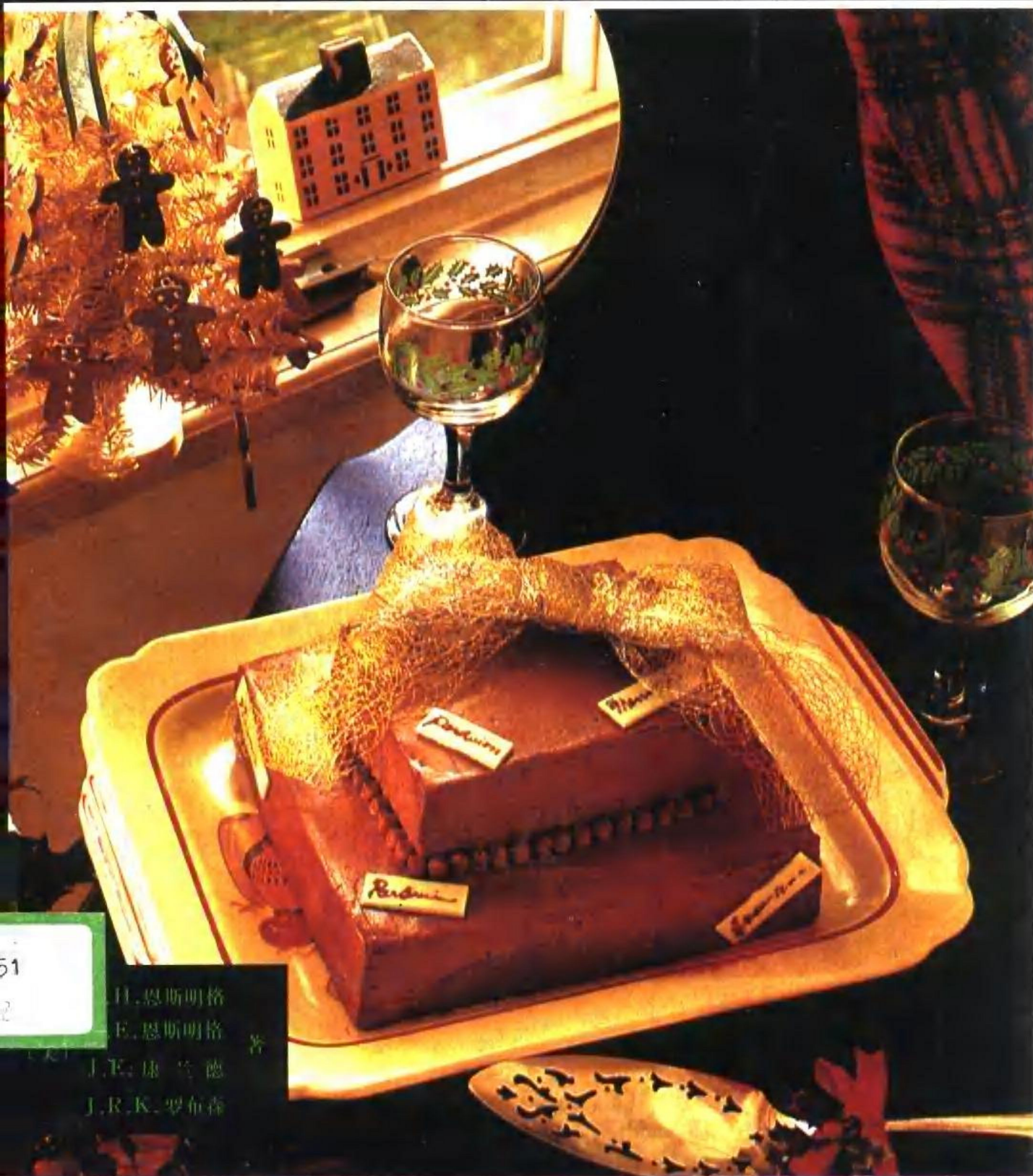


美国《食物与营养百科全书》选辑 (2)

饮食与保健



51

2

(天)

目, 恩斯明格
E. 恩斯明格
J.W. 康 兰 德
J.R.K. 罗布森

著

美国《食物与营养百科全书》选辑(2)

饮食与保健

[美] A. H. 恩斯明格
M. E. 恩斯明格 著
J. E. 康兰德
J. R. K. 罗布森

农业出版社

目 录

原书条目按条题拉丁字母顺序编排。本书为了检索方便，条目按类别编排。

〔营养生理〕

吸收.....	1
消化和吸收.....	1
消化率.....	13
表消化率.....	13
消化系数.....	13
基础代谢.....	13
代谢.....	13
代谢率.....	23
呼吸速率.....	23
钠-钾比率.....	23
钙-磷比率.....	23
热量消耗.....	24
人体对能量的利用.....	32
肌肉作功与能量需要.....	35
能量平衡.....	35
酸碱平衡.....	35
水平衡.....	37
体温.....	38

〔生长发育与营养〕

人体组织.....	38
体成分.....	38
人体测量.....	39
臂胸髓指数.....	39
重量指数.....	39
身高增长.....	39
体重和身高对年龄百分比标准.....	39
体型.....	39
外胚层体型者.....	39
中胚层体型者.....	39
内胚层体型者.....	39
基准女性.....	39
基准男性.....	39
色素形成.....	40
发育.....	40
青春期.....	40
更年期.....	40

老化.....	40
初乳.....	40
母乳喂养.....	40
断奶.....	45
婴儿膳食与营养.....	45
婴儿食品.....	56
婴儿变态反应.....	64
儿童期和青年期营养.....	64
成人营养.....	73
妊娠期和哺乳期营养.....	78
老年学和老年人营养.....	92

〔饮食与营养〕

有效营养素.....	103
可消化营养素.....	103
食欲.....	105
饮食.....	106
平衡膳食.....	106
特殊饮食.....	106
酸灰分残渣饮食.....	107
无谷蛋白膳食.....	107
低盐饮食.....	107
无盐饮食.....	107
世界各地饮食.....	107
禅宗长寿膳食.....	114
宗教和饮食.....	115
行为和饮食.....	120
减肥饮食.....	122
非素食者.....	123
净素者.....	123
素食者食谱.....	123
七类食品方案.....	127

〔保健〕

营养教育.....	127
健康.....	131
精神发育.....	134
营养与预期寿命.....	134

2 目录

体力活动.....	137	营养补充.....	181
体格健壮与营养.....	137	保健食品.....	182
运动与营养.....	141	饥饿.....	193
牙齿保健与营养和饮食.....	147	过重.....	196
调剂膳食.....	152	肥胖.....	196
营养素: 需要量, 推荐量, 功能, 来源.....	169	减食欲药物.....	219
膳食推荐量.....	169	INDEX OF ARTICLES	220
美国日推荐量.....	174	内容索引.....	222
增补.....	175		

吸收 (absorption) ①通过膜转运物质或从外界来源摄入营养品或其它物质,即物质从消化道、经过皮肤或经肺进入血液和(或)淋巴系统。②食品摄取水分、脂肪或其它物质(参见消化和吸收)。

消化和吸收(digestion and absorption)

目录

饥饿和食欲	1
饮食行为	2
消化系统的解剖学	2
嘴	3
食道	3
胃	3
小肠	3
大肠	3
直肠	3
唾液腺	3
胰脏	4
肝	4
消化的生理学	4
嘴	4
食道	5
胃	5
小肠	5
胰脏	6
肝	6
大肠	7
吸收的过程	7
吸收机理	7
营养载体	8
淋巴	8
血液	8
营养素的化学消化和吸收	8
碳水化合物	9
脂类	10
蛋白质	10
矿物质和维生素	11
水	11
消化道的控制	11
神经控制	11
激素控制	11
影响消化和吸收的食物因素	12
消化道的机能障碍	12
呕吐	12
腹泻	13
胃炎	13
吸收障碍	13

溃疡.....13

汽车的发动机是不能依靠原油开动的。然而,汽车所用的燃料油是原油经过化学处理和精练的产物。同理,食物里的蛋白质、脂肪和淀粉经过一些相当激烈的变化,才能被人体吸收、同化和利用,否则对人体没有什么用途。

消化是为了人体能够吸收而将食物分解成为较小的颗粒或者分子的过程。

吸收是将营养素从消化系统中转移到循环系统中去的一个过程,在这个过程中将营养成分分布到人体的细胞中去。

饥饿的感觉使人们要吃东西,而他们吃某些食物,部分是由于认识反应,部分是由于他们消化系统的解剖学和生理学的原因。然而消化道也对消化和吸收起一定的调控作用。同时某些食物也影响消化和吸收。像其它任何系统一样,也有发生功能障碍的问题。

