


上海市高校 085 内涵发展专业建设资助项目

# 运动健身与营养

YUNDONG JIANSHEN YU YINGYANG

史仍飞 袁海平◎主编

 北京体育大学出版社

上海市高校 085 内涵发展专业建设资助项目

# 运动健身与营养

史仍飞 袁海平 主编

北京体育大学出版社

策划编辑 木 凡  
责任编辑 吴光远  
审稿编辑 梁 林  
责任校对 李志诚  
版式设计 司 维 博文宏图

#### 图书在版编目 (CIP) 数据

运动健身与营养/史仍飞等主编. -北京:北京体育大学出版社, 2015. 8

ISBN 978 - 7 - 5644 - 2040 - 6

I. ①运… II. ①史… ②袁… III. ①健身运动 - 研究  
②体育卫生 - 营养学 - 研究 IV. ①G883 ②G804. 32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 215922 号

#### 运动健身与营养

史仍飞, 袁海平 主编

---

出 版 北京体育大学出版社  
地 址 北京海淀区信息路 48 号  
邮 编 100084  
邮 购 部 北京体育大学出版社读者服务部 010 - 62989432  
发 行 部 010 - 62989320  
网 址 <http://cbs.bsue.edu.cn>  
印 刷 北京京华虎彩印刷有限公司  
开 本 710 × 1000 毫米 1/16  
成品尺寸 228 × 170 毫米  
印 张 17  
字 数 274 千字

---

2015 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定 价 41.00 元

(本书因装订质量不合格本社发行部负责调换)

## 编者的话

世界卫生组织 1992 年提出健康的基石包括“合理饮食、适当运动、戒烟限酒、心理平衡”4 个方面。可以看出运动和营养在塑造人体健康方面的重要作用。当前，随着生活节奏的快速和工作压力的剧增，亚健康人口比例高，体质下降等问题日趋严重。这与群众的健身意识和体育场地设施不足、健身方法不够科学，以及大众的营养饮食问题多被忽略有关。

自古以来，人们就将合理营养和适度锻炼作为提高身体素质的重要手段。现代营养学的研究证明，合理营养不但能促进生长和发育，提高全民族的身体健康素质，增强机体免疫力，更可预防某些慢性非传染性疾病的发生和发展，增进人们的健康。因此，普及合理营养和科学健身的基本知识对于提高人们的健康水平、降低与营养相关疾病的发病率具有重大的现实意义。希望通过本书向体育相关专业的读者、健身指导人员及广大健身爱好者介绍营养的基本概念、理论及应用知识，普及科学健身原理和方法，传播科学的健康理念。

本书主要分为营养基础篇、运动的科学基础和科学健身的合理营养三个篇章，包括 15 章内容，分别为：第一章营养物质的消化与吸收；第二章能量——运动与营养的基础；第三章碳水化合物——最有效的能源物质；第四章蛋白质——赖以生存的营养素；第五章脂类——储存能量的最佳形式；第六章矿物质——生命的骨架；第七章维生素——维系生命的物质；第八章运动健身的一般原理；第九章运动健身的合理营养；第十章营养补充与运动能力；第十一章不同健身运动的营养特点；第十二章儿童少年体育锻炼与营养；第十三章女性健身运动与营养；第十四章老年人群的运动与营养；第十五章体重管理的运动营养。书中在附录部分增加中国居民膳食指南、膳食宝塔内容和中居民膳食参考摄入量，以便于读者参考。

由于编者经验和能力的限制，书中如果在内容上有不妥之处，衷心希望广大读者予以批评指正。

# 目 录

---

## 第一篇 营养基本篇

第一章 营养物质的消化与吸收 .....	(2)
第一节 消化系统的概述 .....	(2)
第二节 营养物质的消化与吸收 .....	(4)
第二章 能量——运动与营养的基础 .....	(13)
第一节 能量的基本概念 .....	(13)
第二节 人体的能量消耗 .....	(15)
第三节 运动的能量消耗 .....	(22)
第三章 碳水化合物——最有效的能源物质 .....	(28)
第一节 碳水化合物的消化吸收及营养作用 .....	(28)
第二节 碳水化合物分类及代谢 .....	(32)
第三节 糖在运动中供能意义 .....	(41)
第四章 蛋白质——赖以生存的营养素 .....	(49)
第一节 蛋白质的消化吸收及代谢 .....	(49)
第二节 蛋白质的营养作用及评价 .....	(51)

