保持微弱的持续收缩状态；
- ◆ 是小肠进行其它形式运动的基础；
- ◆ 使小肠保持其基本形状；
- ◆ 进食后紧张性收缩↑，有利于肠内容物混合、运送、吸收。

2. 分节运动 (segmental motility)

- 以小肠环行肌为主的交替舒、缩的节律性活动。



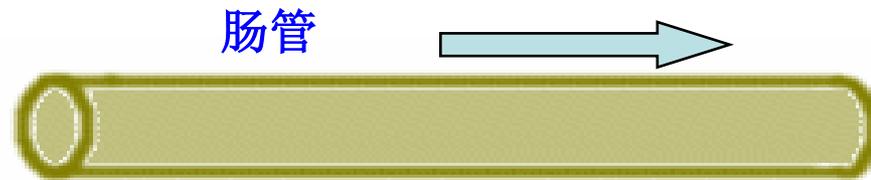
- 空腹时几乎不存在，进食后↑。
- 上部频率较高，下部频率较低。

意义：

- ①使食糜与消化液充分混合，利于化学消化。
- ②使食糜与肠壁紧密接触，有利吸收。
- ③节律性舒缩挤压肠壁，利于血液和淋巴回流，利于吸收。
- ④存在频率梯度，利于食糜向下推进。

3、蠕动

蠕动是消化道平滑肌的基本运动形式，是一种**向前推进的波形运动**；食团**后方**是**收缩波**，食团**前方**是**舒张波**→食物被推送。



蠕动意义：使经过分节运动的食糜向前推进，达新的肠段再开始分节运动。

蠕动冲：是一种进行速度很快、传播较远的蠕动。
食糜从小肠始端→末端或结肠。

逆蠕动：回肠末端可出现，有利食物充分消化吸收。

肠鸣音：小肠蠕动时产生的声音（**咕噜声**）；肠蠕动↑→肠鸣音亢进，肠麻痹→肠鸣音↓或消失。肠鸣音可作为手术后肠运动恢复的一个客观指标。

案例:

患者，男性，40岁，职员。因腹痛4h入院。患者12h前酒席宴会后出现中上腹钝痛，伴腰背部带状样放射痛，呈渐近加重，进食略加重，与排便无关。伴反酸，自服胃黏膜保护剂有一定疗效，但疼痛持续存在，前弓位可略缓解，影响进食；进食鱼汤后上腹痛明显加重，动则痛甚，恶心、呕吐1次，为胃内容物。

查体:

中上腹压痛(+), 肠鸣音3~5次/分。

辅助检查: 血常规: WBC $12.9 \times 10^9/L$, 血淀粉酶1046U/L (参考 $<500U/L$)

其余略

诊断结果：

- A. 阑尾炎
- B. 胆结石痛
- C. 急性肠炎
- D. 急性胰腺炎
- E. 胃溃疡



治疗措施

- 禁饮食
- 阿托品，盐酸哌替啶（杜冷丁）
- 补液
- 胰腺酶抑制药物（乌司他汀）
- 抗生素
- 清胰汤——促进微循环

(二) 小肠运动的调节 (自学)

1、壁内N丛反射 (主要)

食物→肠壁感受器→壁内N丛→小肠蠕动↑

2、外来神经的作用

副交感N↑→壁内N丛→肠运动↑

交感N↑→壁内N丛→肠运动↓

3. 体液因素

促胃液素、P物质、脑啡肽、5-羟色胺→小肠运动↑

促胰液素、生长抑素、肾上腺素→小肠运动↓

(三) 回盲括约肌的活动

- ◆ 回肠末端与盲肠交界处的环行肌显著加厚，称回盲括约肌。回盲括约肌平时轻度收缩，进食后蠕动波达回肠末端→回盲括约肌舒张。
- ◆ 作用：
 - 1、防止回肠内容物过早过快进入结肠，有利食物充分消化吸收。
 - 2、阻止大肠内容物向回肠倒流。