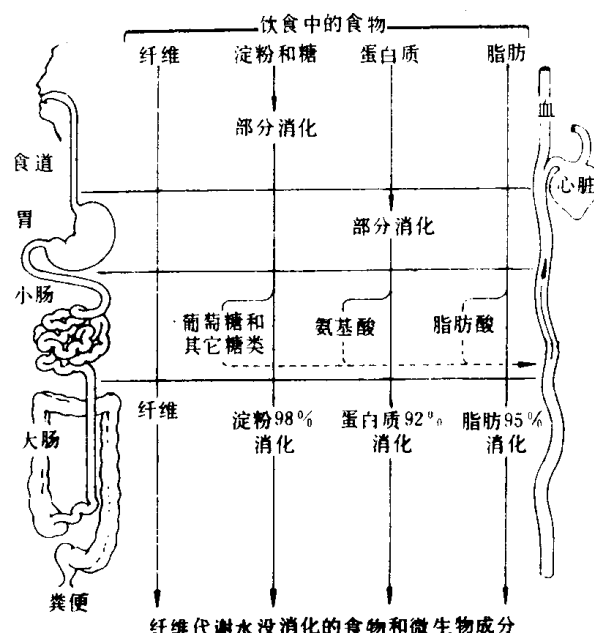


图 1 从食物到人体营养物的消化和吸收总图

饥饿和食欲 饥饿是一段禁食期之后对食物的生理学上的欲望。另一方面,食欲是对现存食物的认识反应或习惯反应。一个人在非常饥饿的情况下也没有食欲去吃他不愿意吃的食物。相反地,一个人即使在不饿时也有食欲去吃他愿意吃的食物。虽然一种食物含有丰富的营养,但是一个没有食欲的人也不想吃它,它的价值等于零。另外,许多人只是吃他们所爱吃的食物,这就可能导致偏食,这种现象特别是在儿童中间容易发生。

下丘脑是位于间脑下部的组织,它是调节食欲的

主要控制中心之一。在下丘脑中，是能够划分出一些区域的，其中有两个区域对于调节食欲特别重要。第一个区域是外侧下丘脑，这个区域通常称为进食中心，这是因为无论人饿还是不饿，当这个区域受刺激时就想吃东西。如果这个区域遭到损害，人就完全失去吃东西的欲望，直到最终饿死。下丘脑的下中区域的功能是饱感中心，这个区域受刺激时，食欲就会降低。如果这个区域的核心遭到破坏就失去了摄取食物的抑制作用，人就要产生不可控制的食欲。这些概念已经通过动物实验得到了证明。现已确信在侧丘脑中存在一种慢性反应，这种慢性反应受到丘脑下中区域抑制效应的控制。

已经提出了几个关于激发下丘脑，阐明了动物吃东西的精确生理学机理的理论。虽然这些理论都各有优点，然而缺乏确切的证据来支持这些理论中的任何一个。看起来似乎可能是多因素联合作用的结果。

有两个关于下丘脑控制食欲的理论获得人们最大的关注。它们是：①化学静力学学说；②静热力学学说。化学静力学学说推论下丘脑对循环血液中营养成分浓度是敏感的，例如糖或脂类。当这些营养成分浓度低时，下丘脑就发出开始吃的信号。一旦血液中营养水平升高时，来自进食中心的刺激就受到抑制，同时动物就出现饱感。食欲调控的静热力学学说，认为下丘脑在人体热量调节中起着重要作用，并且当下丘脑的温度降低时便诱导动物吃东西。

食欲也受以下因素的影响：①消化道的膨胀；②各种社会因素，如习惯、风俗、教育、文化背景和环境；③心理学因素，例如紧张和焦虑；④生理学因素，例如疾病、妊娠和年龄；⑤药物、酒精和烟草。

（参见食欲）

饮食行为 在整个动物王国中，动物的饮食行为是与胃肠道的解剖学的适应性有关系的。以下的说法似乎是合乎逻辑的，那些吃容易消化和吸收食物的动物，比那些吃化学成分复杂的食物动物，胃肠道在结构上要相对小些和简单些。

根据动物所吃食物的种类不同，将动物分类如下：

1. 食肉动物：这类动物以肉为食，它们主要吃另一些动物的肉。这些动物的消化道的结构相对简单。当一个野生食肉动物咬死一个动物时，就首先吃掉肠胃道里的东西，而这些东西是消化和部分消化的植物性物质。大部分由肉类所组成的食物对于胃肠道来讲是容易消化和吸收的。这种食物大部分由脂肪和蛋白质所组成，而脂肪和蛋白质是容易消化和吸收的。由于这个原因，这类动物的消化道短，属于这类动物的有熊、猫、狗和貂类。

2. 食草动物：这类是素食动物。它们几乎全部以

植物为食。因为植物性物质不容易消化，要使得动物更有效地消化这些物质，消化道就需要解剖结构上的适应。这些动物的消化道趋于增长，胃和（或）盲肠至直肠部分的结构也发生了变化，以便有效地消化和利用植物性物质。牛、山羊、绵羊以及马等就属于这类食草动物。

3. 杂食动物：这类动物以肉类和植物为食。在解剖方面，这类动物的胃肠道为中间类型。杂食动物的消化道一般情况下比食肉动物长，比食草动物短。植物性物质能够被杂食动物所利用，但是利用的效率不如食草动物。人类和猪等是属于杂食动物。

消化系统的解剖学

从嘴唇到肛门体内的整个一条管道组成了消化系统。在成年人中，它是7.5~9米的长管，在进食后食物将通过这个长管。长管又分成具有一定间隔的特定区域，它们被称为嘴、

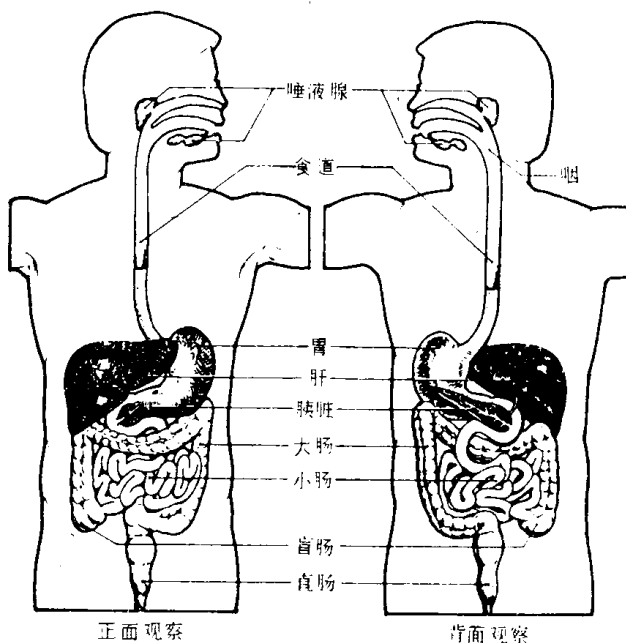


图2 人类消化道解剖图

表1 几种动物消化道的平均容量

动物种类	容量值(L)
人	6.0
猪	27.5
羊	14.2
马	211.3
牛	356.0

食道、胃、小肠、大肠、直肠和肛门；沿着消化道，隆起物有唾液腺、胆囊、肝和胰脏，它们为消化提供必需的分泌物。根据消化系统的解剖学，人类属于非反刍动

物。然而，在人类的消化系统中没有有功能的盲肠，因此它具有有限的容积、有限的微生物作用和有限的纤维素消化作用。表1比较了人和另一些动物消化道的容量。

嘴 嘴的开口是由两片非常灵活的嘴唇围绕着，而嘴的两侧称为面颊。嘴唇和面颊合起来在移动和固定食物方面起着重要作用。嘴内的牙齿嵌埋在牙龈上，两颌的肌肉负责牙齿的运动，牙齿的类型是与其功能相适应的，门齿负责切割食物，犬齿负责抓住食物，而臼齿负责嚼碎食物。嘴内的下部有舌头，它是能向三个方向卷曲的一团肌肉纤维，因此舌是运动很灵活的组织。在舌头上有着许许多多的味蕾，它们对酸味、甜味、咸味和苦味是敏感的。三对唾液腺管通向嘴里。嘴的上顶部称为腭，它的前部坚硬，而后部软。软的部分最后部与一片叫做悬壅垂的组织相连。肯定任何人对着镜子看喉咙都看到过这块组织。在嘴的后部，刚刚在悬壅垂后边便是咽，此处为空气（由鼻进入）和食物二者的共同通道。