第五章	脂类——储存能量的最佳形式 .....	(63)
	第一节 脂类的消化与吸收 .....	(63)
	第二节 脂类的功能及分类 .....	(64)
第六章	矿物质——生命的骨架 .....	(74)
	第一节 常量元素 .....	(75)
	第二节 微量元素 .....	(84)
第七章	维生素——维系生命的物质 .....	(90)
	第一节 脂溶性维生素 .....	(90)
	第二节 水溶性维生素 .....	(96)

## 第二篇 运动的科学基础

第八章	运动健身的一般原理 .....	(108)
	第一节 科学运动, 促进健康 .....	(108)
	第二节 运动健身的能量代谢特征 .....	(111)
	第三节 运动健身的基本原则 .....	(121)
第九章	运动健身的合理营养 .....	(125)
	第一节 膳食结构与平衡膳食 .....	(125)
	第二节 健身运动者的合理营养 .....	(132)
第十章	营养补充与运动能力 .....	(136)
	第一节 补糖与运动能力 .....	(136)
	第二节 补液与运动能力 .....	(143)

第三节 蛋白质及氨基酸补充与运动能力 .....	(152)
--------------------------	-------

### 第三篇 科学健身与合理营养

第十一章 不同健身运动的营养特点 .....	(160)
第一节 短时间高强度健身项目的营养 .....	(161)
第二节 长时间耐力项目运动的营养 .....	(163)
第三节 灵敏、技巧类健身者营养特点及需要 .....	(167)
第四节 球类运动的营养需要 .....	(169)
第五节 动感单车的营养需求 .....	(173)
第十二章 儿童少年体育锻炼与营养 .....	(175)
第一节 儿童少年的生理特点 .....	(175)
第二节 儿童少年的营养需要特点 .....	(179)
第三节 儿童少年的运动健身指导 .....	(182)
第四节 儿童少年增高的运动和营养指导 .....	(188)
第十三章 女性健身运动与营养 .....	(192)
第一节 女性不同阶段的生理特点 .....	(192)
第二节 女性营养需求特点 .....	(196)
第十四章 老年人群的运动与营养 .....	(202)
第一节 老年年龄阶段划分 .....	(202)
第二节 老年人的营养需要特点 .....	(207)
第三节 老年人运动健身方案 .....	(211)

第十五章 体重管理的运动营养 .....	(217)
第一节 体 重 .....	(217)
第二节 减体重的运动营养 .....	(221)
第三节 增重的运动营养 .....	(228)
附 录 .....	(234)
附录一 《中国居民膳食指南》(2011 年全新修订) .....	(234)
附录二 中国居民平衡膳食宝塔 .....	(249)
附录三 中国居民膳食营养素参考摄入量 (DRIs) .....	(256)
主要参考书目 .....	(261)



# 第一篇

## 营养基础篇



# 第一章 营养物质的消化与吸收

人体每天通过不同的食物获取所需要的营养素。食物是一种非常复杂的混合物，其中所含的营养素，只有水、无机盐和某些维生素等能够直接被人体吸收，而蛋白质、脂肪、多糖类，这些物质不能被人体直接吸收，必须通过消化道的分解，将结构复杂的大分子物质变成结构简单的小分子物质，才能被人体吸收。

所谓消化，就是人体通过各种物理和化学作用将食物分解成可以被吸收的小分子物质。食物的消化包括机械性消化和化学性消化2个过程。机械性消化是指消化管的活动，对食物进行机械性磨碎并与消化液混合和推动食糜前进。化学性消化是指靠消化液中的消化酶对食物进行化学性分解，将食物中营养成分变为可以吸收的营养物质，两者之间是相互联系、相互促进的。消化后的营养成分通过消化管壁进入血液和淋巴的过程叫做吸收。消化和吸收这2个生理过程的顺利进行，从而提供人体的新陈代谢、生长发育和从事各种活动所需要的营养物质。