第六节 大肠的功能

人类大肠没有重要的消化功能。

- 1、吸收水和电解质。
- 2、吸收由结肠内微生物产生的维生素。
- 3、完成对食物残渣的加工，形成并暂时贮存粪便，排便。

一、大肠液的分泌

分泌

大肠液由大肠粘膜表面的上皮细胞和杯状细胞分泌，pH8.3~8.4

成分

粘液、碳酸氢盐。

作用

粘液蛋白保护肠粘膜、润滑粪便。

二、大肠的运动和排便

运动少而慢, 对刺激反应迟缓, 有利粪便暂时储存。

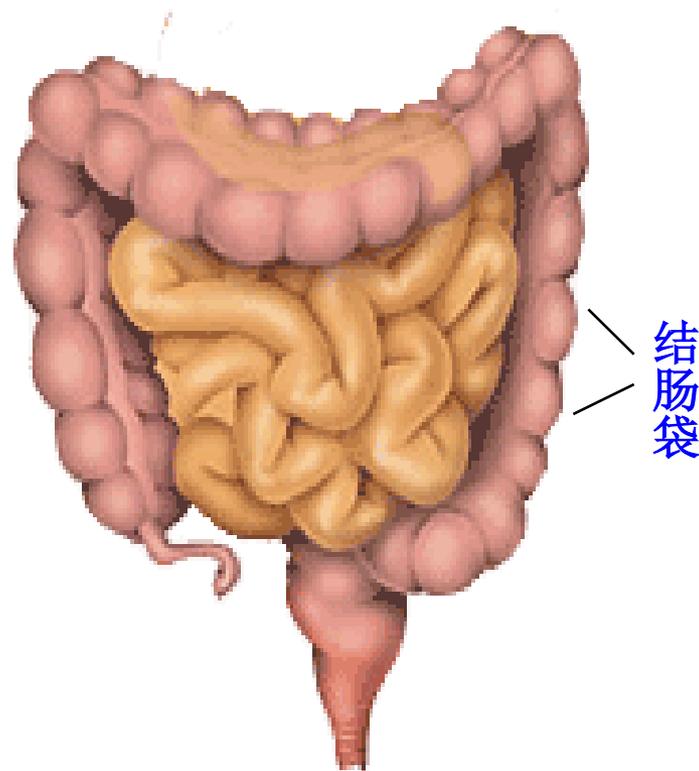
(一) 大肠的运动形式

1. 袋状往返运动

◆空腹、安静多见, 非推进性运动。

◆环行肌不规则收缩引起。

◆研磨、混合内容物, 促进水和无机盐吸收。

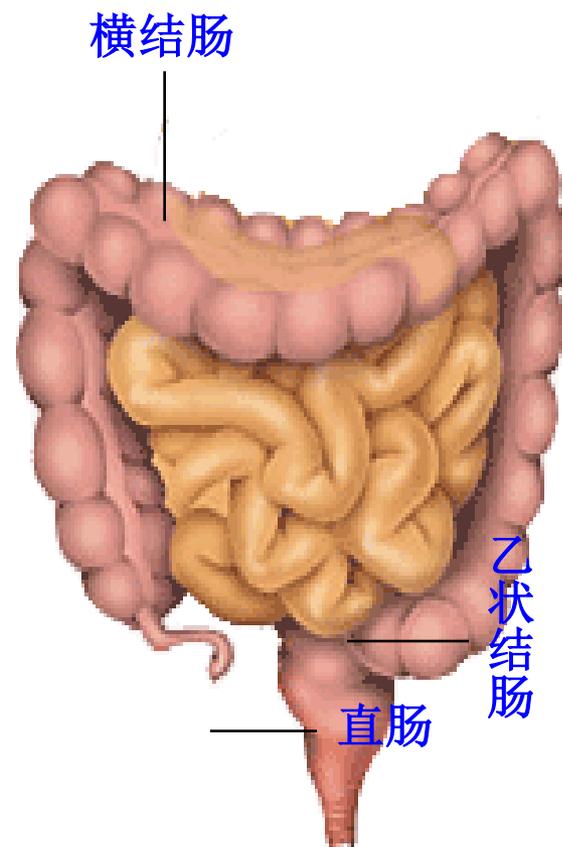


2. 分节推进和多袋推进运动

- ◆ 餐后或副交感兴奋时发生。
- ◆ 环行肌规律收缩引起。
- ◆ 分节推进把一个袋内容物→邻近肠段。
- ◆ 多袋推进把多个袋内容物向更远推移。

3. 蠕动

- ◆ **一般蠕动**：将内容物向远端推进。
- ◆ **集团蠕动**：速快、行程远，常见于早餐后，由十二指肠-结肠反射引起；始于横结肠，把部分内容物送到乙状结肠或直肠。



(二) 排便反射

粪便的组成

- 1) 食物中不能消化的残渣
- 2) 肠道排泄物
- 3) 细菌及其发酵、腐败的产物

粪便刺激直肠壁感受器

传入N

盆N、腹下N

排便中枢

脊髓腰骶段 $\begin{matrix} (+) \\ \rightleftarrows \\ (+) \end{matrix}$ 大脑皮层

(初级排便中枢)

传出N

盆N(+)

阴部N(-)

效应器

降、乙结肠、直肠缩，肛门内括约肌舒

肛门处括约肌舒张

排便

- ◆如果条件不允许，大脑皮层则抑制初级排便中枢
→抑制排便。
- ◆如果对便意经常制止→直肠对粪便压力刺激的敏感性↓，便意的刺激阈↑→粪便在大肠内滞留过久而干硬→排便困难、次数减少（便秘）。
- ◆长期严重便秘可导致其它一些疾病。

三、大肠内细菌的活动

大肠内物质分解不靠大肠液而靠**细菌**

◆**发酵**：糖和脂肪的分解。

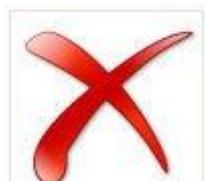
◆**腐败**：对蛋白质分解，产物氨、硫化氢、组胺、吲哚等，其中胺类物质对身体有毒。

◆大肠内细菌可利用肠内较简单的物质合成**VitB复合物**和**VitK**→吸收。长期大量使用肠道抗菌药物→抑制肠内细菌→B族Vit和VitK缺乏。

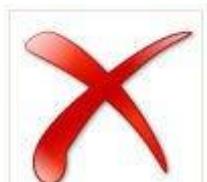
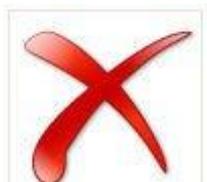
案例：

- 患儿，男性，10月，因中耳炎入院，头孢西丁一周，中耳炎好转，腹泻。

- 头孢哌酮 一周



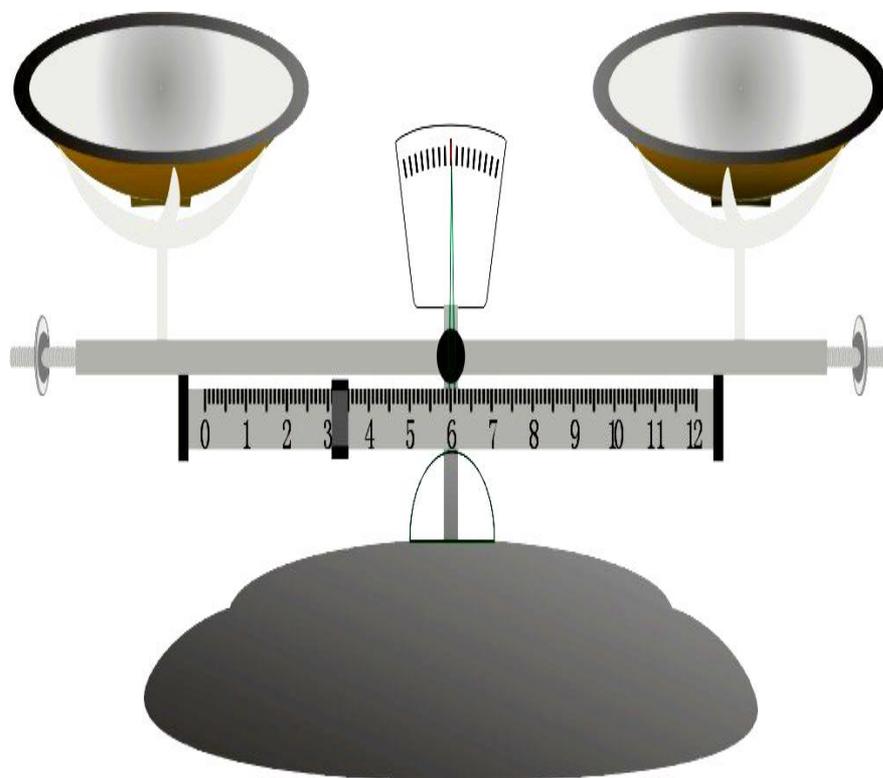
- 万古霉素一周



肠道的菌群平衡：

- ◆ 人体肠道存在 10^{14} 个、120种以上的微生物。
- ◆ 益生菌：有益的菌群，如双歧杆菌、乳酸菌。
- ◆ 有害菌：大肠杆菌、葡萄球菌等。
- ◆ 益生菌被称为肠道健康卫士，对人体保健、营养及抵御疾病起重要作用。