食道 这是一个又长又直的肌肉管，它把食物从咽部输送到胃，长度大约25厘米。借助于地心引力和食管管肌肉的收缩使食物从食道通过。

从食道进入胃的入口点以上大约5厘米的食管肌肉壁开始加厚，并且强度也相应增加，食道的这个部分叫做胃与食管的夹缩肌，它的功能是防止胃里的东西反回到食道里。

胃 胃是膨胀能力最强的消化器官，常常把它的形状描述为J形。实际上，它的形状是根据胃里东西的多少和它相邻的肠道的状态的不同而变化的。胃是一个肌肉非常发达的器官，壁由三层肌肉所组成，在内表面堆积成褶皱，这种褶皱被叫做皱襞。

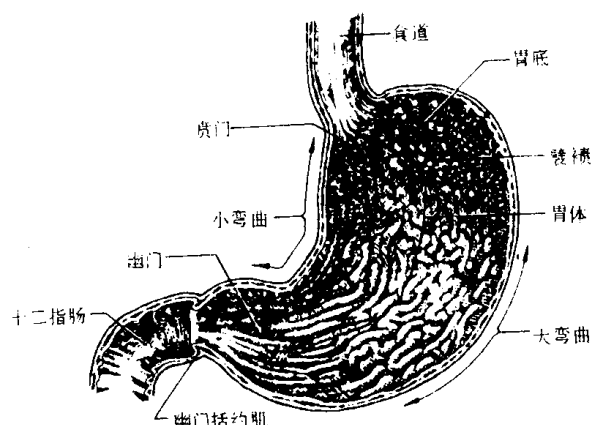


图3 胃的解剖结构

胃有三个部分：①向左鼓出的上部，叫做胃底；②中间部分，叫做胃体；③幽门，位于小肠入口之前的收缩部分。胃腺在以上三个部位中都存在。幽门末端的肌肉形成的瓣膜叫做幽门括约肌，它的功能是控制食物进入小肠。图3示胃的解剖结构。

小肠 小肠与胃的幽门末端相连，长约5.5米，分为三个部分：①十二指肠；②空肠；③回肠。整个小肠由二层反向的肌肉围绕。其中一层以纵向沿着小肠围绕，而另一层以环形围绕小肠。这些肌肉层收缩便推动食物向前运动。沿着小肠，有大量的分泌腺和细胞，把它们的分泌物倾入小肠腔，并且胆囊和胰脏的管也连接小肠。小肠的内表面形成折叠，并且分布着数以百万计的与毛发相似的绒毛。因此小肠的表面积就被大大地增加了。

在小肠和大肠的接合点处有一短的、一端不通的袋状的盲肠。在某些动物中，盲肠是大的，而且在消化作用中起着重要作用。盲肠从底部长出一个小的与手指相似的管状物，这就是阑尾。它给人们造成痛苦。

大肠 长约1.5米，实际上被分为盲肠、结肠、直肠三个部分。然而大肠和结肠这两个术语是可以互相通用的。回盲肠瓣膜控制肠内物质在小肠和大肠之间的流动。大肠也是由横向和纵向两层肌肉围绕，肌肉的运动将已消化的食物的产物移向直肠。大肠内面没有绒毛。从小肠和大肠的连接处开始，大肠向上朝肝方向延伸（上行结肠），从那里横向从右到左穿过腹腔（横行结肠），然后从左侧降下来（下行结肠），成一个角度通向直肠和肛门。

直肠 直肠是大肠（结肠）最后14厘米部分，位于肛门开口处之前。它的功能是在排便之前贮存消化过的产物。在排便开始以前，直肠的月牙形的瓣膜一直承担粪便的重量。直肠被一组静脉所围绕和支持，这些静脉可能会发生扩张而导致痔疮。

唾液腺 三对唾液腺分泌出清澈的、有些粘性的溶液，并且进入嘴里。根据它们所在的位置分别是：①腮腺；②舌下腺；③颌下腺。唾液有多种功能，包括以下方面：

1. 润滑剂作用：这些分泌物有助于咀嚼和咽下。如果没有这些分泌物起湿润作用，咽下食物是相当困难的。这种润滑能力是因为糖蛋白存在的结果。

2. 酶活力： α -淀粉酶（唾液淀粉酶）是在唾液中发现的。它的功能是分解淀粉。

3. 缓冲能力：在唾液中含有大量的碳酸氢盐，因此在食物中和在口中可以起缓冲的作用。

4. 尝味:唾液能够溶解食物里许多化学成分,一旦这些化学成分被溶解在溶液中,就能够通过味蕾鉴定出来。

5. 保护作用:嘴里的膜只有保持湿润才有活力,唾液便具有这个功能。此外,唾液也具有抗菌作用,从而防止牙齿被龋蛀。

胰脏 这个器官是一个大的小叶状腺体,位于小肠的十二指肠处,并紧紧地与其挨在一起。胰脏是一个双重效用腺体,它通过管或不通过管为人体分泌重要物质。换一句话说就是胰脏有外分泌(有管)和内分泌(无管)双重功能。外分泌功能直接与消化有关,分泌物进入十二指肠,其中含有碳酸氢钠和多种与消化有关的酶。胰脏的内分泌功能是释放出胰岛素和胰高血糖素两种激素。有意思的是,胰脏的分泌功能是由另外一些激素调控的。

肝 肝是人体内最大的器官,分为大的右肝叶和小的左肝叶。整个器官的重量大约 1.6 千克。在显微镜下观察,肝的结构是充满了血液的窦状隙和输送胆汁的小管。来自消化道具有丰富营养的血液进入这些窦状隙。虽然肝被认为是消化系统结构和功能的一部分,但是肝的功能在许多方面不直接与消化作用有关,如血液的形成、凝固、吞噬作用和解毒作用。肝的主要消化功能包括胆汁的产生。胆汁是淡黄绿色的液体,贮存在胆囊里。胆囊是肝下侧的袋状组织。胆汁中含有一些体内产生的废产物和胆盐。胆盐在肝内产生,来自胆固醇,在肠道内作为一种强有力的去垢剂帮助脂肪的消化和吸收。胆汁通过管注入小肠的十二指肠。

肝对消化和吸收的另一些影响是:贮藏和释放葡萄糖,贮存维生素 A、D、E、K 和 B₁₂, 以及对那些已被吸收的消化产物的化学转化。

消化的生理学 从生理学的角度看,不同种类的动物之间消化的原理是非常相似的,人类也不例外。以下将讨论消化的过程,并根据食物通过顺序来讨论在不同组织中的情况。食物通过的顺序是:嘴、食道、胃、小肠和大肠。

嘴 有三个物理过程发生在嘴里:①握执;②咀嚼;③吞咽的起始。

握执的定义可以是将食物放到嘴里的动作。把食物放进嘴里可以有多种方式,动物如浣熊和人用他们的前肢,而另一些类型的动物则依靠嘴的结构,如舌头、嘴唇以及牙齿。

咀嚼是嚼碎食物的动作。大多数动物在握执住食物后就立即进行咀嚼。而禽类是例外的,它们将食物

整个吞下去。咀嚼过程包括物理的研磨和将食物撕碎,而且还包括唾液的搀和,唾液对食物起着润滑作用,同时也开始有限的酶促消化反应。经过咀嚼形成紧密的小圆团称为巨丸,以便进入消化道。

吞咽是一个简单的动作。这个过程包括自愿和非自愿两个反射。咀嚼完成之后,舌头便将食物抬起移往嘴的后部,然后通过咽部。咽部具有能够控制空气和食物通过的结构。口腔、食道、鼻咽、耳咽管以及喉都汇集在咽部。在进行咽食动作时,由条件反射通向喉的路被勺状软骨所关闭,并且会厌被动地折叠在喉的张开处的上面,这样便使食物只能进入食道,同时也避免了食物进入呼吸道。

