

## 第二章 食物的消化与吸收

**消化**：食物通过消化管的运动和消化液的作用被分解为可吸收成分的过程，即食物在消化道内进行分解的过程。

**吸收**：食物的可吸收成分透过消化管壁的上皮细胞进入血液和淋巴液的过程。不被吸收的残渣则由消化道末端排出体外。

### 一、人体消化系统：

#### 1、消化道：

一条长而盘曲的肌性管道。据位置、形态、功能不同可分为：口腔、咽、食管、胃、小肠、大肠及肛门等。消化道中除咽、食管上端和肛门的肌肉是骨骼肌外，其余均由平滑肌组成，并具有以下特点：1) 兴奋性低，收缩缓慢；2) 富于伸展性，最长时可为原来长度的 2-3 倍，如胃可容几倍于自己初始体积的食物；3) 有一定紧张性，各部分如胃、肠等能保持一定的形状和位置。肌肉的各部分收缩均是在紧张性的基础上发生的；4) 进行节律性运动；5) 对化学、温度和机械牵张刺激较敏感，对内容物等的各种刺激引起的内容物推进或排空有重要意义。

#### 2、消化腺：

大消化腺有大唾液腺、肝和胰腺，是体内主要的消化腺。小消化腺位于消化管壁内，如食管腺、胃腺和肠腺等。消化腺都有导管与消化道相通，使分泌的消化液能流入消化道。消化腺分泌的消化液由水、无机盐和少量有机物组成，其中最重要的成分是具有蛋白质性质的消化酶。

### 二、食物的消化：

**机械性消化**：靠消化道的运动把大块食物磨碎叫机械性消化或物理性消化。

**化学性消化**：通过消化液及消化酶的作用把食物中的大分子物质分解成可被吸收的小分子物质叫化学性消化。

#### 一) 各种消化液的成分及作用：

##### 1、唾液的成分及作用：

1) **成分**：pH6.6-7.1，其中水分约占 99%，有机物主要为黏液蛋白，还有唾液淀粉酶和少量无机盐 ( $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 及微量  $\text{CNS}^-$ )，另有少量气体如  $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$ 和  $\text{CO}_2$ 等。正常人日分泌唾液 1-1.5L。

2) **作用**：湿润与溶解食物并刺激味蕾引起味觉；清洁和保护口腔的作用；唾液淀粉酶可使淀粉水解成麦芽糖，对食物进行化学性消化。

##### 2、胃液的成分及作用：

胃是消化道中一个袋状膨大部分，其位置和形状随人的体型体位及胃内充盈度不同而有改变。中等度充盈时，胃的大部分位于正中左侧，小部分位于右侧。主成分是水、HCl、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>等无机物，以及胃蛋白酶、粘蛋白等有机物。纯净胃液是一种无色透明的酸性液体（pH0.9-1.5）。主成分是水、HCl、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>等无机物，以及胃蛋白酶、粘蛋白等有机物。

1) **胃酸**：由胃腺壁细胞分泌，只有胃中才有此酸性分泌液。

**作用**：激活胃蛋白酶原，为其造成适宜的酸性环境，以利水解蛋白质。抑制和杀灭胃内细菌的作用。胃酸进入小肠后能刺激胰液和小肠液的分泌，并引起胆囊收缩排出胆汁。胃酸造成的酸性环境有助于小肠对 Fe<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>的吸收。

2) **胃蛋白酶**：主细胞分泌出来时为无活性的蛋白酶原，在 HCl 作用下被激活（最适 pH2），是胃液中的主要消化酶。能将 Pro 进行初步水解。

3) **黏液**：胃黏膜表面的上皮细胞和胃腺中的黏液细胞分泌。主成分是糖蛋白，其次为粘多糖等大分子。在正常情况下胃黏膜表面常覆盖一层黏液，弱碱性，可中和 HCl 和减弱胃蛋白酶的消化作用，故可保护胃黏膜，使其免于受到 HCl 和蛋白酶的消化作用。同时，黏液还有润滑作用，可减少胃内容物对胃壁的机械损伤，对胃有保护作用。