◆ 正常情况下，肠道益生菌和有害菌之间相互制约、相互依存，处于**动态平衡**状态。



抗生素或放疗、化疗



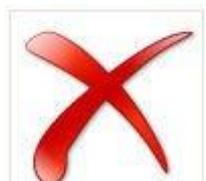
菌群失衡

常见的肠炎、难治性腹泻、肠功能紊乱等都与肠道菌群失衡密切相关。

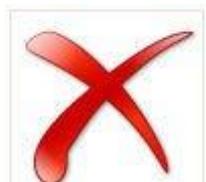
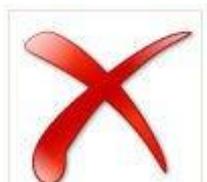
案例：

- 患儿，男性，10月，因中耳炎入院，头孢西丁一周，中耳炎好转，腹泻。

- 头孢哌酮 一周



- 万古霉素一周





抗生素或放疗、化疗

菌群失衡



捐尿还可以赚钱？

广州市第一人民医院正在接受志愿者捐献粪便，合格提供者每次可获**200元**补助！如果初筛合格，更可获得**免费全套体检套餐**！

条件：

年龄：18-23岁健康年轻人群；

学历：需要有一定学历；

性别：不限

无任何传染病，糖尿病及恶性肿瘤病史；

近3个月内未使用抗菌药物等；

平时大便成型，基础病排除乙肝病毒、肝炎；

不能太肥胖、代谢综合征、作息规律正常。



避免滥用 抗菌药物

（四）纤维素的功能

- 1.形成凝胶，限制水吸收。
- 2.刺激运动，减轻毒害。
- 3.低热量，纠正肥胖。

消化液主要成分及作用

消化液	量 (L/d)	成分	作用
唾液	1.0~1.5	淀粉酶	淀粉→麦芽糖
胃液	1.5~2.5	盐酸	①激活胃蛋白酶原， 提供酸环境。
			②蛋白质变性
			③杀菌
			④促进钙铁吸收
			⑤胰液胆汁小肠液 ↑
		胃蛋白酶原	蛋白质→肽、胺
		内因子	促进VitB ₁₂ 吸收
		黏液	与碳酸氢盐保护胃粘膜

消化液主要成分及作用

胰液	1.0~2.0	HCO_3^-	使肠黏膜免受酸侵蚀
		胰蛋白酶	多肽、aa
		糜蛋白酶	同上
		羧基肽酶	多肽→aa
		胰淀粉酶	糊精、麦芽糖
		胰脂肪酶	甘油、甘油一酯、脂肪酸
胆汁	0.8~1.0	胆盐	①乳化脂肪促进分解 ②混合微胶粒→促进脂吸收 ③促进脂溶性Vit吸收 ④中和酸、胆汁↑、防结晶

消化液主要成分及作用

消化液	量(L/d)	成分	作用
小肠液	1.0~3.0	肠激酶	胰蛋白酶原→胰蛋白酶
		粘蛋白、 HCO_3^-	保护小肠黏膜
小肠上皮C (刷状缘及胞内)		寡肽酶	寡肽→aa
		二糖酶	蔗糖麦芽糖乳糖→单糖
大肠液	0.5	黏液蛋白	保护肠黏膜、润滑粪便

消化道主要运动形式及作用

部位	运动	作用（意义）
口腔	咀嚼	①切碎食物（机械消化） ②食物与唾液混合，有利于化学消化、吞咽。 ③消化道、腺活动↑
食管	蠕动	推进食物→胃
胃	容受性舒张	①容纳、暂储食物 ②稳定胃内压，防食糜过早入小肠，有利于胃内消化。

消化道主要运动形式及作用

部位	运动	作用（意义）
胃	紧张性收缩	①使胃内压 \uparrow , 有利于化学消化、胃排空。 ②保持胃形状、位置。
	蠕动	①机械消化 ②胃液与食糜混合（化学消化） ③食糜 \rightarrow 十二指肠（胃排空）
小肠	紧张性收缩	①其他运动的基础 ②保持肠道形状、位置。 ③有利于食糜混合、吸收。

消化道主要运动形式及作用

小肠	分节运动	①食糜与消化液混合（化学消化） ②食糜与肠壁接触，有利吸收。 ③挤压肠壁，利于血液和淋巴回流，利于吸收。 ④频率梯度→推进食糜
	蠕动、蠕动冲	推进食糜
大肠	袋状往返	研磨混合食糜，促水盐吸收。
	分节推进	推进内容物
	多袋推进	同上
	蠕动、集团蠕动	同上

