

消化与吸收

生理学

Physiology

对比：消化系统的结构

1. 系统组成

消化道：口腔、咽、食道、胃、
小肠、盲肠、大肠、肛门

消化腺：唾液腺、胃腺、肝脏、
胰脏、小肠腺、大肠腺

4-1 Components of the Digestive System. The major regions and organs of the digestive system are shown with their primary functions.

ORAL CAVITY, TEETH, TONGUE

Mechanical processing, moistening, mixing with salivary secretions

LIVER

Secretion of bile (important for lipid digestion), storage of nutrients, many other vital functions

GALLBLADDER

Storage and concentration of bile

LARGE INTESTINE

Dehydration and compaction of indigestible materials in preparation for elimination

SALIVARY GLANDS

Secretion of lubricating fluid containing enzymes that break down carbohydrates

PHARYNX

Pharyngeal muscles propel materials into the esophagus

ESOPHAGUS

Transport of materials to the stomach

STOMACH

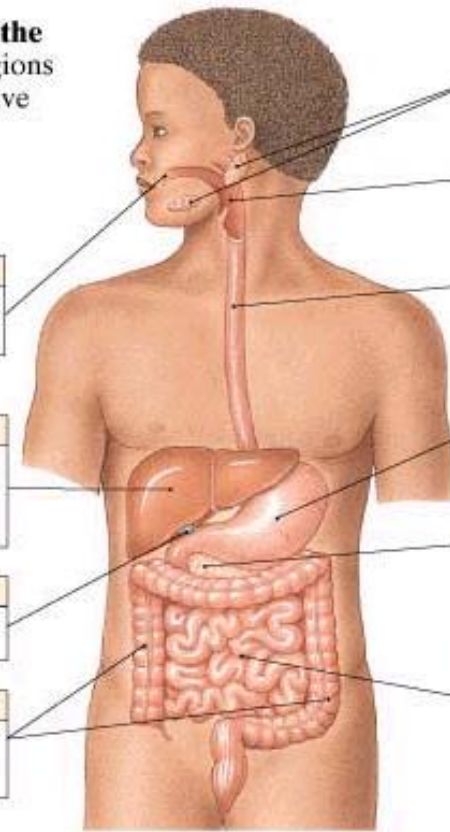
Chemical breakdown of materials via acid and enzymes; mechanical processing through muscular contractions

PANCREAS

Exocrine cells secrete buffers and digestive enzymes; endocrine cells secrete hormones

SMALL INTESTINE

Enzymatic digestion and absorption of water, organic substrates, vitamins, and ions



消化道结构与调控

浆膜层（脏层）

纵行肌层

肌间神经丛

环行肌层

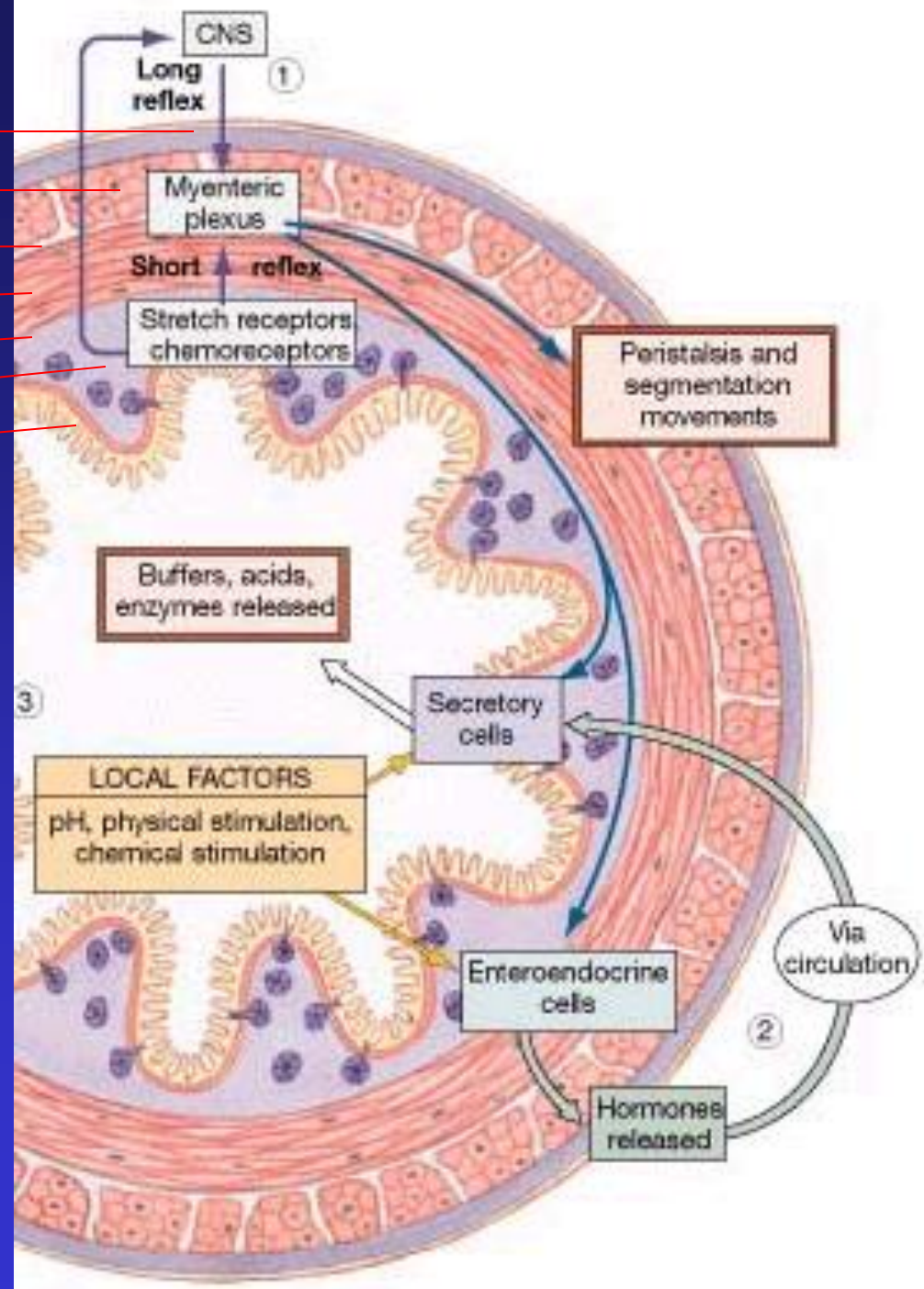
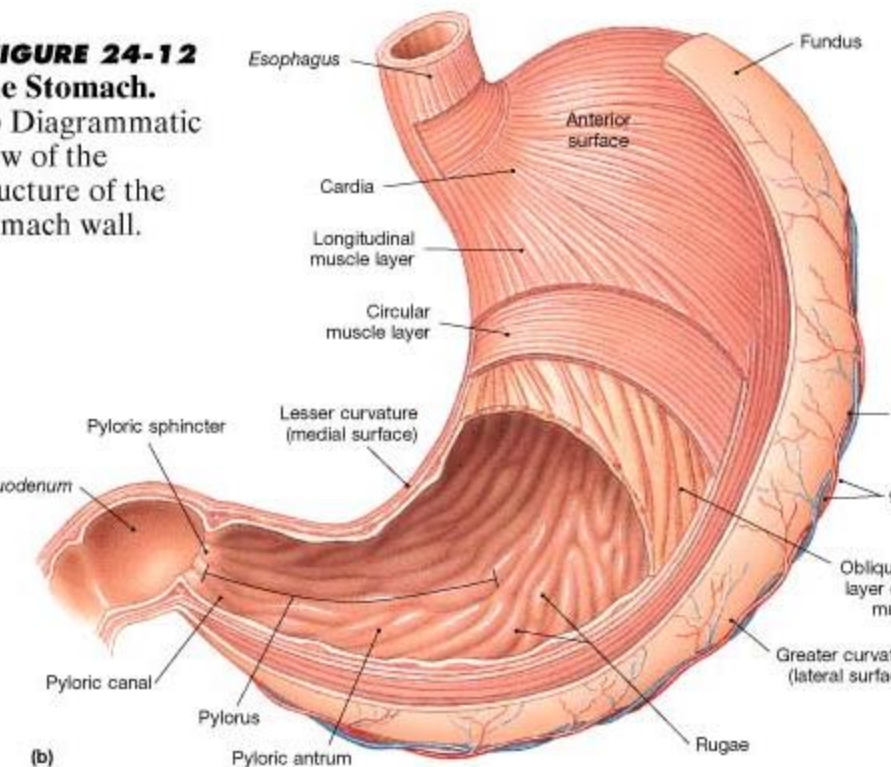
粘膜下神经丛