## 第一节 消化系统的概述

### 一、消化系统概述

消化系统是由消化管和消化腺2部分组成。人体的消化管，既是食物通过的管道，又是食物消化、吸收的场所。消化管由口腔、咽、食管、胃、小肠、大肠、

直肠、肛门等组成的粗细不等的完整管道。消化腺有唾液腺（包括腮腺、颌下腺、舌下腺）、胃腺、肝脏、胰腺、肠腺等。

整个消化道的长度约 9 m。口腔是消化道的入口，也是食物摄取的第一场所，其主要作用就是咀嚼食物。咀嚼的意义在于可以将食物由大变小、由粗变细，即由食物变为食物团，这样可以增大其消化面积，更充分的发挥酶的消化作用。另外唾液腺分泌的唾液，不仅起到湿润食物的作用，而且唾液中含有唾液淀粉酶，可以对食物进行初步的化学消化。

通过吞咽作用，食物经食管进入了一个重要的消化器官——胃。胃通过搅动将食物与胃酸等混合在一起，这一消化过程大约要持续 1 h。

食物的消化和吸收最主要的器官就是小肠，小肠曲折蜿蜒在体内，约 5 ~ 7 m 长。小肠分成十二指肠、空肠和回肠 3 部分，十二指肠长度大约为 12 个手指的宽度总和（约 24 cm），空肠大约占小肠总长度的 60%，回肠则占大约 40%。经胃消化过的食物首先进入十二指肠，虽然很短，是胆总管与胰管的共同开口，含有丰富的消化酶，也是食物消化的主要场所之一。

小肠管壁有环形皱襞，黏膜有许多绒毛，绒毛根部的上皮下陷至固有层，形成管状的肠腺，每个绒毛中都含有丰富的毛细血管和毛细淋巴管，将营养物质吸收入体内的循环系统。小肠的长度、皱襞以及丰富的绒毛增大了小肠的吸收面积，因此是食物吸收的主要场所（空肠、回肠）。

经过小肠消化吸收后的食物残渣进入大肠，包括盲肠、结肠和直肠 3 部分。食物残渣在体内 18 ~ 24 h 才会排出体外。大肠中的一些细菌会对人体不能消化吸收的食物残渣进行处理并释放出气体和某些维生素，而这些维生素溶于水后仍可以在结肠中被人体吸收。而后，食物残渣由粪便的形式排出体外。（图 1-1）

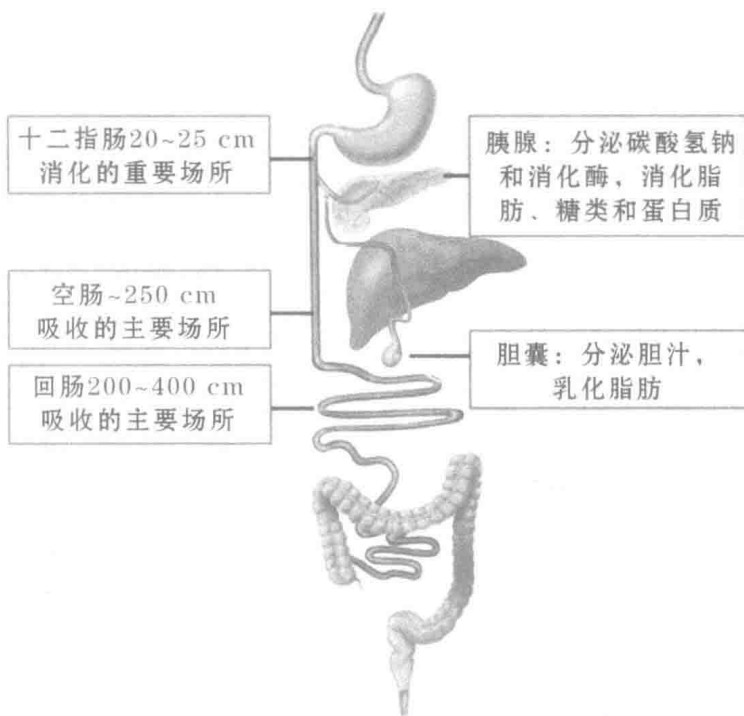


图 1-1 小肠: 分泌物从胰腺、肝脏和胆囊, 帮助消化, 沿小肠壁, 营养物质被吸收进入血液和淋巴, 没有被吸收物质进入大肠

## 第二节 营养物质的消化与吸收

### 一、糖类在人体内的吸收利用

食物中含有丰富的糖, 尽管类型不同, 但都是由单糖构成的。例如, 双糖就是由 2 个单糖分子脱水形成的; 低聚糖, 又称寡糖 (disaccharide): 由 3~10 个单糖分子脱水缩合而成; 多糖 (polysaccharide): 由几百个乃至几万个单糖分子缩合