第七节 吸收

一. 概述

概念：食物通过消化道黏膜上皮C进入血液与淋巴液。

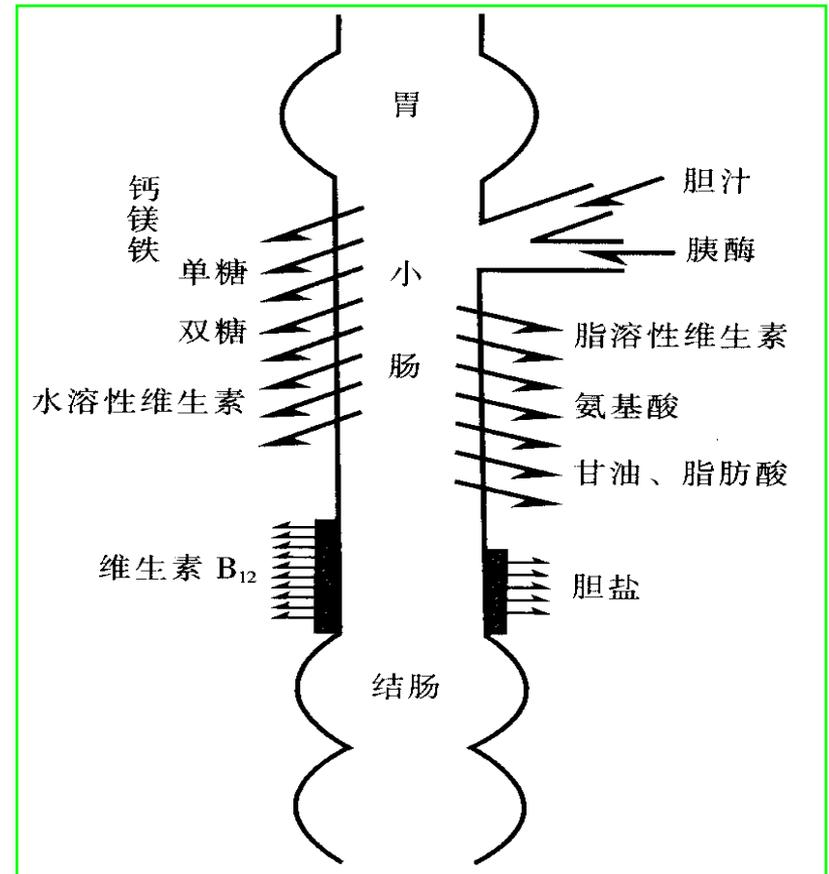
(一) 吸收部位

口腔食道：一般不吸收；

胃：酒精、少量水、某些药；

小肠：吸收的主要部位；

大肠：水和无机盐。



小肠是吸收主要部位的原因：

1. 吸收面积大：200~250m²，长5~7m，结构特殊。

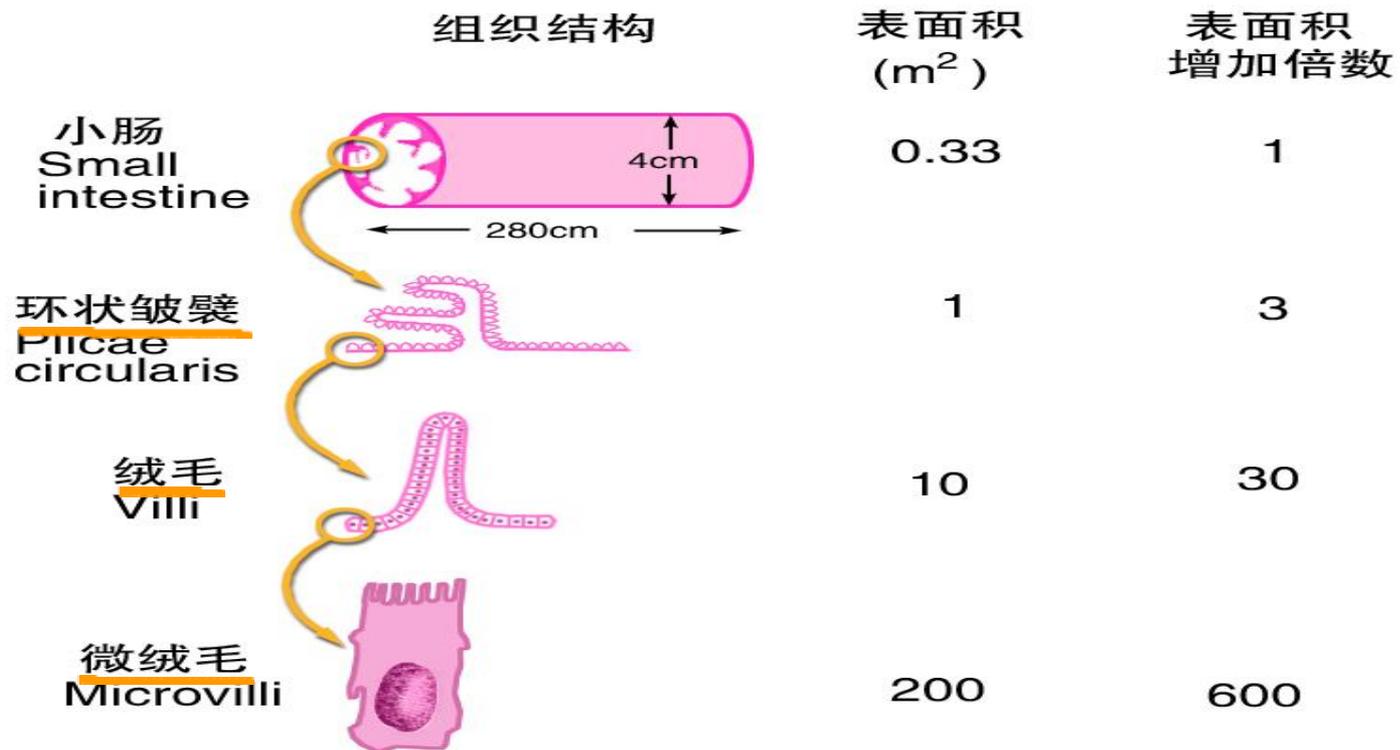
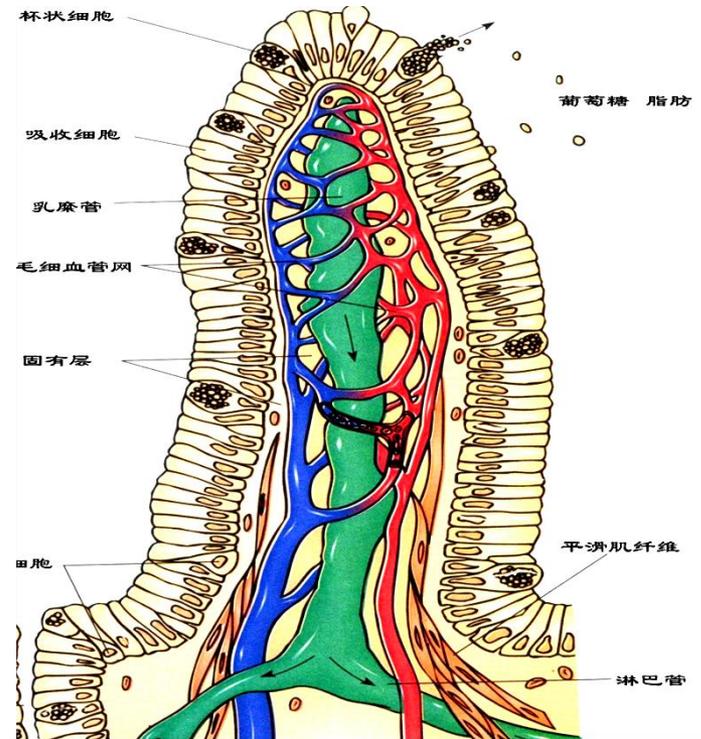