粘膜下层

粘膜层（壁层）

FIGURE 24-12
The Stomach.

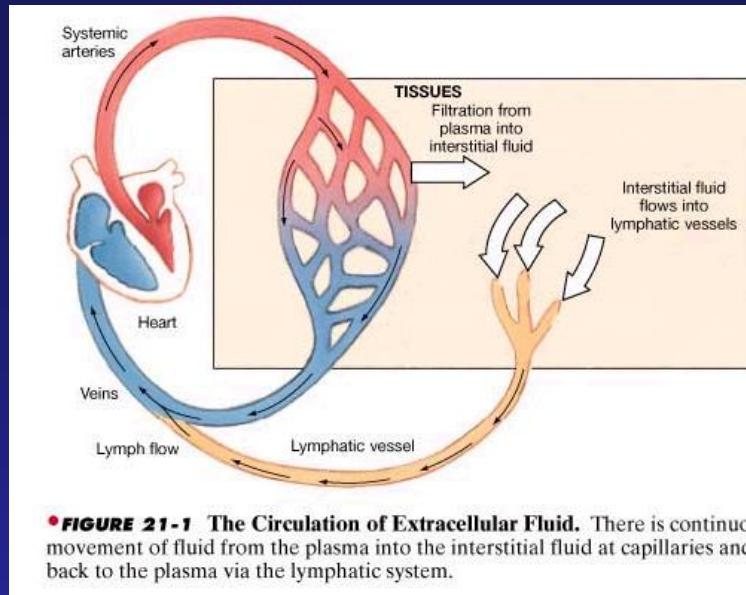
Diagrammatic
view of the
structure of the
stomach wall.