嘴内的牙齿、舌头以及唾液腺对这些物理过程都是有幫助的。

牙齿 牙齿的作用主要是咀嚼的机械工具。通过撕碎和嚼碎食物,使食物具有大的表面积,以便更有效地与消化道的消化液接触。有四种类型的牙齿:门齿、犬齿、前磨齿和臼齿,每种都有自己的特殊功能。颚前部的牙齿叫做门齿,负责撕开和切开食物。沿着前颚往后移,与门齿相邻的牙齿就是犬齿。这些牙齿有时称做上颚犬齿,也是用来撕开食物的。跟在犬齿后边便是前磨齿和臼齿,这两种牙齿都是负责磨碎食物的。通常咀嚼食物在同一时间内只在颚的一侧进行。

舌头 许多种家畜动物的舌头主要是用来握执食物。例如:牛的舌头可拉长,而且舌头上布满了粗糙的乳头状突起,这就使得能够卷起草和其它饲料,并把它们放到嘴里。

在整个咀嚼过程中,舌头负有三项功能:首先,舌头的运动使得食物能够到达嘴的各个部位去撕碎和磨碎。与此同时,嘴里的各种分泌物也混合在食物中,最后形成要咽下去的是丸状食物。第二,舌头上的味蕾通过神经的控制来进行食物的选择和摄取。如果经过味蕾鉴定食物是苦的或者难吃的,食物可能吐掉。最后,舌头也开始了吞咽的过程。当要咽下的丸状食物,已经准备好时,舌头就将它们移到嘴的后部,那儿神经受到刺激就开始吞咽。

唾液腺 唾液腺是网状组织器官,在消化中起着重要作用。三对重要的唾液腺体是腮腺、颌下腺和舌下腺。图 4 描述了这些腺体的位置。

从这些腺体中分泌的唾液在化学成分上是很不同的,主要有两种基本的类型。第一种类型的浓度相当高,而且富含粘性糖蛋白。在这种类型的唾液中只有很低的酶活力。第二种类型唾液是浆液状,含有大量水分,浓度很稀,并含有多种蛋白质和酶,但不粘。

从腮腺分泌的唾液是浆液状，而颌下腺在正常情况下分泌出以上两种类型混合的唾液。舌下腺分泌的唾液主要是粘液的成分。

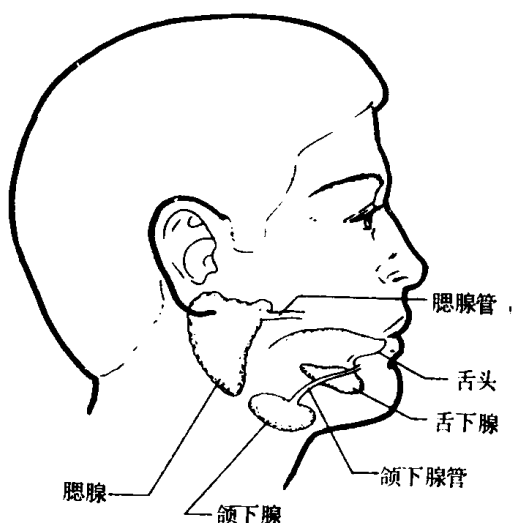


图4 唾液腺的位置

唾液在消化中起着多重作用。唾液能够作为一种润滑剂，并且有助于咀嚼、巨丸的形成和咽下食物。如果没有唾液湿润食物，咽下食物将是极端困难的。浆液状唾液中的淀粉酶或唾液淀粉酶开始降解淀粉。唾液中大量的碳酸氢盐起一种缓冲剂作用，唾液溶解了食物中的各种化学成分，从而舌头上的味蕾能够鉴定出苦味、甜味、酸味以及咸味。最后，唾液还能保持嘴里的膜处于湿润状态，从而使之具有活力。

食道 食物被咽下以后，由于重力和单向的肠壁蠕动波将巨丸通过食道送到胃里。这个过程所需要的时间大约是7秒钟。消化道的管道由两层平滑肌组成，这两层平滑肌的收缩和放松便形成肠壁蠕动波，这种蠕动波不仅在食道中形成而且遍及整个消化道。这两层平滑肌的运动方向相反，一层纵向运动，而另一层则环形运动。人的这种蠕动通常是从嘴向胃移动。打嗝和呕吐与蠕动相反，常常是正常消化机能失调的表现。与此相反，在反刍动物如牛、绵羊和山羊中逆蠕动是正常的过程。这样能够再一次咀嚼那些反刍食物，并且能去除大量的由消化道所产生的气体。

胃 胃在一天中大约分泌出两升分泌物。胃里的两种特别类型的细胞提供了在消化的起始阶段所需要的胃分泌物。胃底区的壁细胞分泌盐酸，盐酸水解有限数量的蛋白质，但是它的主要功能是造成一个酸的环境从而有利于某些激素和酶的活化。第二种类型细胞被称为主细胞或胃液素细胞，这些细胞分泌胃

蛋白酶原。当胃蛋白酶原被分泌在一个酸性环境中(pH1.6~3.2)时，这种酶原被活化而形成胃蛋白酶，——这种酶水解某些肽键。另外，年幼的哺乳动物的胃分泌凝乳酶，这种酶能凝结乳并且对于营养来讲是重要的。很明显，在成年人的胃分泌中缺少凝乳酶。

粘液是胃的内面细胞分泌的，这种分泌物为胃内层提供保护作用。如果粘液分泌发生故障，胃就自消化，结果便是胃溃疡。

已经观察到在胃里有两种类型的运动。第一种类型是蠕动，通过这种运动把食物送往十二指肠。第二种类型是直强性的收缩，这种运动能够起到搅拌和搓揉的作用，使所摄取的食物得以充分的混合，但不能将食物从胃的一端推向另一端。在食肉动物中，食物以相当快的速度通过胃(大约二三小时)；而在食草动物和杂食动物中，食物通过胃则需要相对长的时间，常常要超过24小时。通过的速度主要取决于饮食的营养成分。碳水化合物通过胃的速度要比蛋白质或脂肪快些，而蛋白质在三者之间处于中间地位。水可以直接通过胃到达小肠，在胃里停留时间很短。

在胃壁细胞中产生一种内因子，它是蛋白质，这种蛋白质是适量地吸收维生素B₁₂所需要的。如果这种蛋白质的生成发生故障，就将引起恶性贫血。一种很常见的现象是一些人遭遇到这种情况，他们的饮食中含有足够量的维生素B₁₂，但这些维生素并没有被吸收，因而发生了恶性贫血病。

小肠 小肠是消化和吸收的主要场所。在正常人中，90~95%营养的吸收在小肠的前半部分就完成了。就小肠的结构(包括宏观结构和显微结构)而言是有利于对营养的吸收和消化生理的机械过程。

机械消化 在整个小肠的腔面(内表面上)上普遍有指状突起的网状结构，这种网状结构叫做绒毛。而腔面形成的褶皱叫做粘膜皱襞。人类的小肠每平方毫米腔面上大约有20~40个这样的突起，每个长0.5~1.0毫米。每个绒毛有一个淋巴管(乳糜管)和一系列的毛细血管。在绒毛的表面上拥有大量的细胞，这些细胞具有大量微绒毛，这样更进一步大大地扩大了吸收营养的表面积。这些微绒毛形成了粗糙的界面，上面含有高浓度的消化酶。

小肠的不断运动有两个作用：①使食物和分泌物混合在一起；②暴露出新的绒毛表面以便吸收营养。

在小肠中有三种类型的运动。第一种类型是摆动，这种运动形成的波不影响肠的上下位置，只是局部地使肠缩短和拉长，从而起着搅拌的功能。第二种类型是分段收缩运动。这种运动是有规律地间歇的环形收缩，周期性松弛，于是这个区域就先松弛然后再收缩。

这种运动也同摆动收缩运动一样，起着搅拌混合的作用。第三种类型是蠕动，这种运动前面已经讨论过了，它提供一种手段使得食糜（肠道内的食物）在肠道内向下移动，很像在牙膏管的中间挤压使牙膏从开口的一端出来。