图 - 小肠的皱襞、绒毛和微绒毛模式图

2、绒毛内毛细血管和毛细淋巴管丰富

3、食物充分消化，利于吸收。

4、食物在小肠内停留时间较长（3 ~ 8h）。



(二) 吸收途径与机制

1. 途径

(1) 跨细胞途径：

(2) 细胞旁途径

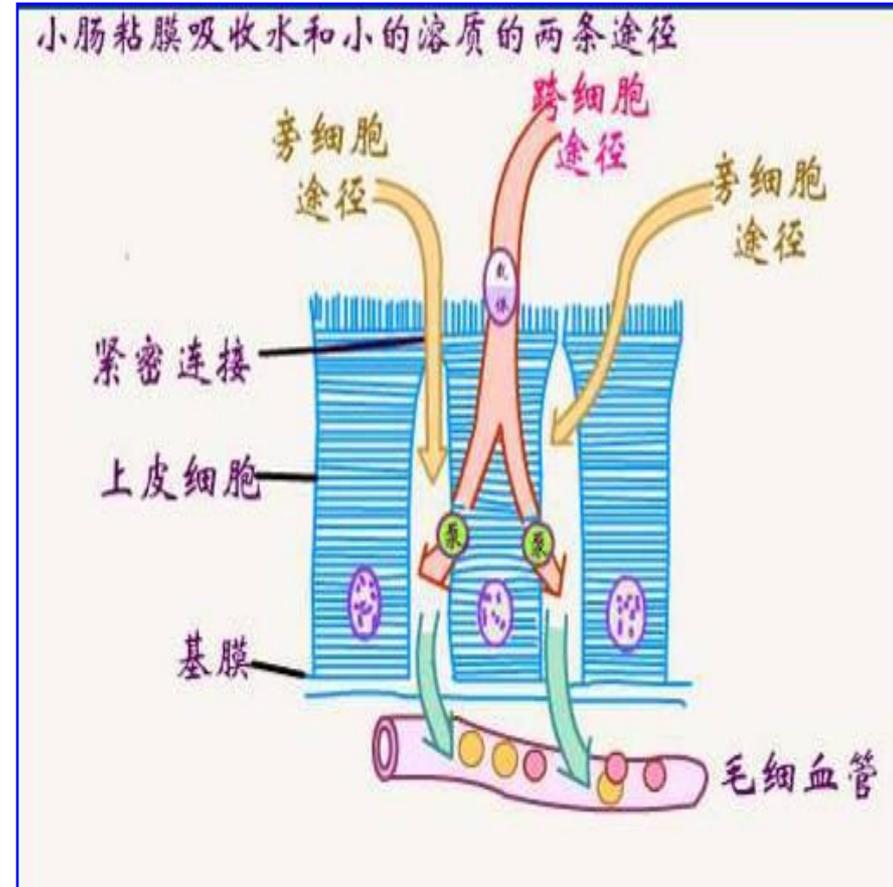
2. 机制

(1) 被动：

单纯、易化、渗透（水）

(2) 主动：

原发性、继发性



(三) 小肠吸收种类、量:

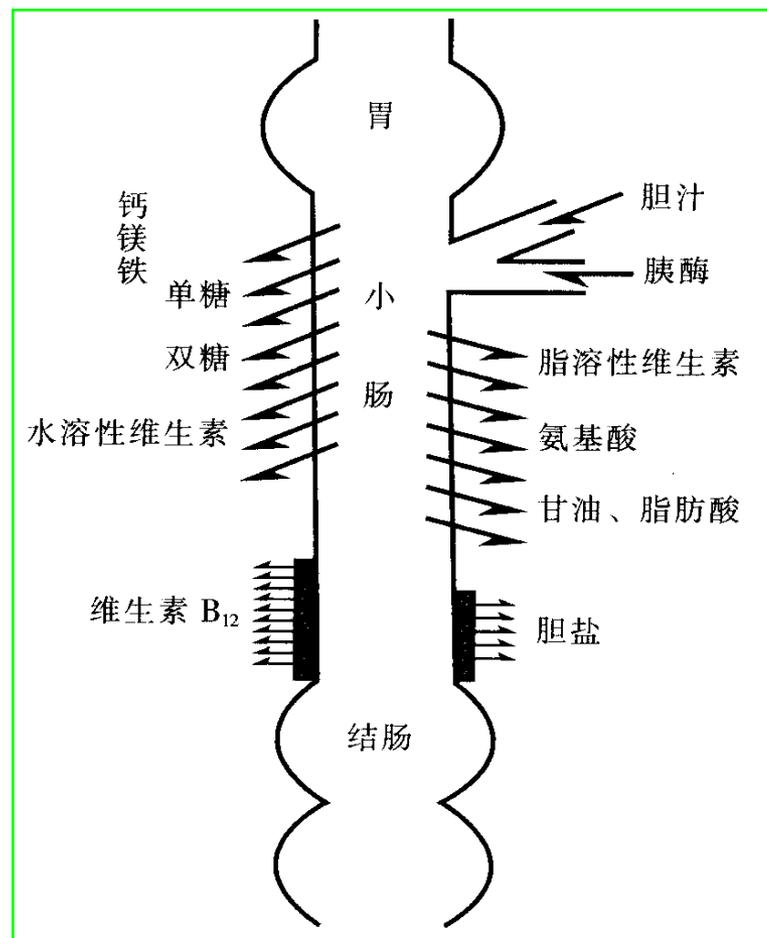
● 十二指肠和空肠:

糖、脂肪、蛋白质分解物.