循环系统的结构

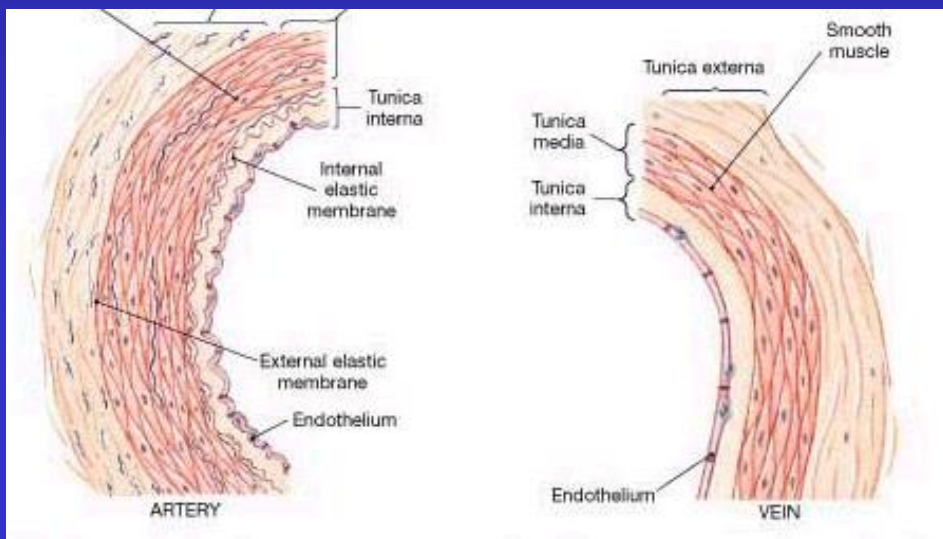
1. 系统组成

心脏→动脉→毛细血管→静脉←淋巴管



2. 血管断层结构

外膜（有时有纵行肌）
中膜（环行肌、弹性纤维）
内膜（内皮、内皮下层、内弹性膜）



平滑肌细胞的电活动

一单位（胃肠）	多单位（血管）
有自发性基本电节律	无
有锋电位	一般不产生
兴奋在细胞间传播	细胞间相互独立
有牵伸反应	无

平滑肌收缩和力学特点

1. 平滑肌收缩的结构基础

肌动蛋白、肌球蛋白网状排列
无Z线，有致密体
无横管

2. 兴奋收缩耦联

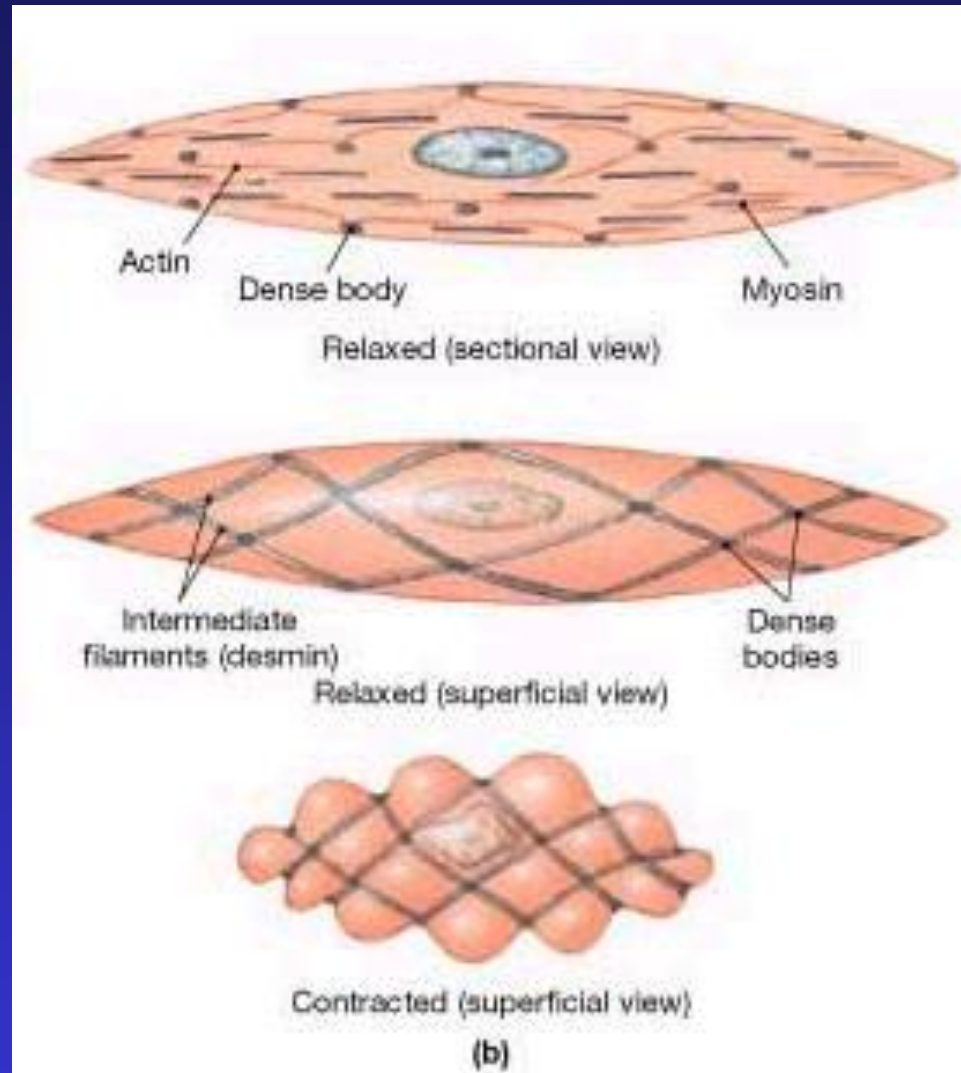
钙—钙调素—蛋白激酶—
肌球蛋白头部活化—肌丝滑行

3. 收缩性

紧张性收缩
时相性收缩（较骨骼肌慢）

4. 延伸性

长度变化范围大，张力相对稳定



植物性神经系统对平滑肌的调节

植物性神经	递质	受体	对平滑肌运动、紧张度的调节	
			胃肠道	血管
交感神经	去甲肾上腺素	α		紧张度 \uparrow
		β	运动 \downarrow	紧张度 \downarrow (心肌和骨骼肌血管)
副交感神经	乙酰胆碱	M	运动 \uparrow	紧张度 \downarrow
		N(离子通道, 存在于神经-肌肉接点)		