4) **内因子**：正常胃液中含“内因子”。是分子量为 53000 的一种糖蛋白，与 VB12 结合并促进其吸收。

### 3、胆汁的成分及作用：

**成分**为胆盐、胆色素、磷脂、胆固醇及粘蛋白等，无机物除水外，有 Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>。胆汁 pH7.4 左右。一般认为胆汁中不含消化酶。

**作用**是实现其消化机能，对脂肪的消化吸收具有重要意义。

### 4、胰液的成分及作用：

**成分**是无色无臭的碱性液体，pH7.8-8.4。主成分有 NaHCO<sub>3</sub>和各种消化酶。

**作用**：对食物的消化有重要作用。胰液含大量 NaHCO<sub>3</sub>能中和由胃进入小肠的盐酸，使肠内保持弱碱性环境，以利肠内消化酶的作用。

### 5、小肠液的成分及作用：

**成分**：pH7.8 呈弱碱性。成人分泌 1-3L/d。小肠中除含多种粘蛋白、肠激酶外，还含多种消化酶，此外还常混有脱落的上皮细胞、白细胞和微生物等。

**作用**：进一步分解肽类、二糖和脂类使其成为可被吸收的物质。如蔗糖酶分解 GF；麦芽糖酶分解麦芽糖；乳糖酶分解乳糖。

### 6、大肠液的成分及作用：

**成分**：分泌少量碱性液体，pH8.3-8.4，主成分为黏液蛋白，保护黏膜和润滑粪便。

**作用**：含酶很少，没有明显的消化作用。大肠内容物主要受细菌的分解作用。细

菌所含的酶能使食物残渣与植物纤维素分解。对糖类和脂肪进行发酵式分解，蛋白质进行腐败式分解。正常情况下，机体一方面通过肝脏对这些毒物进行解毒作用，另一方面通过大肠将这些毒物排出体外。大肠内细菌还能合成少量VK和某些VB族。其中一部分可被人体吸收，对机体的营养和凝血有一定生理意义。