● 回肠: ▶

胆盐、维生素B₁₂。

● 小肠每日可吸收数百克糖,100克以上脂肪,50~100克aa, 50~100克无机盐, 6~8L水; 需要时还可↑。



二、主要物质在小肠的吸收

(一) 水吸收

● 每日摄水1~2L，消化液6~8L，粪便排水0.1~0.2L，每日消化道吸收液体**8L**以上（主要在上段小肠）。

● 溶质（尤其**NaCl**）主动吸收→水渗透吸收（被动）。

● 故提倡**低盐**饮食。

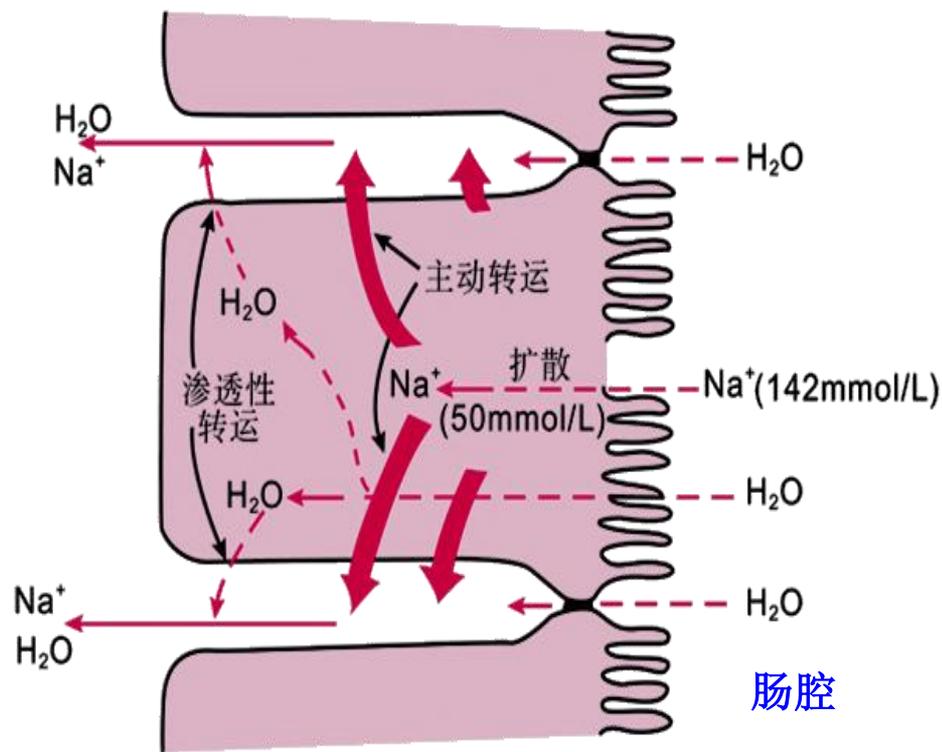


图6-21 小肠粘膜对钠和水的重吸收

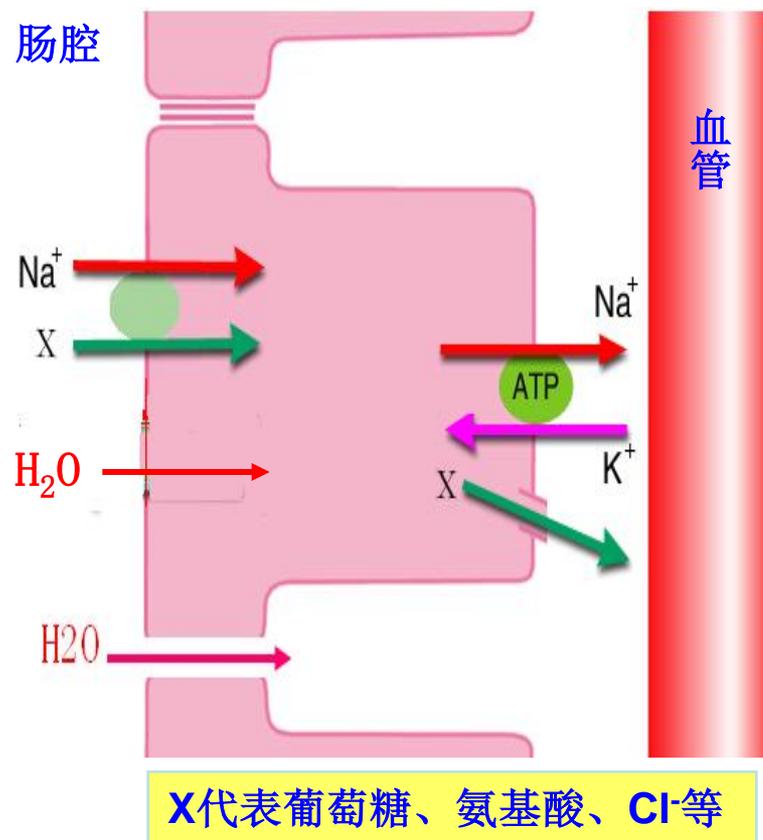
(二) 无机盐吸收

1、钠的吸收

- 每日吸收25~35克。
- 钠吸收属于主动转运。

(见图)

- 钠往往与**葡萄糖、氨基酸、 Cl^- 、 HCO_3^-** 同向转运→入上皮C。



2、铁的吸收

- ◆每日吸收1mg，铁吸收与需要量有关。
- ◆吸收主要部位：小肠上部。
- ◆上皮C顶端转铁蛋白与铁离子结合→入C。
- ◆食物铁绝大部分是**高铁**，不易吸收；还原为**亚铁**易吸收。
- ◆**维生素C**能将高铁还原为亚铁而促进铁吸收；**胃酸**可使铁溶解也促进铁吸收。
- ◆胃大部切除或慢性萎缩性胃炎→**缺铁性贫血**。
- ◆**黏膜细胞内铁抑制铁吸收**。

3、钙的吸收

- ◆主要吸收部位：上段小肠（尤其十二指肠）。
- ◆钙只有在离子状态下才能吸收。
- ◆钙吸收基本步骤：
 - ①经钙通道顺电-化学梯度入胞；
 - ②胞质形成**CaBP**；
 - ③基底侧膜**Ca²⁺泵**、**Na⁺-Ca²⁺交换泵**出胞。

3、钙的吸收

- ◆对钙需要量↑（儿童、孕妇）→钙吸收↑。
- ◆**VitD**促进钙吸收（最重要）；小儿佝偻病发生主要由于**VitD**缺乏。
- ◆脂肪、肠内酸性环境、乳酸等促进钙吸收；食物中草酸和植酸抑制钙吸收。

(三) 糖的吸收

- 食物糖有多糖、双糖、单糖。
- 分解为单糖吸收；肠腔单糖主要是葡萄糖。
- 单糖吸收速率：
半乳糖、葡萄糖 > 果糖 > 甘露糖
- 葡萄糖继发主动入C；
易化扩散出C、入血。