口腔消化

1. 消化运动：咀嚼

切碎和润滑食物，使易于吞咽
与唾液混合，并开始化学消化
反射性地引起胃胰肝胆准备性活动

2. 消化液：唾液

唾液淀粉酶，舌脂酶
神经调节：非条件、条件反射

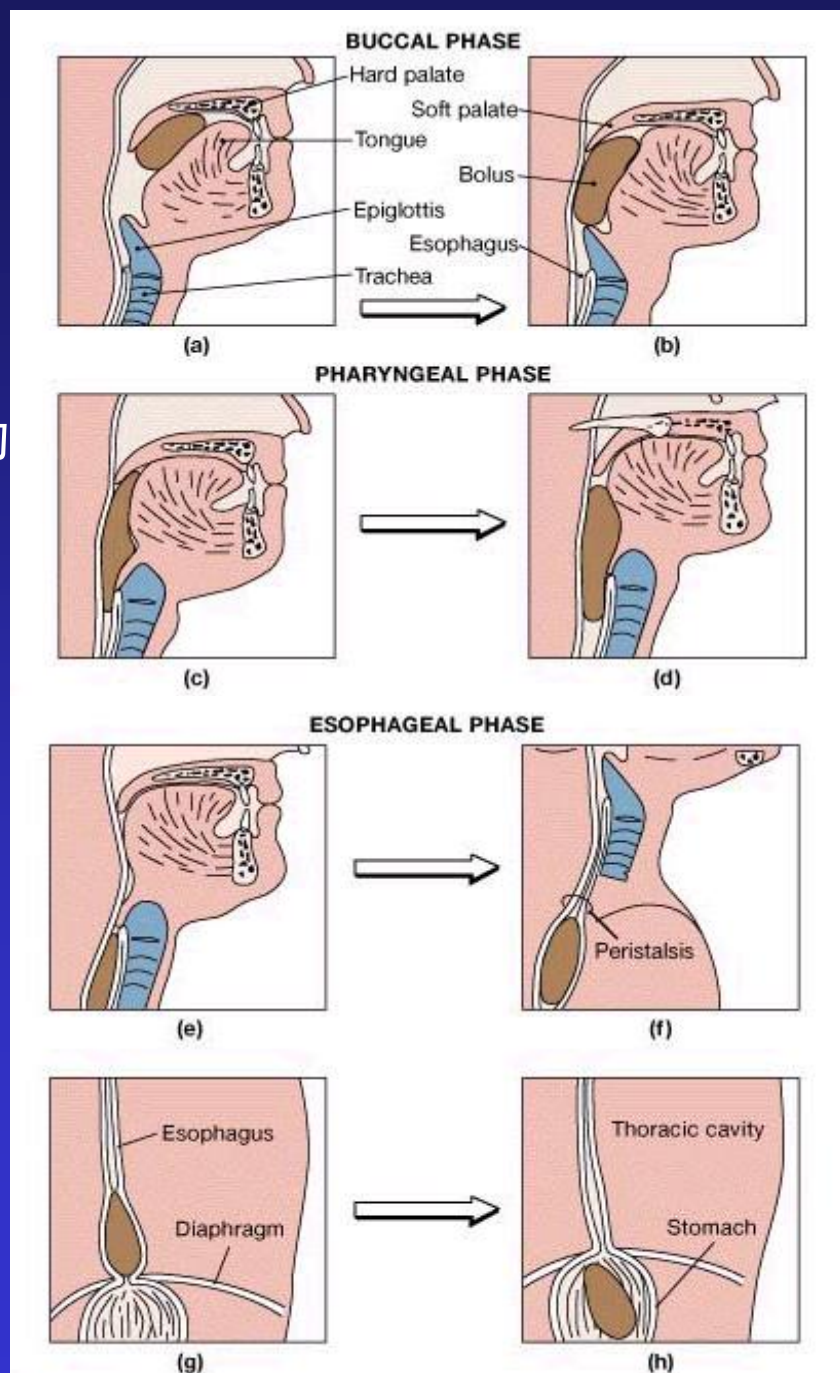
3. 吸收：某些无机成分

4. 转移：吞咽

食团从口腔到咽

食团刺激软腭产生吞咽反射

食管蠕动，食团经贲门入胃



胃内消化

1. 消化运动:

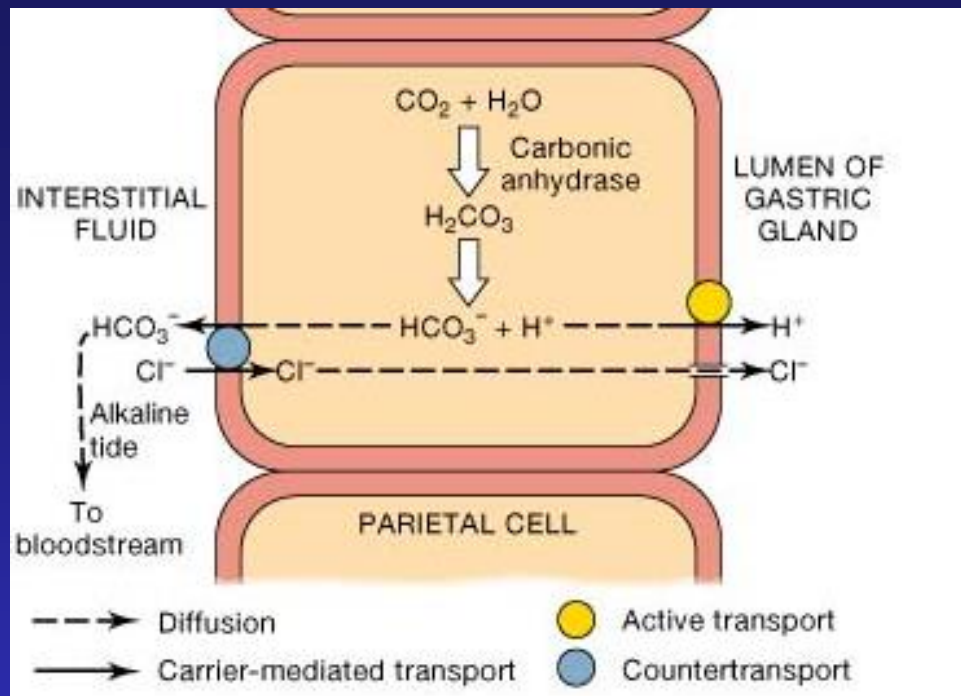
容受性舒张(反射过程)