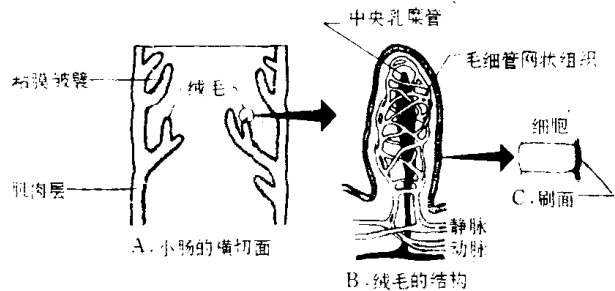


图 5 小肠结构的三维图。A，众多绒毛组成的粘膜皱襞。B，绒毛中含有运送营养的网状毛细管和一个中央乳糜管。C，细胞的刷面覆盖每一个绒毛。

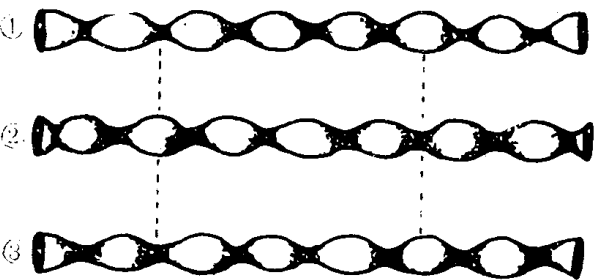


图 6 由于局部区域交替地松弛和收缩而形成分段波，起着搀合和搅拌的作用。

胰脏 胰脏所分泌的消化液通过胰脏管直接进入小肠。这种消化液清澈并且是碱性的，由水相和有机相两相组成。水相中富含碳酸氢盐，主要作用是用于中和在胃中产生的高酸性的食糜，并且继续通过小肠。胰脏腺泡细胞产生的酶在有机相中被转移到十二指肠。这些酶以颗粒的形式贮存在胰脏中，通过细胞外吐作用从细胞分泌出来。由于这种颗粒首先与细胞膜融合，然后膜破裂而被释放出来，所以常常把这个过程叫做逆胞饮作用。胰脏分泌液的成分和功能列在表 2 中。

许多种胰酶是在没有活性的状态下贮存和分泌的，而在某消化位置上被活化。胰蛋白酶原是一种蛋白水解酶，在小肠内通过肠激酶来活化，这种激酶是由肠粘膜分泌的。活化后的胰蛋白酶原就成了胰蛋白酶。同样胰蛋白酶本身又能活化胰凝乳蛋白酶原成为胰凝乳蛋白酶。

核酸酶、脂肪酶和胰淀粉酶以活性状态被分泌出来。许多种酶在行使其功能前要求有一种特殊的环境。

表 2 胰脏分泌物的成分和功能

成 分	功 能
蛋白水解酶： 胰蛋白酶 胰凝乳蛋白酶 A 胰凝乳蛋白酶 B 羧肽酶 A 羧肽酶 B	分解蛋白质成为肽和氨基酸
脂解酶： 磷酸脂酶 A 胰脂肪酶 胆固醇酯酶	分解脂类 胆固醇酯化成为脂肪酸
核酸水解酶： 核糖核酸酶 脱氧核糖核酸酶	分解核酸
淀粉水解酶： 胰淀粉酶	分解淀粉
阳离子： 钠 (Na^+) 钾 (K^+) 钙 (Ca^{++}) 镁 (Mg^{++})	缓冲剂；辅因子；渗透调节因子
阴离子： 碳酸氢盐 (HCO_3^-) 氯化物 (Cl^-) 硫酸盐 (SO_4^{--}) 磷酸盐 (HPO_4^{--})	缓冲剂；渗透调节因子
蛋白质： 清蛋白 球蛋白	缓冲剂

例如：淀粉酶在分解复杂的碳水化合物分子之前要求 pH 值 6.9 左右和无机离子存在的环境。

肝 肝区包括肝、胆囊和胆管。

除了胰脏和唾液腺以外，肝是胃肠道的一个不可缺少的辅助器官。大部分吸收的营养通过门静脉从胃和小肠运送到体内最大的腺体（肝）。肝不仅在营养代谢和贮存方面起着重要作用，而且还形成一种在小肠中吸收脂类所必须的分泌液（胆汁）。肝的众多生理功能如下：

1. 胆汁分泌。
2. 有害化合物的解毒作用。
3. 蛋白质、碳水化合物和脂类的代谢。
4. 贮存维生素。
5. 贮存碳水化合物。
6. 血红细胞的破坏。
7. 血浆蛋白的形成。
8. 多肽激素的钝化。

9. 尿素的形成。

在消化和吸收中,肝的主要作用是产生胆汁。胆汁能够使饮食脂肪容易溶解和吸收,并且也能帮助排泄某些废物,如胆固醇和血红蛋白降解的副产物。胆汁的绿色是由血红细胞破坏的最终产物胆绿素和胆红素所引起的。胆汁中含有大量的盐分,这些盐是钠和钾与胆酸化合而产生的。有四种类型的胆酸:胆酸、脱氧胆酸、鹅脱氧胆酸和石胆酸。在小肠里胆盐与脂类结合生成微胶粒。微胶粒是甘油单酯和非溶解的脂肪酸的胶体复合物,它们经过了乳化和增溶以便于吸收。一旦形成微胶粒,脂类就能被消化成能通过小肠粘膜栅栏的产物(脂肪酸和甘油),并且进入淋巴系统。然而,胆盐并不与脂类一道转移,而是被肠再吸收,然后再被肝分泌出来。这种再循环过程叫做肠肝循环。

胆汁产生的量是非常不同的,饥饿的动物产生很少的胆汁,反之喂有高脂肪饮食的动物产生大量的胆汁,以便适应大量吸收脂肪的需要。在一般情况下,胆汁生成的量取决于以下几种因素:①血流;②一个人的营养状态;③饮食类型;④肠肝胆汁盐的循环。

许多动物(包括人类)的胆囊是贮存胆汁的场所。然而有几种牲畜和动物没有胆囊,如马、大白鼠、地鼠、鹿、麋、驼鹿、长颈鹿、骆驼、象、鸽子和斑鸠。

大肠 大肠由几层肌肉所组成。环形的肌肉层构成了结肠的主管,并且能促进运动。除这种肌肉层以外,还有三条纵向的肌肉形成了结肠带。这些条形肌肉在结肠中形成了一系列的小袋和小囊,它们被称做结肠袋。食物在这些囊状结构中使之利于去除水分。这样,粪便在一般情况下就呈现出结肠袋的形状。在结肠中可以找到大量的分泌粘膜的杯状细胞,但是在小肠中发现的那种类型的绒毛在大肠中是没有的。大肠不具有消化功能,所以通过大肠的运动也就远远慢于消化系统的其它任何部分。运动从胃到小肠末端需要30~90分钟,而通过大肠则需要1~7天。在结肠中有三种类型的运动:①结肠袋的收缩;②有力的蠕动;③排粪。

1. 结肠袋的收缩:这种类型的运动为食物提供了一种混合的作用,因此促进了从物质中吸收水分。这样的收缩运动遍布在结肠的各个部位,而没有沿着器官传递的相应波的运动。

2. 有力的蠕动:这种运动的波慢而强,推进食物从结肠中通过。

3. 排粪:当有力的蠕动移动粪便物质进入直肠时,产生了一种叫做排粪反射的反射反应。如果一个人松弛了肛门括约肌的肌肉,就开始了排粪的过程。然而如果收紧肛门括约肌,通常几分钟以后这种反射就消失了。

在大肠中含有以大肠杆菌占有绝对优势的大量细菌。这些细菌影响粪便的颜色和气味。在消化过程中没有起反应的食物可以通过细菌来进行改变或消化。这样,某些复杂的多糖或少量简单的碳水化合物如水苏糖(四碳糖)或棉子糖(三碳糖)被转化成氢、二氧化碳和短链的脂肪酸。没有消化的蛋白质残渣被细菌转化成为有气味化合物。此外,细菌能合成维生素K、生物素和叶酸;然而至今人们还不确切了解这些维生素的来源对每个人来说有多少或有多大的重要性。

吸收的过程 当各种营养被充分地消化以后,就开始几种形式的吸收。吸收的方式取决于营养物的化学性质和吸收的位置。实际上,在食物进入胃之前没有吸收,而且在胃里的吸收也只是很少量的。吸收大部分营养的主要场所是小肠,而在大肠主要是吸收水分和电解质。

吸收机理 在动物中已经发现营养吸收的几种机理。吸收机理取决于颗粒的物理体积、营养成分的化学性质以及吸收的位置。吸收的四个基本机理是:①扩散;②渗透作用;③主动运输;④胞饮作用。

1. 扩散:扩散的机理是溶剂分子扩展到能够到达的所有给定面积。如果有两种溶液用渗透膜隔开,其中一种溶液的化合物浓度或电荷浓度高于另一种溶液,那么就要产生扩散作用,这种扩散作用一直持续到两种溶液的浓度达到一致为止。