## 二) 各类食物的消化：

### 1、糖类的消化：

正常人膳食糖类主要来源为淀粉，存在于所有谷类食物中，其次为蔗糖及牛奶中的乳糖。食物中糖类经消化道各种酶作用水解成单糖后才被吸收。消化过程如下：

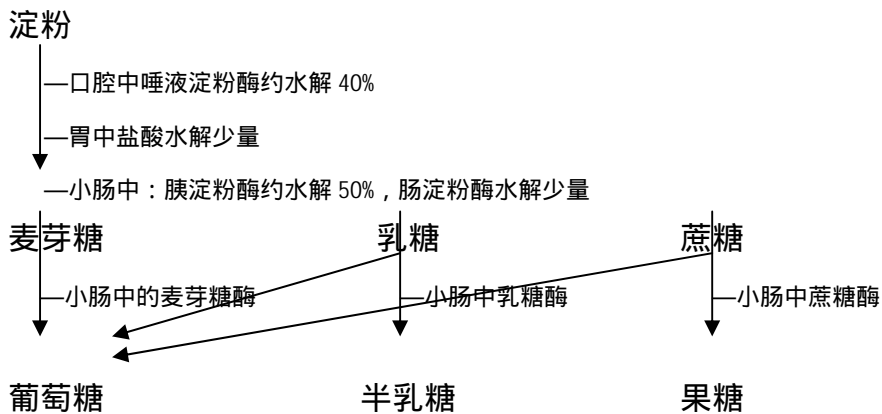


图 2-2 碳水化合物的消化示意图

### 2、脂肪的消化：

脂肪 胆汁、搅拌乳化脂肪 胰脂肪酶为主，肠脂肪酶为辅 脂肪+甘油约 40%左右  
甘油一酯约 60%左右

### 3、Pro 的消化：

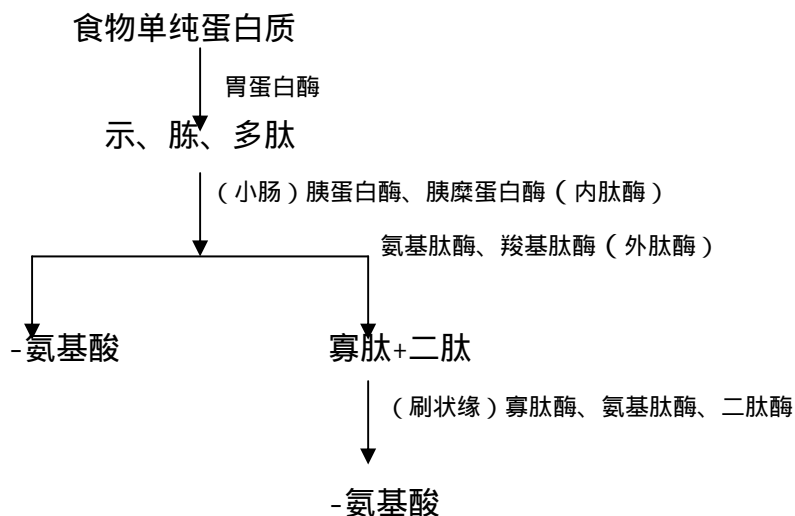


图 2-3 蛋白质的消化示意图

### 三、营养物质的吸收：

消化道内的吸收是指消化道内的物质，包括水分、盐类及食物的消化产物透过黏膜上皮细胞进入血液和淋巴液的过程。

#### 1、小肠是营养物质吸收的主要场所：

在口腔和食道内，食物实际上是不被吸收的。胃只吸收少量酒精和水分，大肠尚能吸收水、无机盐和部分未被小肠吸收的养分。食物经消化后的各种营养物质主要在小肠被吸收。人小肠长度为 5-6m，其黏膜具有环状皱折并有大量指状突起的绒毛，绒毛上的每一上皮细胞可有 600 条微绒毛，使小肠吸收面积大为扩大，估计全部小肠约有 250m<sup>2</sup>的吸收面积。其中，大部分是在十二指肠和空肠吸收，当其到达回肠时通常已吸收完毕。回肠被认为是吸收机能的储备，能主动吸收胆汁酸盐和 VB12。

#### 2、吸收原理：

1) **被动转运**：包括滤过、扩散和渗透等作用。滤过靠膜两边的流体压力差，如肠腔内压力超过毛细血管压时，水分或其它物质可借压力差滤入毛细血管内。渗透则有赖于半透膜两边存在的压力差，水分从渗透压低的一侧进入渗透压较高一侧。

2) **主动转运**：有些营养物质可由浓度较低的一侧穿过膜向浓度高的一侧转运。需耗能及载体协助。物质主动转运中的载体是一种脂蛋白，它具有高度特异性，载体转运物质时的能量来自 ATP。

3) **胞饮作用**：一种通过细胞膜的内陷将物质摄取到细胞内的过程。可使细胞吸收某些完整的脂类和蛋白质。也是新生儿从初乳中吸收抗体的方式。这种未经消化的蛋白进入体内可能是某些人食物过敏的原因。

#### 3、营养物质的吸收：

1) **糖类的吸收**：单糖是碳水化合物在小肠中吸收的主要形式。单糖的吸收不是简单的扩散而是耗能的主动过程，通过小肠上皮细胞膜刷状缘的肠腔面进入细胞内再扩散入血。因载体蛋白对各种单糖的结合不同，各种单糖的吸收速率也就不同。

单糖的主动转运与 Na<sup>+</sup>的转运密切相关，当 Na<sup>+</sup>的主动转运被阻断后，单糖的转运也不能进行。因此认为单糖的主动吸收需要 Na<sup>+</sup>存在，载体蛋白与 Na<sup>+</sup>和糖同时结合后才能进入小肠黏膜细胞内。单糖吸收的主要部位是在十二指肠和上段空肠，被吸收后进入血液，经门静脉入肝脏，在肝内贮存或参加全身循环。