紧张性收缩

蠕动, 食物与胃液混合形成食糜

2. 消化液: 胃液

胃腺



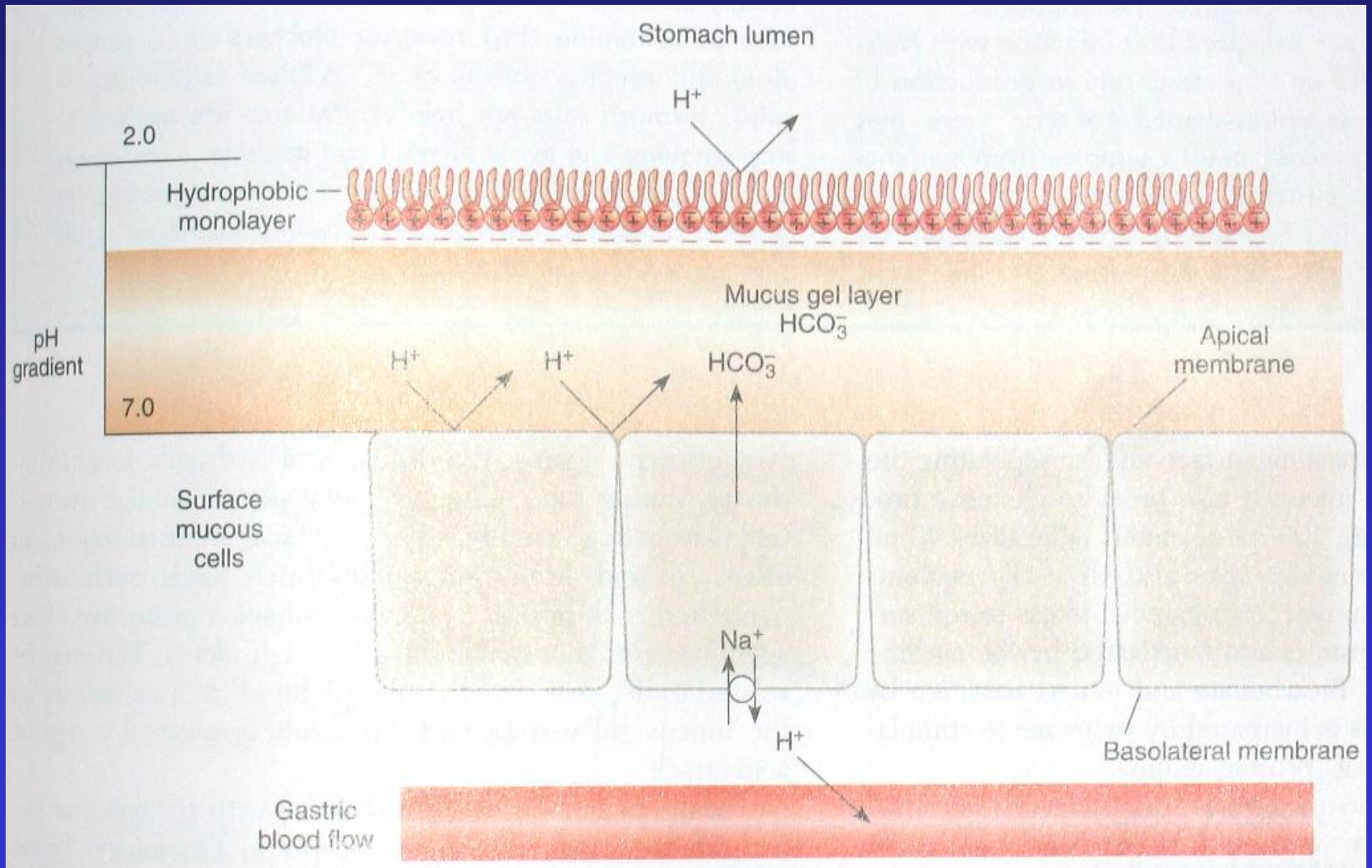
胃液的成分和产生

盐酸（壁细胞分泌）,产生过程

胃蛋白酶（主细胞分泌胃蛋白酶原，在盐酸或胃蛋白酶作用下激活）

胃壁为何不自我消化？

- ①粘液层呈碱性，有保护作用；（粘液细胞分泌粘液和 HCO_3^- 形成屏障）
- ②紧密连接使胃壁细胞对氢离子通透性低；
- ③上皮细胞更新快。



胃液分泌的调节（重点）

①头期～

(30%，进食后5～10 min, 持续2～3h)

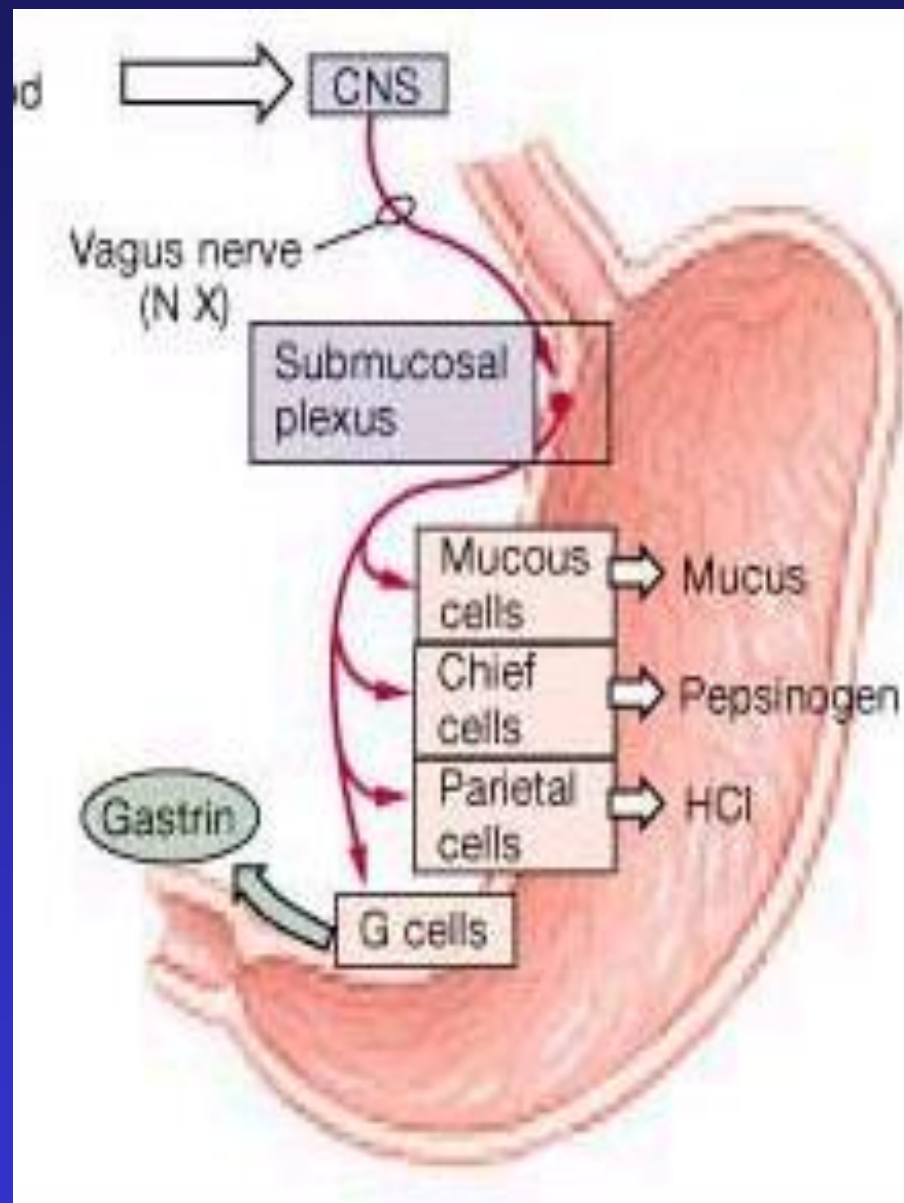
实验：假饲

神经调节：非条件反射性分泌

条件反射性分泌

体液调节：

G细胞分泌胃泌素。



胃内消化

②胃期～：(60%，食物进入胃30～60 min后，持续数小时)