生成。对人体最重要的单糖是葡萄糖，食物中的糖经过酶的消化，才能成为可以被细胞吸收的单糖。

## （一）糖进入口腔后发生的变化

糖进入口腔后，唾液腺分泌的唾液淀粉酶就会对其进行初步的消化，将多糖分解成为较小的糖。淀粉是能在口腔中进行酶消化的唯一营养物质，也只有很少一部分淀粉转化成了麦芽糖。在食管的短暂时间里，淀粉酶仍然对淀粉进行消化。一旦进入胃中，胃酸会使唾液淀粉酶变性失活，所以在胃里，淀粉酶消化任务便停止了。然后经胃的蠕动使食物分成了若干小团，同时增大了其在小肠中的吸收面积。

小肠是糖主要的吸收场所，十二指肠含有许多消化酶，胰腺分泌的胰淀粉酶可以继续对淀粉进行消化分解，黏膜细胞和小肠绒毛也会分泌消化酶（如麦芽糖酶、蔗糖酶、乳糖分解酶等）将低聚糖消化成单糖。经过消化后得到的单糖被人体吸收进入循环系统。

一些人体内的乳糖分解酶类分泌不足，可能会导致乳糖不能被消化和吸收，则直接进入大肠内，细菌将如乳糖分解后产生大量气体使人感觉腹胀等不适症状。纤维素等不能被人体消化的多糖也直接进入大肠，细菌可以对其进行分解，但是大肠内糖类不会进行任何的吸收。糖吸收的主要部分就是空肠。

## （二）肠道对单糖的吸收

人体主要通过4种途径吸收营养素：被动扩散、协助扩散、主动运输和内吞。

### 1. 被动扩散

物质通过细胞膜时，无需载体，不消耗能量，物质从高浓度一侧向低浓度一侧透过，而且浓度越高扩散越快。由于细胞膜由脂质组成，所以脂肪和脂溶性分子可以通过被动扩散的形式进入细胞中，而水则需要通过特定的蛋白通道进入细胞内。水溶性分子如单糖等则需要特定的载体蛋白。

### 2. 协助扩散

与被动扩散相似，但扩散时需要特定的载体蛋白协助。果糖通过协助扩散可

以进入细胞内，扩散速度与果糖的浓度成正比，所以果糖的吸收效率较低，不到葡萄糖和半乳糖（两者通过主动运输）吸收率的 50%。

### 3. 主动运输

需要能量和载体蛋白进行的运输形式，其优点在于不用考虑细胞内外浓度的差异，所以主动运输的吸收效率要高于协助扩散。葡萄糖和半乳糖就是通过这种形式进行吸收，载体蛋白为葡萄糖载体（glucose transporters, GLUT），GLUT 可以携带葡萄糖和半乳糖通过细胞膜。但是 GLUT 必须同时结合葡萄糖（半乳糖）和  $\text{Na}^+$  才能进入细胞内。

### 4. 内吞

是指通过细胞质膜内陷形成囊泡，将外界物质裹进并输入细胞的过程，是细胞质膜运送物质的一种方式。尽管内吞是吸收的形式之一，但其并不是糖吸收的形式。

## （三）糖类进入细胞后发生的变化

糖进入血液后，通过肝门静脉系统将其运输到肝脏，运输过程中不需要任何特殊的载体蛋白，因为糖类是溶于水的。葡萄糖被转运进入骨骼肌等组织细胞后，提供能量和储存能量。葡萄糖通过细胞膜时借助特殊的膜转运蛋白被称为葡萄糖载体（GLUT），几乎机体所有的细胞都有葡萄糖载体。在机体的不同组织内有不同的葡萄糖载体。在骨骼肌内，这些载体被称为 GLUT1 和 GLUT4。安静状态下或血液中胰岛素水平较低时，葡萄糖通过 GLUT1 进入骨骼肌细胞。当血液中葡萄糖和胰岛素水平升高后或骨骼肌运动时，GLUT4 被激活，此时，葡萄糖主要通过 GLUT4 进入骨骼肌细胞。