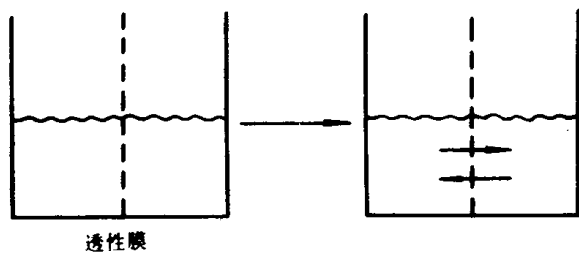
扩散的速度取决于所要吸收的颗粒的大小、形状、电荷和极性。

2. 渗透作用:渗透作用是扩散的一种形式,是水分子(溶剂)透过半透膜的迁移,这种半透膜只允许水分子通过,而不允许溶质通过。用这种膜分开的两种溶液朝着浓度相等的方向发展。因此,水就要从稀溶液中流向浓的一方,以此来平衡浓度。在这种情况下产生的推动力称为渗透压。而渗透的效应与原生质的胀度有关。如果溶液的浓度比原生质的浓度高,那么这种溶液就是高渗溶液;反之如果溶液的浓度低于原生质的浓度,这种溶液便是低渗溶液(见图7)。

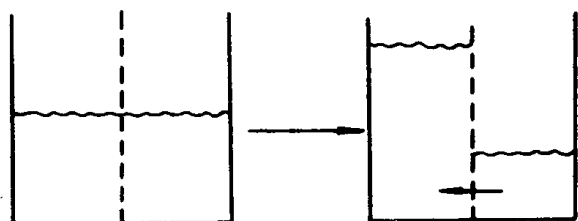
3. 主动运输:在扩散的过程中,没有能量的消耗。在许多情况下,某种营养成分必须要逆着浓度梯度(化学的或电荷的)的方向穿过膜,这个过程叫做主动运输,要消耗一定量的能量。扩散是使膜两侧的溶液浓度达到平衡,而主动运输是逆着浓度梯度进行。

如何完成主动运输过程的确切机理还不清楚,但是强有力的证据说明有载体系统的参与。据认为将被吸收的营养物与特定的膜结合的载体相结合,形成能推动营养物穿过膜的复合物。一旦营养物通过了膜,

载体和营养物质分开。图8解释了这个过程的基本原理。



简单扩散



半透膜

渗透作用

图7 当两种不同浓度的溶液用透性膜隔开时产生简单扩散；溶剂在两侧穿过膜的运动一直持续到两侧溶液浓度相同为止。用半透膜将两种浓度不同的溶液隔开时便发生渗透作用；而水溶剂的运动是单方向的。

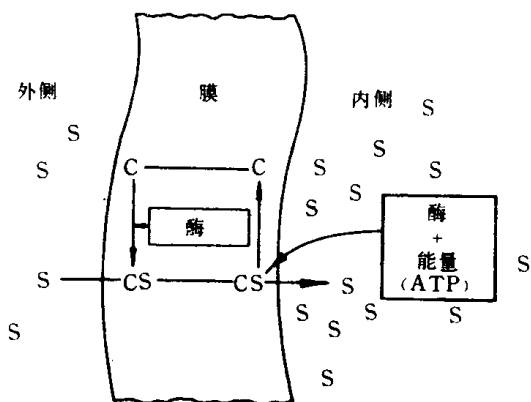


图8 主动运输：物质S进入膜的外侧表面，在酶的帮助下与载体C结合。在膜的内侧表面，需要能量和另一个酶的作用将S与C分开。然后C移回到膜的外侧表面，以便再与另外一个S相结合。

4. 胞饮作用：胞饮作用(胞饮)是通过细胞膜的内陷，而后部分膜溶解，将溶解的物质摄取到细胞内

的过程。这个过程能够使细胞吸收某些完整的脂类和蛋白质，这是新生动物从初乳中吸收抗体的关键因素。首先吸收的物质与细胞膜接触，然后膜内陷包围这些物质，一旦完全被包围，细胞膜便开始融合，并且内陷部分被溶酶体的酶所溶解而将全部物质释放到细胞里。小肠的吸收细胞就能采取这种机制履行吸收的功能。

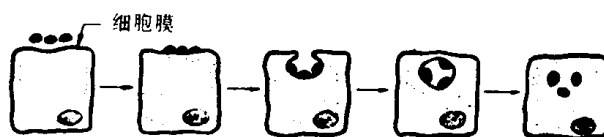


图9 胞饮(细胞饮食)作用的机理

营养载体 当营养成分被消化和吸收后，必须把它们运输到立即需要它们或贮藏它们的组织。淋巴和血液是吸收的营养物的主要运输介质。

淋巴 在肠道的膜内有淋巴毛细管网状组织。胆固醇、水、长链脂肪酸和某些蛋白质被淋巴系统抓住并经过一系列大的管最终被传送到心脏之前的静脉系统中。

因为新生动物的免疫系统还没有发育完好，所以尽快地从母体那里接受初乳是很必要的。通过摄取初乳，抗体从母体传送给新生体，使之获得对应激和疾病的一定程度的免疫力，将维持年轻的生命关键的最初几天。在新生儿中，许多抗体被完整地吸收并且通过淋巴系统进行运输。

血液 大多数低分子量(小分子)的消化产物是通过血液吸收和传递的。这些营养成分包括水、盐、甘油、氨基酸、短链脂肪酸、单糖和某些维生素，它们被吸收进入肠道的毛细管系统。这个毛细管网状结构将这些物质排入静脉系统，最后进入肝的门静脉，再从肝通向肝静脉，依次进入主系统静脉(腔静脉)。

营养素的化学消化和吸收 化学消化是将蛋白质、脂肪以及复杂的碳水化合物分子分解成为足够小的单位，以便能够从消化道里被吸收进入循环并被分配到体内的各个细胞中去。

在19世纪初有许多关于消化作用的理论被人们所接受。后来在19世纪20年代，发生了一件意外事故，这对于了解消化的过程具有重要的贡献。关于这次意外事故的结果于1833年由一位边疆地区的外科医生博蒙特(W. Beaumont)发表了。文章的题目是“胃液和消化生理学的实验和观察”。这项研究的对象是一名名叫圣·马丁(A. St. Martin)的加拿大船夫。

他偶然地被旧式步枪射伤。博蒙特叙述了这次事故：“子弹是从后面射入，方向是斜的，向前并向内，确实带出了像手那样大的一团肌肉和皮肤，引起骨折并且带出第六根肋骨的前半部，第五根肋骨也遭到了骨折，擦破了肺左叶的下部、膈膜，并且使胃穿了孔。”进行外科手术修补和治疗以后，在患者胃壁以及身体一侧仍然留有一个周长为6.25厘米的洞。博蒙特企图愈合这个伤口，但是失败了。而后，胃的各层自然隆起形成一种瘘管（一种异乎寻常的通道，从腹壁通向胃里），起着永久性瓣膜的作用。甚至在胃是很饱的状态下，这个瓣膜也能够阻止胃里的东西溢出，但是却很容易插入管子或另一些器具以便引入食物。用肉眼就可以观察到胃的内部。抓住这个极难得的唯一的机，博蒙特在1825~1833年期间进行了一系列的消化生理学的实验。在这个期间圣·马丁的身体正常而且健壮，并且他的食、宿都由博蒙特供给。

现在人们已经知道消化的过程主要是由一系列消化酶的作用完成的，不过机械作用如咀嚼以及搅拌也是重要的。酶是体内某些细胞所产生的有机催化剂，能在正常体温的状态下加速生化反应，酶在反应过程中并没有被消耗掉。当食物通过消化道时，所发生的化学变化大多数都与酶的活性有关。许多消化酶都是以非活化形式贮存，这种状态的酶叫做酶原。一旦被分泌到对消化有利的环境中，在一些激活剂如pH或另一些酶的作用下，这些钝化酶开始活化，履行它们特有的消化功能。表3概述了碳水化合物、脂肪和蛋白质的酶促消化。