实验：巴氏小胃p213

神经调节：胃底、胃体的机械刺激经迷走-迷走反射

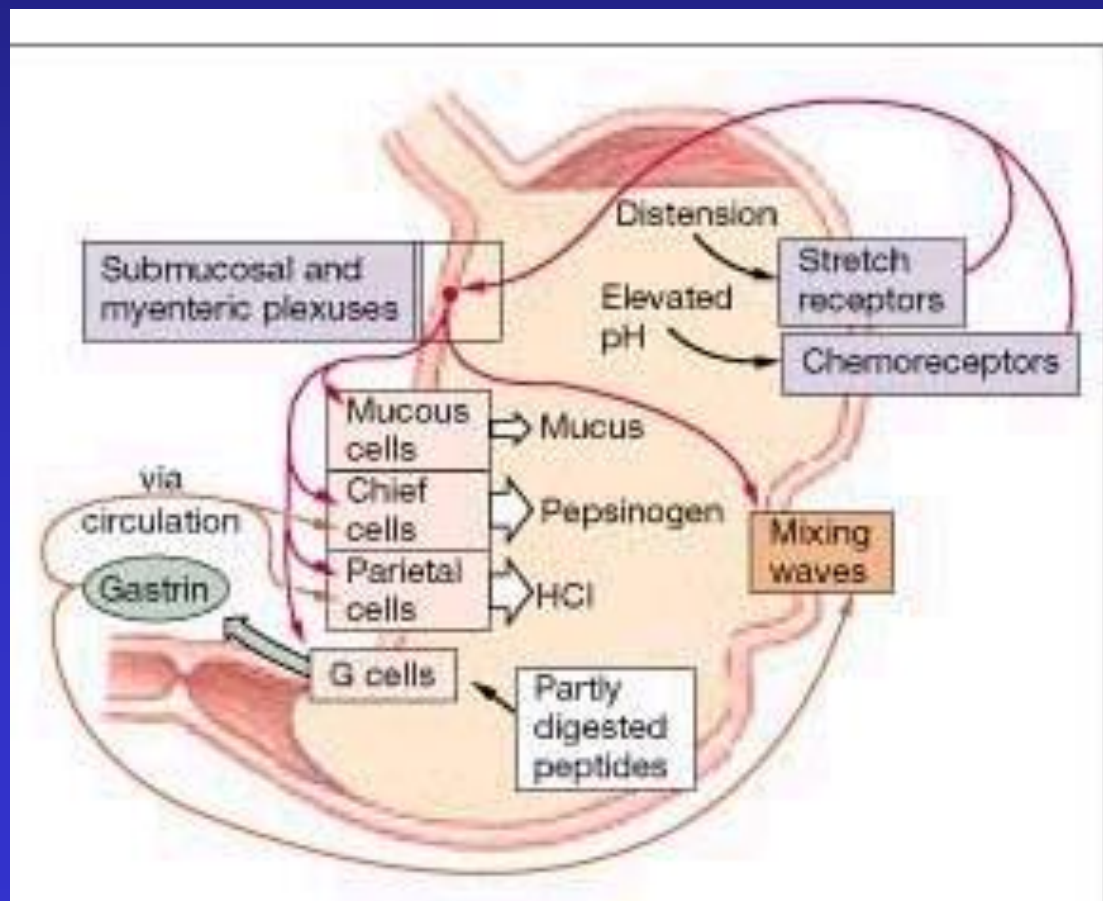
胃腺分泌胃液；幽门窦粘膜G细胞分泌胃泌素（促胃液素）

化学调节：氨基酸、肽类等刺激G细胞分泌胃泌素。

③肠期～：

(10%，可持续8～10h)