葡萄糖进入细胞内有 3 种代谢去路。作为能量代谢的底物；以糖原的形式储存在骨骼肌内，转化为脂肪储存在脂肪组织内。（图 1-2）

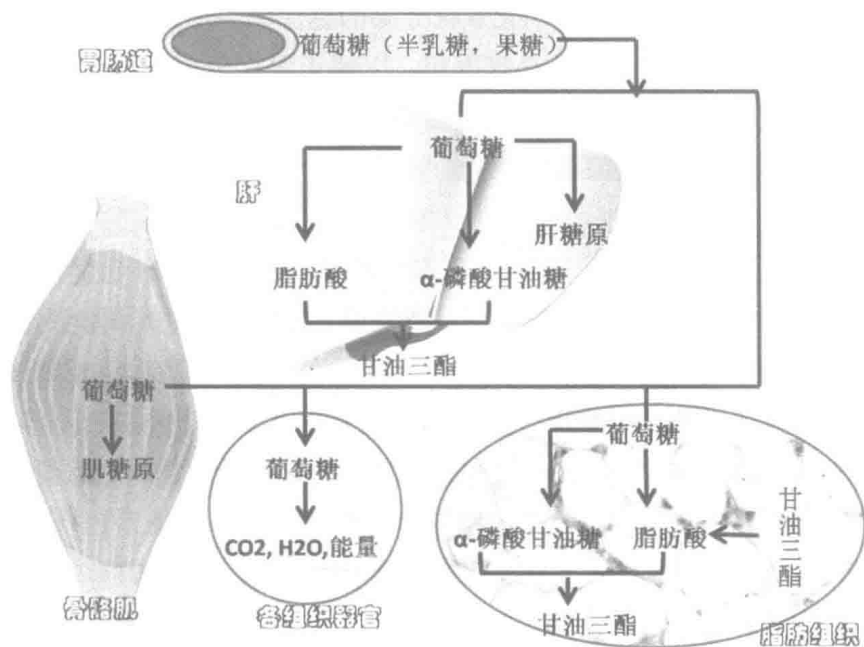


图 1-2 糖类物质在体内的代谢去路

## 二、脂肪在机体内的消化、吸收、转运和同化作用

脂肪又称甘油三酯，主要由碳、氢和氧组成，与糖类的元素构成相似，但其化学结构和物理性质却不相同。脂肪是酸和醇构成的酯类物质，不溶于水，能溶于有机溶剂。食用性脂质包括黄油、人造黄油、沙拉酱和油等。肉类、奶制品、坚果、种子、橄榄等，大部分脂质以甘油三酯的形式存在。

脂肪酸以一个碳原子为基本单位连接成的羧酸类网状结构，脂肪酸可以分为短链脂肪酸（4 个碳原子及以下）、中链脂肪酸（6~10 个碳原子）和长链脂肪酸（12 个碳原子及以上）。在甘油三酯消化时，水解 1 个脂肪酸变为甘油二酯，水解 2 个脂肪酸变为单甘油一酯，从甘油骨架上脱了的脂肪酸被称为游离脂肪酸。

由于脂肪不溶于水，所以脂肪的消化、吸收和转运比其他宏量营养素（糖类、脂类、蛋白质）要复杂的多。例如，与消化相关的消化酶都是水溶性的，对脂肪

的消化就不那么容易了。但是，消化系统分泌的胆汁能够使脂肪乳化成许多微滴，悬浮在胃肠道内，增加了脂肪的暴露面积，以便于消化酶更好的发挥活性。另外生成的甘油一酯、脂肪酸也进一步促进脂肪的乳化。如果没有乳化剂，脂肪就会聚集在一起，消化酶就很难发挥活性。

### （一）脂肪进入胃后发生的变化

脂肪经过咀嚼粉碎后进入胃，胃的内皮细胞分泌胃脂肪酶开始消化脂肪。甘油三酯在唾液的乳化作用下由胃脂肪酶水解为甘油二酯。胃的搅动和胃壁的收缩作用将协助粉碎较大的食物碎片，并协助乳化剂使脂肪处于分散和悬浮状态。脂肪进入胃内的2~4 h期间，大约1/3的被水解为甘油二酯和游离脂肪酸。