基于这点，最终的消化和吸收活动最好是按营养素的一般分类，碳水化合物、蛋白质、脂类（脂肪）、矿物质和维生素来进行讨论。

碳水化合物 大多数碳水化合物的消化和吸收在小肠中进行，然而却开始于嘴。肠内酶如蔗糖酶、麦芽糖酶和乳糖酶能分解碳水化合物（麦芽糖、蔗糖、乳糖）成为单糖，然后被吸收。这些酶位于刷状缘的袢褶绒毛的细胞表面。当然，糖类消化成为单糖主要是葡萄糖和果糖，它们不需要再消化了。糖的吸收发生在小肠的十二指肠和空肠处。葡萄糖和半乳糖是通过主动运输的机制进行吸收，这种主动运输在某种程度上依赖于钠的主动运输。肠内含物的钠离子浓度对这个机制是重要的。当钠离子（ Na^+ ）浓度高时促使这些糖的迅速吸收，而 Na^+ 浓度低时吸收的速度就减慢了。某些戊糖（五碳糖）和另一些己糖（六碳糖）的吸收是通过扩散作用，这个过程比主动运输慢得多。图10简述了淀粉、乳糖和蔗糖的消化和吸收。

碳水化合物98%被消化。然而，这个数字只是对淀粉、蔗糖以及乳糖的消化而言，而不是指纤维性食物那类碳水化合物。虽然纤维含有大量多糖，实际上

表3 碳水化合物、脂肪和蛋白质的酶促消化

分泌源	酶	激活剂	底物 (被作用的物质)	催化功能或产物
唾液腺 (唾液)	唾液淀粉酶 (唾液素)	—	淀粉	产生糊精、麦芽三糖和麦芽糖
胃 (胃液)	胃蛋白酶 (胃蛋白酶原)* 凝乳酶**	HCl(盐酸) —	蛋白质 和多肽 蛋白	切断邻近芳香族氨基酸的肽键、凝固乳酪蛋白
胰脏 (胰液)	胰蛋白酶 (胰蛋白酶原)*	肠激酶	蛋白质 和多肽	切断邻近精氨酸或赖氨酸的肽键
	胰凝乳蛋白酶 (胰凝乳蛋白酶原)*	胰蛋白酶	蛋白质 和多肽	切断邻近芳香族的、大的疏水氨基酸的肽键
	弹性蛋白酶 (弹性蛋白酶原)*	胰蛋白酶	弹性蛋白质和某些其它蛋白质	切断邻近丙氨酸、甘氨酸或丝氨酸的肽键
	羧肽酶 (羧肽酶原)*	胰蛋白酶	蛋白质 和多肽	切断末端氨基酸
	胰脂肪酶 胆固醇酯酶	乳化剂 (胆汁)	甘油三酯 胆固醇 和脂肪酸	甘油二酯、甘油单酯和脂肪酸 吸收之前连接胆固醇和脂肪酸
	胰淀粉酶	Cl^- (氯离子)	淀粉	与唾液淀粉酶相同
	核糖核酸酶	—	RNA	核苷酸
	脱氧核糖核酸酶	—	DNA	核苷酸
	磷脂酶A (磷脂酶A原)*	胰蛋白酶	卵磷脂	溶血卵磷脂 (去掉一个脂肪酸)
小肠 (肠液)	肠激酶	—	胰蛋白酶原	胰蛋白酶
	氨肽酶	—	多肽	从肽切下末端氨基酸
	二肽酶	—	二肽	二个氨基酸
	麦芽糖酶	—	麦芽糖、 麦芽三糖	葡萄糖
	乳糖酶	—	乳糖	半乳糖和葡萄糖
	蔗糖酶	—	蔗糖	果糖和葡萄糖
	异麦芽糖酶	—	极限糊精	葡萄糖
	核酸酶和有关的酶	—	核酸	戊糖和嘌呤、嘧啶碱基
	肠脂酶	—	甘油单酯	甘油、脂肪酸

* 对应的酶原。

** 在婴儿和其它幼小动物体内存在。

纤维素是自然界最丰富的碳水化合物，是饮食的成分之一。纤维素由葡萄糖分子所组成，但是人体缺乏这种能够把纤维素分解成葡萄糖的酶。纤维素和另一些

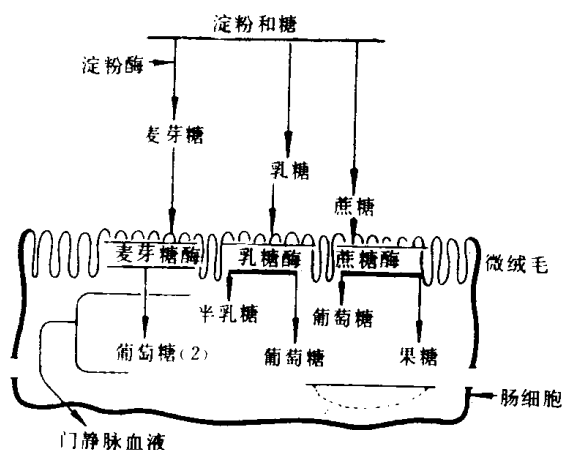


图 10 碳水化合物消化和吸收的概况

难消化的多糖提供了饮食和肠内含物的大部分。概括起来讲，这类碳水化合物叫做不可利用碳水化合物；而那些能够消化和吸收的碳水化合物叫做可利用碳水化合物。

消化的全过程取决于酶，它对所催化的反应有特异性。有趣的是，许多人缺乏能将乳糖（奶里的糖）转化为葡萄糖和半乳糖的乳糖酶，因此乳糖不能被消化和吸收。这样在摄取乳糖（奶）后就导致腹泻、胀饱和肠胃气胀（气体）。在大多数哺乳动物和许多种族的人中，出生时肠内乳糖酶活力是高的，在幼年时期便降低到水平，而在成年期仍保持低水平。在具有欧洲背景的人中，对乳糖不耐受的情况是不多见的；然而，在北美的黑人中则占72%~77%。

脂类 脂类（脂肪）主要是在小肠上部消化和吸收，但是在相当低的回肠部位也有相当量的吸收。脂肪不溶于水，因为体内的酶促反应在水溶液中才能发生，所以脂肪必须乳化后才能发生消化作用。从胆囊中来的胆盐在脂肪的消化中起两个作用：①起降低表面张力的去污剂的作用；②将脂肪球在水溶性微胶粒中被吸收之后的消化最终产物移去。去污剂的作用就是使肠的搅拌运动能将脂肪球打碎变成非常细小的乳化液颗粒（油水混合物），这样大大地增加了表面积，进而水溶性的脂肪酶就能进行反应。脂类由胆盐乳化之后，在十二指肠中与各种脂肪酶接触被分解成为甘油二酯、甘油单酯、脂肪酸和甘油。小于10~12个碳原子的短链脂肪酸直接被吸收进入小肠内层粘膜，并且被传送到肝的门静脉循环。那些甘油单酯和不溶解的脂肪酸被胆盐乳化成为微胶粒，再通过和上皮细胞

表面进行接触使得这些成分被吸收进入肠细胞。一旦进入细胞，长链脂肪酸经过再酯化（与乙醇和甘油相结合）形成甘油三酯。然后甘油三酯与胆固醇、脂蛋白或磷脂结合形成乳糜微粒即微细的脂肪滴。这些乳糜微粒经过绒毛的中心乳糜管进入淋巴循环系统，最终流入血液。当吃过含有脂肪的食物后约2~4小时，血液中的乳糜微粒循环的水平达到最高点，并且血液呈现混浊状态。在2~3小时内这种状态消失而沉淀在脂肪组织或肝中。

脂肪大约95%是可消化的。如果缺乏脂肪酶或胆汁，脂肪就不能被消化，而吸收更是不可能了，结果就会出现脂肪粪便或脂肪痢（见图11）。

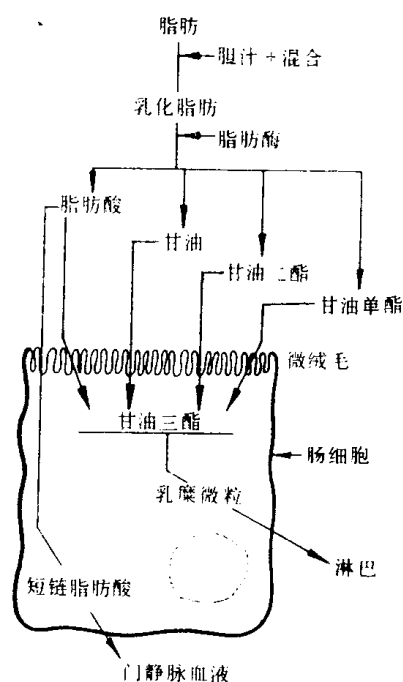


图 11 脂肪的消化和吸收

蛋白质 虽然蛋白质的消化在胃里就开始了，但是大多数的消化和吸收是在小肠中进行的。许多胰脏和肠道分泌的酶能够将蛋白质分解成为肽、肽以及多肽，最终成为组成蛋白质的氨基酸，进而被人体所吸收。据估计人类50%的消化蛋白质来自饮食，25%来自消化液中的蛋白质，剩下的25%来自胃肠道的脱落细胞。肠粘膜细胞的转换速度是相当快的，只需要1~3天，这样为再循环的蛋白质提供了一个很好的来源。来自饮食的蛋白质大约92%能够被消化，蔬菜蛋白质的消化率为80~85%，而动物蛋白质可达97%左右。