实验：将食糜、肉的提取物等
由瘘管直接注入十二指肠



胃内消化

3. 吸收：水

4. 转移：排空

食糜经幽门入十二指肠（胃内容物促进，十二指肠内容物抑制）

小肠消化与吸收

1.消化运动

紧张性收缩

分节运动

蠕动与蠕动冲

移行性复合运动

2.消化液

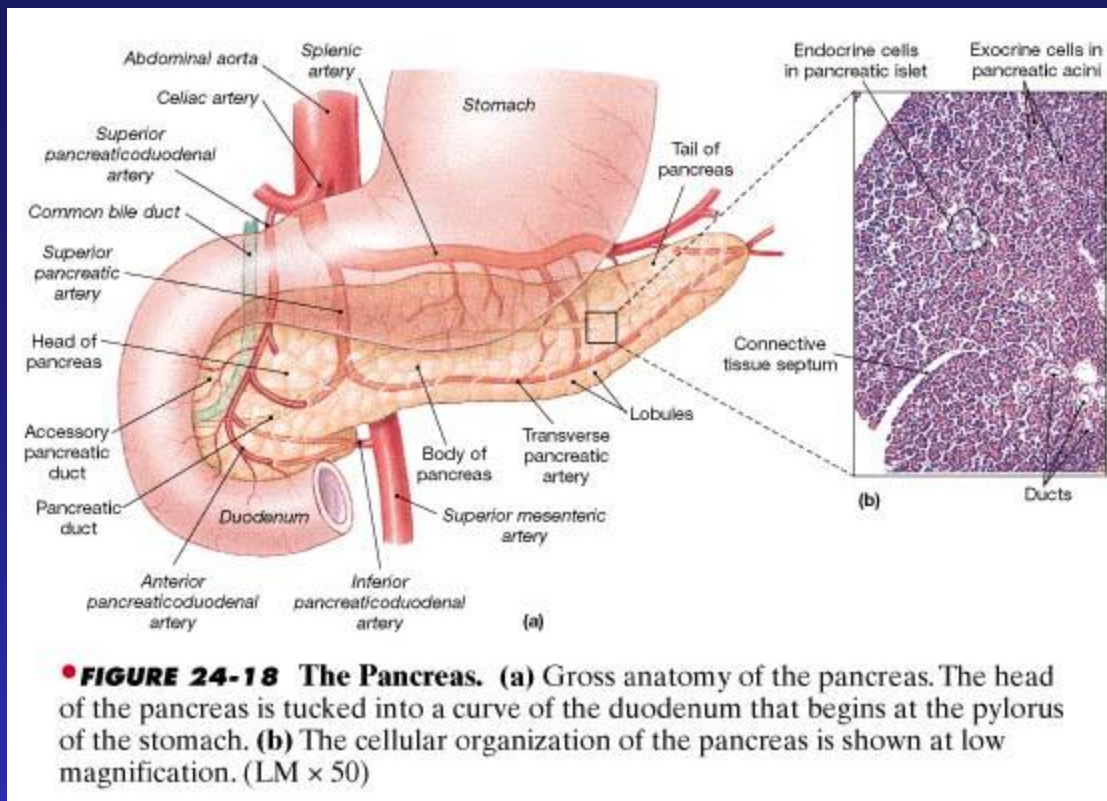
胰液、胆汁、小肠液

胰液分泌的调节

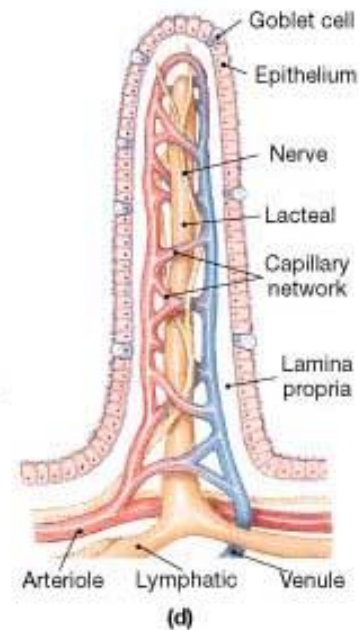
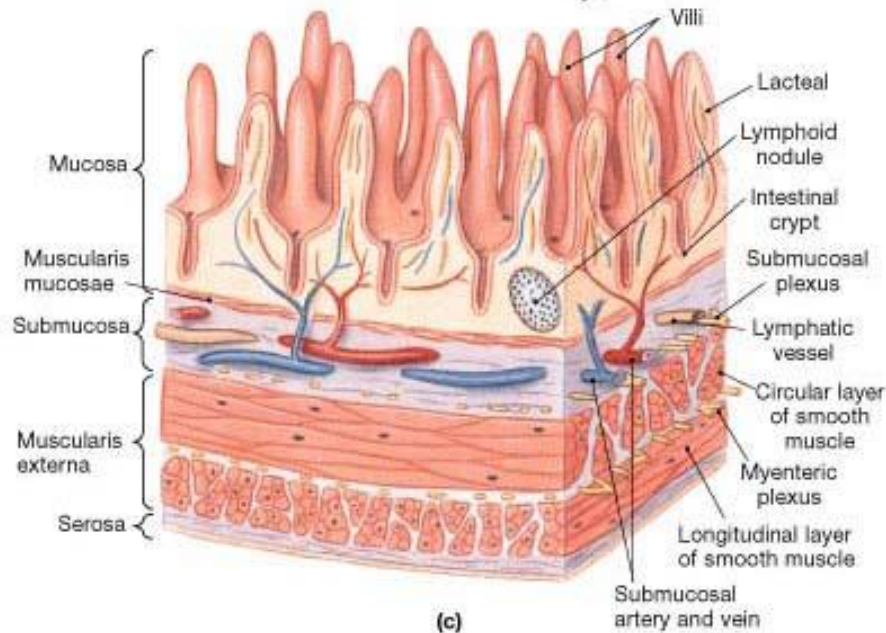
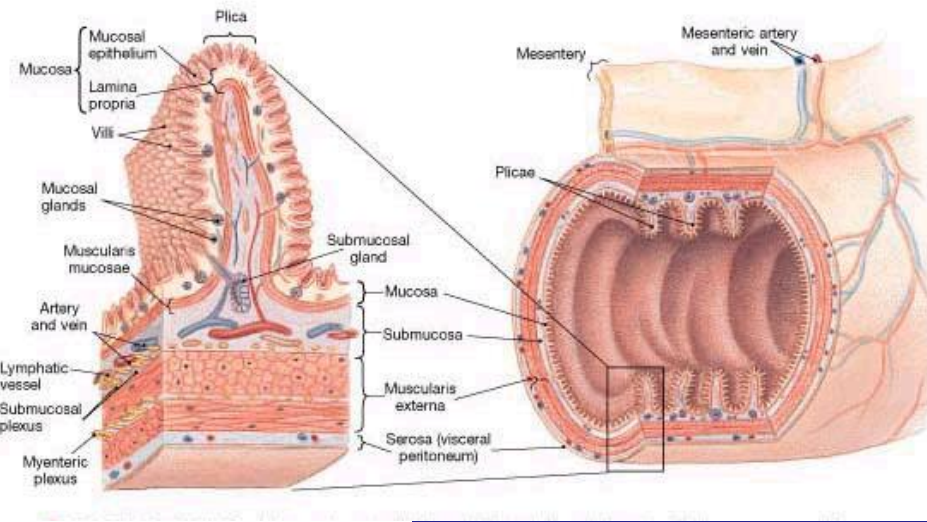
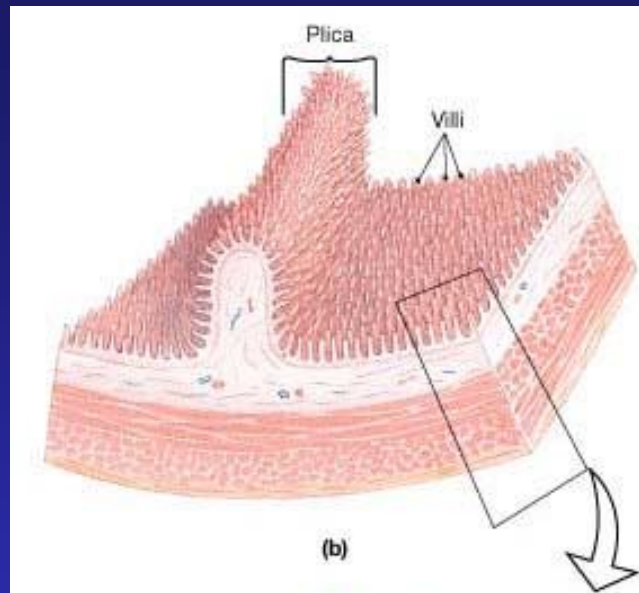
头期（20%）：条件反射

胃期（10%）：通过迷走-迷走反射

肠期（70%）：通过促胰液素、胆囊收缩素



3.吸收：小肠结构与吸收功能适应



微绒毛

营养吸收机制

a.糖、氨基酸的吸收

糖、氨基酸、二肽、三肽

基于钠浓度梯度的激发性主动转运

b.脂类的消化与吸收

p220

c.维生素的吸收

脂溶性：ADEK与脂肪酸一同扩散

水溶性：

B₁₂：主动转运（结合内因子）

其它：易化扩散

d.电解质的吸收

4. 转移：

经回盲括约肌入大肠

（回肠内容物促进，
大肠盲肠内容物抑制）

	Lumen of digestive tract	Mucosa	Interstitial fluid	Transport mechanism	Regulatory factors
IONS	Na ⁺			Cotransport or active transport	Increased when sodium-linked cotransport is under way; stimulated by aldosterone
	Ca ²⁺			Active transport	Stimulated by calcitriol and PTH
	K ⁺			Diffusion	Follows concentration gradient
	Mg ²⁺			Active transport	
	Fe ²⁺			Active transport	
	Cl ⁻			Diffusion or carrier-mediated transport	
	I ⁻			Diffusion or carrier-mediated transport	
	HCO ₃ ⁻			Diffusion or carrier-mediated transport	
	NO ₃ ⁻			Diffusion or carrier-mediated transport	
	PO ₄ ³⁻			Active transport	
	SO ₄ ²⁻			Active transport	
	Water-soluble vitamins (except B ₁₂)			Diffusion	Follows concentration gradient
VITAMINS	Vitamin B ₁₂			Active transport	Must be bound to intrinsic factor prior to absorption
	Fat-soluble vitamins			Diffusion	Absorbed from micelles in company with dietary lipids