2) **蛋白质的吸收**：吸收部位主要在小肠上段。未经分解的 Pro 一般不被吸收。吸收机理与单糖相似，是主动吸收，需 Na<sup>+</sup>的参与。

3) **脂肪的吸收**：脂肪经胆盐乳化在十二指肠中在胰液、肠液和脂肪酶消化作用下水解为甘油、自由脂肪酸、甘油一酯及少量甘油二酯和未消化的甘油三酯。胆盐对脂肪的消化吸收具有重要作用，它可与脂肪的水解产物形成水溶性复合物，进一步聚合为脂肪微粒，通过胆盐微粒“引渡”到小肠黏膜细胞的刷状缘，以扩散方式被吸收。

4) **无机盐和维生素的吸收**：小肠和大肠的各个部位都可吸收无机盐，吸收速度取决于多种因素：载体、pH、饮食成分等。

5) **水分的吸收**：小肠吸收水分的主要方式是渗透作用，在吸收其它物质过程中所形成的渗透压是促使水分吸收的重要因素；此外小肠收缩时使肠腔内流体压力差增高，也可使部分水以滤过方式而吸收。

#### 四、代谢物质的排泄：

机体在新陈代谢中，不断产生对机体无用或有害的代谢产物，如不及时清除体外，就会在体内堆积对机体产生伤害，因此，机体必需通过排泄活动将其排泄出去。排泄就是指机体在新陈代谢过程中所产生的代谢终产物以及多余的水分和进入体内的各种异物，由排泄器官向体外输送的生理过程。机体的排泄器官主要是肾，其次是肺、皮肤、肝和肠。肾脏以尿的形式排出多种代谢终产物和某种异物，如尿素、尿酸、肌酐、马尿酸、水及进入体内的药物等。肺借助呼气排出 CO<sub>2</sub> 和少量水，以及一些挥发性物质。皮肤依靠汗腺分泌，排出一部分水和少量的尿素与盐类。肠和肝把胆色素和无机盐排入肠腔，随粪便排出体外。在这些器官中，由肾脏排出的代谢终产物不仅种类多，数量大，而且肾脏还可根据机体情况调节尿的质和量，因而肾脏的泌尿作用具有特别重要的意义。

##### 1、肾单位：

人两侧肾脏有 170-240 万个肾单位，每个肾单位包括肾小体和肾小管两部分。肾小体包括肾小球和肾小囊。肾小管则由近球小管、髓袢和远球小管三部分组成。集合管不包括在肾单位内，但在功能上和远球小管密切相关，在尿生成过程中，特别在尿液浓缩过程中起重要作用，每一集合管接受多条远曲小管运来的液体，许多集合管又汇入乳头管，最后形成的尿液经肾盏、肾盂和输尿管进入膀胱，由尿道排出体外。

##### 2、尿液的生成：

肾脏生成尿包括相互联系的两个过程，即肾小球的滤过作用和肾小管的重吸收、分泌和排泄作用。

1) **肾小球的滤过作用**：当血液流经肾小球毛细血管时，血液中的成分除血细胞和大分子蛋白质外，其余的物质都能透过肾小球的膜进入肾小囊囊腔，这种滤过液称原尿。原尿中含有血浆中各种小分子物质如葡萄糖、Ca、P、K、Cl、尿素、尿酸等，含量与血浆中的含量接近。

2) **肾小管和集合管的重吸收、分泌和排泄作用**：原尿生成后沿肾小管流入集合管，再汇入肾盂。在此过程中，原尿中的绝大部分水和有用物质将全部或部分被管壁上皮细胞重吸收进入组织间液，再重返血液。管壁上皮细胞对大多数营养素的重吸收是主动转运过程，存在饱和性，如原尿中某种营养素含量过高，超过了肾小管的重吸收能力，尿液中就会出现这种物质。如当血糖升高，通过肾小球滤过到原尿中的葡萄糖含

量增多，超过肾小管的重吸收能力时，尿中就会出现葡萄糖。在重吸收的同时，管壁上皮细胞也向管腔分泌和排泄某些物质（如  $H^+$  和  $NH_3$  等物质）。

经上述两个环节后，原尿成分发生改变成为终尿。终尿储存于膀胱，由尿道排出体外。

### 3、尿液的排放：

排尿活动是一种反射活动，当膀胱中尿量达一定程度时，膀胱受到牵拉产生神经冲动，产生排尿的欲望而排尿。