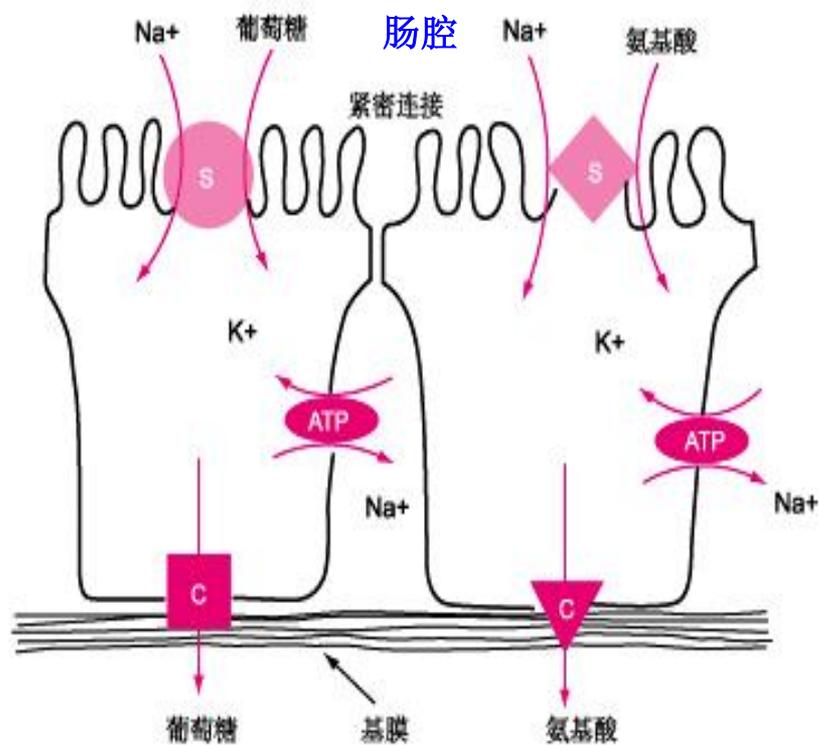


图2-6 葡萄糖和某些氨基酸在小肠粘膜上皮细胞和肾小管上皮细胞的继发性主动转运

◆许多成年人乳糖酶活性较婴幼儿时期显著↓，
饮牛奶腹胀、腹泻：

①肠腔双糖↑→肠液渗透压↑→肠腔水吸收
↓→肠腔内容物↑

②双糖进入结肠→经细菌发酵产生大量气体。

以上两原因致腹胀、腹泻（乳糖不耐受症）。



(四) 蛋白质吸收

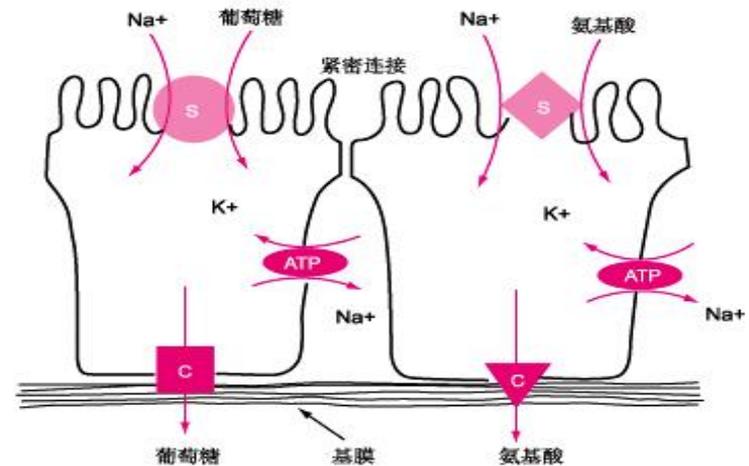
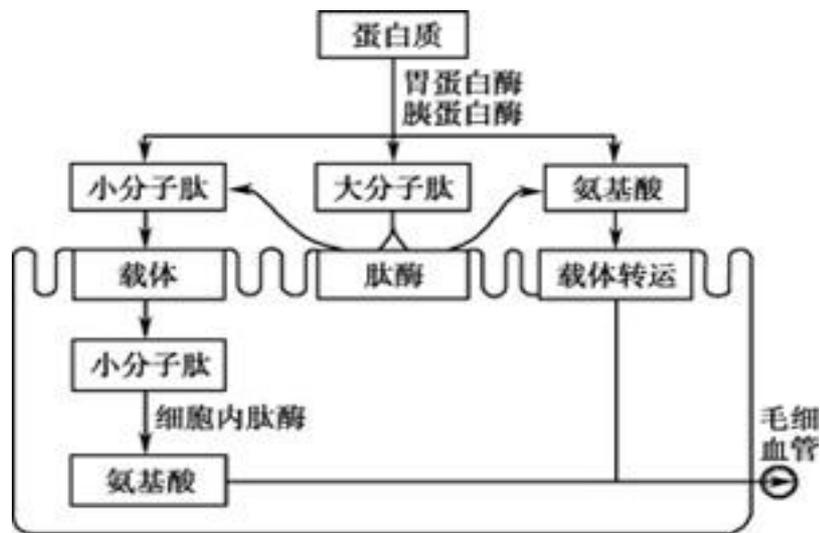


图2-6 葡萄糖和某些氨基酸在小肠粘膜上皮细胞和肾小管上皮细胞的继发性主动转运

- 主要小肠吸收；分解为aa、二肽三肽吸收入C。
- aa与葡萄糖吸收相似,继发主动入C（三种载体）...。二肽、三肽通过载体入C...。
- C内有肽酶，将C内二肽三肽→aa→血。