● **FIGURE 24-27** Ion and Vitamin Absorption by the Digestive Tract

大肠消化与吸收

1. 消化运动

分节运动

蠕动与集团运动（冲）

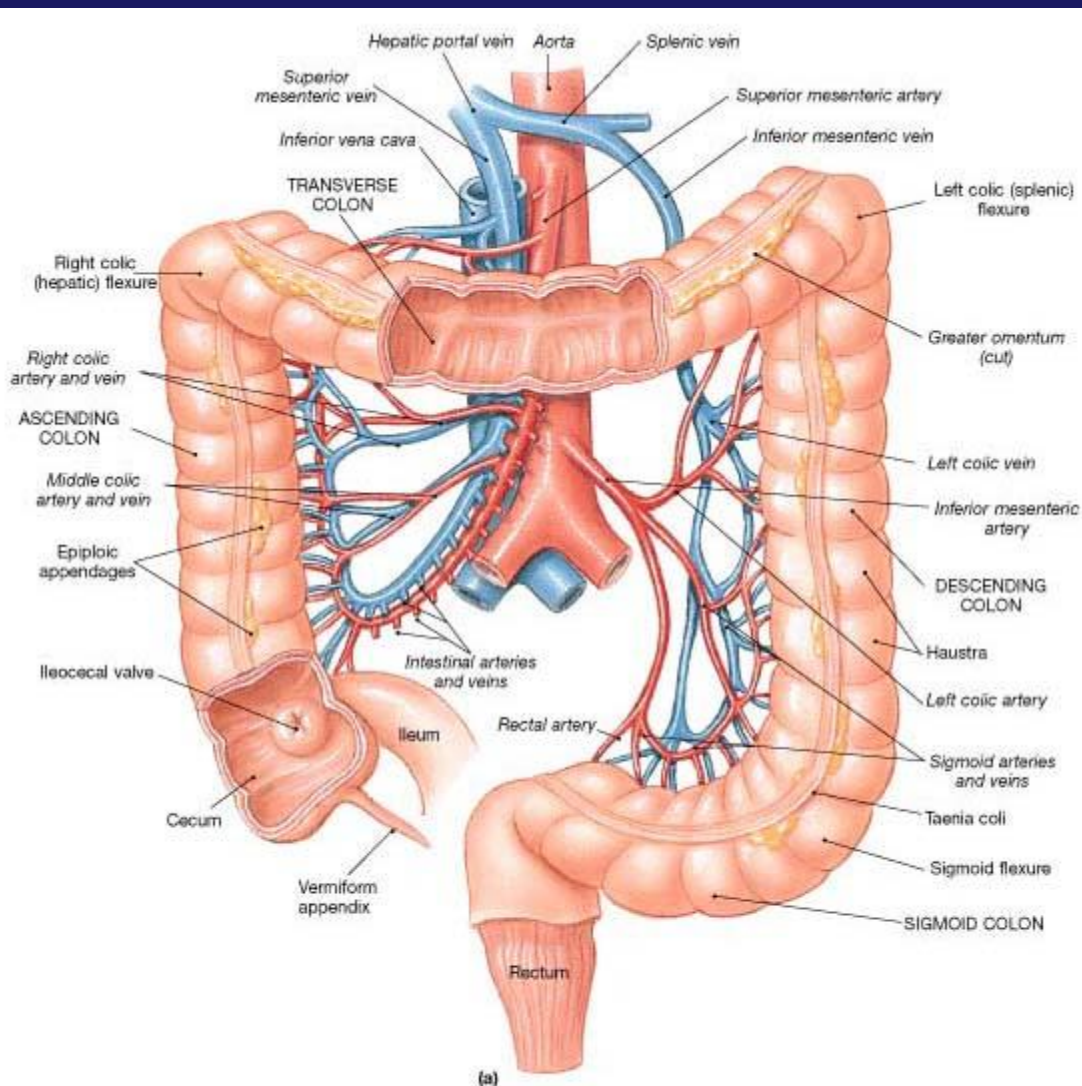
排便反射

2. 消化液

（大肠液）

3. 吸收：

Na: 主动转运
水，Cl



• **FIGURE 24-23 The Large Intestine. (a)** Gross anatomy and regions of the large intestine.

★ 能量代谢₍₁₎

● **新陈代谢**：物质代谢 + 能量代谢

能量输入 = 能量输出 + **能量贮存**

食物 (糖, 蛋白质, 脂肪)

生物氧化

$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{含N废物} + \text{能量}$

... + 机械能 + 热能 \Leftrightarrow 化学能 热能

● **热价**：1g食物分解氧化所放热量； / **氧热价** (消耗1L氧)

● **呼吸商**：一定时间内机体 CO_2 / O_2 ；仅氧化糖时为1、蛋白质为0.8、脂肪约为0.71。

★ 能量代谢₍₂₎

- 代谢率：单位时间内人或动物释放的全部能量。
- 基础代谢率：12h禁食，室温20℃，静卧(清醒)，不进行脑力和体力活动… 所消耗的能量全部转化为热能。
- 直接测热法
- 间接测热法：根据动物的耗氧量、二氧化碳产量和尿氮排泄量(每克相当于6.25克蛋白质)推算代谢物质的成分、数量或耗氧量，再计算出总产热量。

非蛋白质呼吸商

★ 能量代谢⁽³⁾

表 15-1 不同动物的基础代谢率

	体重/千克	基础代谢率/每千克体重	基础代谢率/每平方米体表面积
猪	128.0	19.1 千卡(24 小时)	1078 千卡(24 小时)
人	64.3	32.1 千卡(24 小时)	1042 千卡(24 小时)
狗	15.2	51.5 千卡(24 小时)	1039 千卡(24 小时)
鼠	0.018	654.0 千卡(24 小时)	1188 千卡(24 小时)

● **心率**：小鼠 (15-30克) 470-780次/分、大鼠(180-350克) 370-580次/分、犬(成年) 70-120次/分、象20-25次/分...

● **影响代谢率因素**：年龄、性别、肌肉活动和某些激素(如Adr或 T_3/T_4)等。