胰脂肪酶能将脂肪分解成甘油和脂肪酸。由此可见，胰液是消化液中最强的一种。胆汁是由肝脏分泌的一种金黄色或深绿色、味苦的碱性液体，对脂肪的消化和吸收具有重要作用。胆汁排入十二指肠中，成年人每天分泌胆汁约800ml~1000ml。胆汁中不含消化酶，有乳化脂肪作用，其成分除水外，还有胆色素、胆盐、胆固醇、卵磷脂等。其中最重要的成分是胆盐，它的主要作用，一是使脂肪乳化变成极细小的脂肪微粒。这样，一方面加大了胰脂肪酶和脂肪接触面，有利于脂肪酶对脂肪的分解，另一方面被乳化的脂肪微粒有一部分可以直接被肠黏膜吸收。二是增加胰脂肪酶的活性，从而加速对脂肪的分解。

脂肪进入小肠后，首先进入十二指肠，是消化的主要场所。肝脏分泌的胆汁，平时贮存在胆囊中，当食物进入小肠后，引起胆囊收缩，储存于胆囊通过导管进入十二指肠，胆汁可以乳化脂肪，进而使一些水溶性消化酶发挥作用。由十二指肠分泌的促胰液素刺激胰腺分泌碳酸氢盐，后者可以中和肠内物质的酸性。胰液中的胰脂肪酶能将脂肪分解成甘油和脂肪酸，且分泌量很多，足可以完成脂肪的消化过程，将所有剩下的甘油三酯水解为甘油、单甘脂和长链脂肪酸。水溶性的短链脂肪酸和中链脂肪酸通过被动扩散被小肠内皮吸收。不溶于水的单甘脂和长链脂肪酸被胆盐包裹形成微粒。微粒将长链脂肪酸和单甘脂转运到小肠内皮细胞内，通过被动扩散的形式进入肠细胞内部。总之，脂肪的消化吸收在小肠完成，只有少部分脂肪在大肠和排泄物中。一些疾病可导致脂肪吸收不良，导致脂肪泻



或大便脂肪。

## （二）脂肪吸收后的变化

脂肪被吸收后，可溶性的甘油、短链脂肪酸以及中链脂肪酸穿过肠细胞，扩散至毛细血管，并进入血液。被吸收的单甘脂和长链脂肪酸在肠细胞内重新水合成甘油三酯，重新合成的甘油三酯与载脂蛋白结合形成乳糜微粒，通过淋巴系统将甘油三酯转运至颈静脉，从而转运至血液，并分布于全身各处。

游离脂肪酸立即扩散至脂肪细胞或肝细胞，然后与细胞内的甘油重新水合为甘油三酯。重新形成的甘油三酯储存于细胞内。当骨骼肌运动能量需求增加时，血液中的游离脂肪酸和甘油三酯通过毛细血管进入骨骼肌参与供能。

## 三、蛋白质在机体内的消化、吸收、转运和同化作用

蛋白质的主要作用是参与构成机体的结构和代谢调节酶、激素等，但也可以参与能量代谢。人体内的蛋白质由 20 种不同的氨基酸组成，为了满足机体对蛋白质的需求，食物中必须包含丰富的氨基酸。

### （一）蛋白质在口腔内发生的变化

蛋白质的消化过程也是从咀嚼开始，但是由于唾液中并没有蛋白质消化酶，所以蛋白质的消化过程发生在胃和小肠内。食物蛋白进入胃后，胃对食物的搅拌作用，以及胃壁分泌的盐酸共同作用，使得蛋白质与盐酸充分混合并变性，同时胃蛋白酶能够将较长的氨基酸链水解为较短的氨基酸链。蛋白质消化过程的 10% ~ 20% 由胃内的胃蛋白酶完成。此时，蛋白质大多水解为小分子的肽类，而不是单个的氨基酸。蛋白质消化的大部分过程发生在十二指肠，在十二指肠内蛋白消化酶——蛋白酶将蛋白质短链水解为更小的单元。胰腺和十二指肠都可以分泌蛋白酶，十二指肠的内皮细胞还可以分泌肽酶，后者将蛋白质短链水解为长度为三肽或更小的氨基酸链。单个氨基酸或长度为 2 个以及 3 个氨基酸的氨基酸短链通过被动扩散或主动运输被吸收。大部分的吸收发生在十二指肠和空肠。