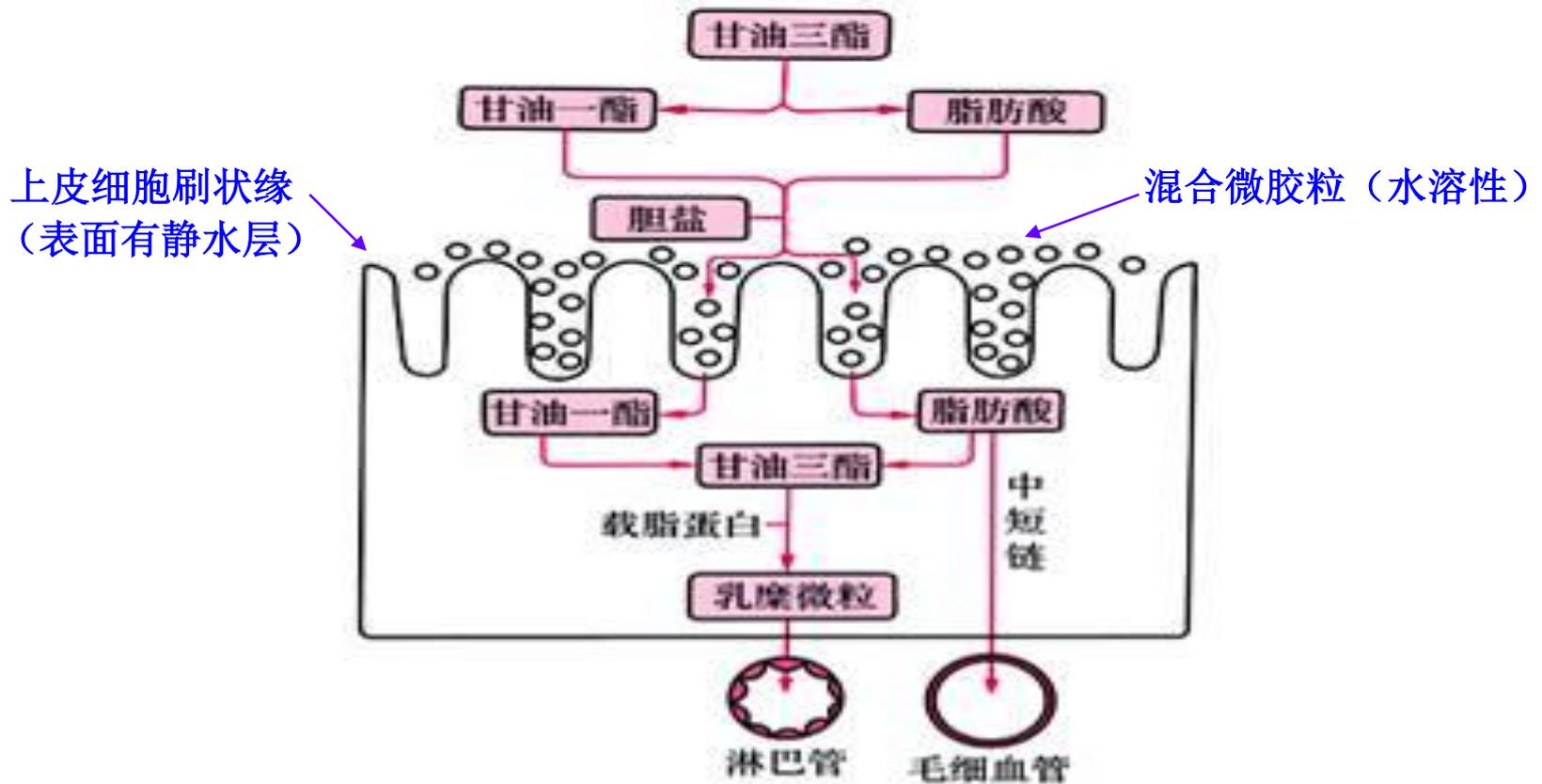
少量蛋白质也可完整吸收入血：

- 母乳中抗体（蛋白质）被婴儿吸收，婴儿免疫力↑
- 某些人吃鱼→过敏反应（鱼蛋白是异体抗原）



(五) 脂肪吸收

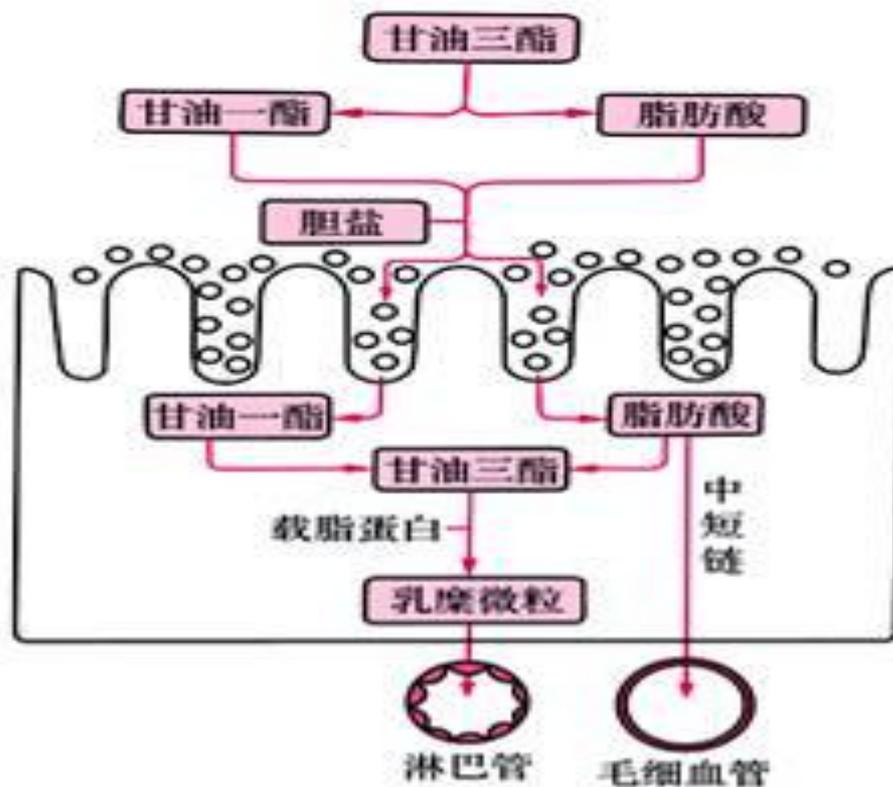
- ◆ 膳食中脂类多为甘油三酯。
- ◆ 脂类消化产物吸收与胆盐有关...
- ◆ 胆盐在此不吸收◀，留在肠腔继续发挥作用。



◆吸收途径:

长链脂肪酸及甘油一酯: 淋巴途径 (为主)

中、短链脂肪酸 (水溶性): 血液途径。



(六) 胆固醇吸收

- ◆ 肠道胆固醇主要来源于**食物**和**胆汁**。
- ◆ 游离胆固醇 → 混合微胶粒 → 上皮C内 → 乳糜微粒 → **淋巴** → **血液**。
- ◆ 食物胆固醇 ↑ → 胆固醇吸收 ↑，但有一定限度。
- ◆ 血胆固醇过高 → 动脉硬化，诱发心、脑血管病。
- ◆ 少食高脂肪、高胆固醇食物，适当多食纤维素丰富的食物。

(七) 维生素吸收

- ◆新鲜绿叶蔬菜、水果、肝、牛奶Vit丰富。
- ◆大部分小肠上段吸收，**B₁₂**回肠吸收。
- ◆水溶性Vit与钠同向转运吸收；脂溶性Vit吸收与脂类相同。
- ◆缺**VitA**→夜盲症；缺**D**→佝偻病；缺**K**→易出血
缺**B₁₂**→巨幼红C性贫血；缺**C**→坏血病



社会心理因素对消化系统的影响：

社会心理因素指**心理应激源**，如：负性应激事件（亲人去世、婚姻失败）、学习工作紧张、压力大、人际关系不和谐等。这些社会心理因素可激活各种情绪：抑郁、焦虑、生气等（**心理应激**），长期的心理应激会导致**各种疾病**发生，如功能性胃肠病、消化性溃疡和癌症等。



情绪生理反应:

多数情况下，情绪生理反应时**交感神经系统**↑。如：防御反应（生气、紧张、愤怒）及抑郁时：心率↑、血压↑、皮肤内脏血管收缩（胃肠缺血），消化道运动↓消化腺↓。

少数情况下，**副交感**相对↑。

功能性消化不良（functional dyspepsia, FD）：

研究表明：FD患者往往有精神紧张、焦虑、抑郁等表现，中青年人群的FD发病率明显高于老年人，这可能与中青年人群学习、工作、生活、社会压力较大有关。

长期紧张、焦虑、抑郁→交感N↑ 迷走N↓ →
胃肠运动↓、消化液分泌↓ →FD。

功能性便秘（functional constipation, FC）：

精神心理因素：

长期抑郁、焦虑、紧张（交感↑副交感↓）→胃肠运动↓（尤其结肠推进性运动↓）→FC。

饮食因素：

- ◆ 纤维素摄入少→FC。一些粗粮、蔬菜、水果富含纤维素，纤维素能刺激肠蠕动。
- ◆ 饮水少、饮食量少→胃肠运动↓→FC。