对于氨基酸的吸收还不是很清楚，但是已经知道与葡萄糖的吸收相似的有钠离子（ Na^+ ）参与的主动运输机制有关。在十二指肠和空肠部分氨基酸迅速地

被吸收，但是在回肠处吸收的能力却很弱。图12简述了蛋白质的消化和吸收。

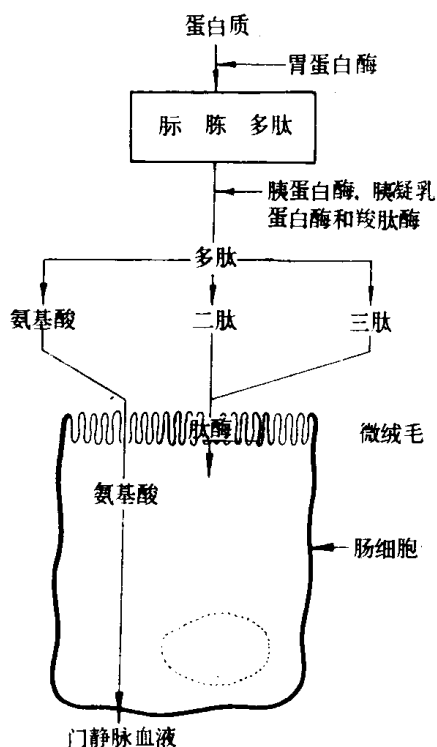


图12 蛋白质的消化和吸收

在新生动物中蛋白质的吸收是很有限的。这种吸收的机制（胞饮作用）促进将母体初乳中的抗体传给幼儿。此外，这样也给婴儿和某些成人在吃过某种食物后造成过敏反应。也许是，那些能够吸收整个蛋白质的人会引起抗体抗原反应，即一种过敏反应。

肠道内也含有消化核酸，即核糖核酸（RNA）和脱氧核糖核酸（DNA）的酶。胰核酸酶能够分解核酸成为核苷酸（嘌呤或嘧啶碱基、糖和磷酸），并且也能分解核苷酸成为核苷（嘌呤或嘧啶碱基和糖）和磷酸。然后这些核苷被分解成它们的组分：糖（戊糖）、嘌呤（腺嘌呤或鸟嘌呤）和嘧啶（胞嘧啶、尿嘧啶或胸腺嘧啶）碱基。这些碱基将以主动运输的方式被吸收。

矿物质和维生素 小肠和大肠的各个部位都可以吸收矿物质，吸收的速度取决于多种因素：pH、载体、饮食成分等等。关于矿物质吸收的许多机理已经得到了说明，如铁和钠是以主动运输的机制进行吸收的。另一些如钙的吸收则需要载体蛋白和扩散作用。而且，钙的吸收还需要维生素D；维生素C和E有利于铁的吸收。

大多数的维生素是在肠道的上部吸收；而维生素B₁₂是例外的，它是在回肠吸收。水溶性维生素吸收的速度快；但是脂溶性维生素的吸收依赖于脂肪吸收

的机理，而后者过程在一般情况下是慢的。

水 水可以自由地移动穿过消化道的膜，从消化道内面到消化道的内层细胞里面。水的这种运动是通过扩散作用和渗透作用。作为消化的产物糖、氨基酸和矿物质，主动被运输到肠道之外而产生渗透梯度，同时也引起水从肠内出来进入细胞。在大肠里，钠离子（Na⁺）很迅速地被泵出，随着离子浓度梯度的变化，水也被转移出来。水的移动量是相当大的，一个人每天吃的食物中的水分和进入消化道的消化分泌物中所含的水分总量大约是10,000~12,000毫升，而每天从粪便排出的水分量仅仅是150~200毫升。

消化道的控制 像人体的任何其它系统一样，对消化道功能进行控制就是要维持身体的现状。神经和激素对消化道起着调节和控制作用。

神经控制 恐惧、愤怒、刺激以及烦恼都对消化系统起着不良的影响；而想像、闻气味和看到食物的存在，则能引起消化所需要的分泌和运动。以上的两种情况是通过人体的神经和神经系统控制的。神经系统可以分成两个解剖系统，体躯神经系统和自主神经系统。体躯神经系统使得身体适应于外界环境的刺激。各种外界刺激，如接触，通过体躯神经系统中的特殊受体所感觉，进而引起相适应的反应。自主神经系统维持体内环境的稳定。就是这个神经系统对胃肠道进行调控。

自主神经系统可以进一步分为两个系统：①交感神经系统；②副交感神经系统。交感神经系统一般是与传统的“搏斗或追逐”的反应相联系的；而副交感神经系统一般是与协调正常活动相联系的。

当交感神经受到刺激时，在周围组织中需要大量的血，如骨骼肌。为了适应这种需要：血液从胃肠道分流出来，结果降低了消化能力。在这种情况下，唾液分泌多半会停止，嘴里变干，消化系统腺体的分泌受到抑制，同样整个消化道的蠕动也受到抑制。胃肠道的各种括约肌收缩以反应对于交感神经的刺激。

副交感神经系统受刺激使胃肠道的活动增强。在一般情况下，当胃肠系统处于静止状态和正常活动期间，副交感神经系统对胃肠系统起刺激作用。

了解交感神经系统和副交感神经系统的作用，就会知道某些药的作用。当遇到剧烈地腹泻时，常常用对交感神经有刺激作用类型的药物或者用能抑制副交感神经的药物来止泻。副交感神经的刺激剂经常被用来作为轻泻剂。

激素控制 作为化学物质的激素是由分布在全身许多无管的内分泌腺所分泌的。激素控制着体内的各

种功能。消化道的几个部位分泌激素，这些激素充当消化道的另外一些部位的化学信使，以控制消化作用的过程。在食物通过胃肠道时，这些激素的分泌是有很好的安排、协调进行的。目前许多种激素已经从胃肠道中被分离出来，并且它们的特性得到了说明。胃肠内分泌学是一个非常新的研究领域；目前正发现一些新激素并进行化学鉴定工作。表4列出了胃肠道激素，并且指出了产生的部位、释放的信号和功能。

表4 胃肠道激素*

激 素	来 源	释放的机制	生理功能
促胃液激素	胃粘膜的窦状部分、胰岛	胃膨胀；蛋白质和多肽的存在；乙醇；咖啡因；刺激迷走神经	刺激胃酸(HCl)和胃蛋白酶的分泌；刺激胃的运动
肠抑胃素	十二指肠	脂肪的存在	抑制胃酸(HCl)的分泌和运动
肠促胰酶肽--肠促胰酶素(肠促胰酶肽)	十二指肠	脂肪和蛋白质消化产物的存在	胆囊的收缩和胰酶的分泌
肠促胰液肽	十二指肠	酸和蛋白质的存在	刺激水溶性胰液(含有高浓度的碳酸氢盐)的分泌
促肠液激素	十二指肠	食糜的存在	增加含有肠液酶的分泌
肠绒毛促动素	十二指肠	食糜的存在	增进绒毛的收缩
胰高血糖素类似物免疫活性因子(GLI)	小肠壁	—	刺激胰岛素的分泌

* 已经有人提出另一些胃肠道激素的存在，但是还没有被证实。

一些非产生于胃肠道的某些激素也能影响消化作用。来自肾上腺皮质的糖皮质激素能够增加胃的分泌作用，然而由肾上腺髓产生的肾上腺素却抑制胃的分泌作用。甲状腺激素能够刺激肠道的运动。

影响消化和吸收的食物因素 大多数人认为某些食物是难消化的，而另一些食物是容易消化的，或者还有一些是令人不愉快的。在许多情况下，责任不能归咎于食物，而应该归咎于消化道的功能。然而，已经知道有一些食物因素可以改变消化和吸收，这些食物因素如下：

乙醇和咖啡碱 乙醇和咖啡碱二者直接对胃的内

层起作用并且刺激胃的分泌。为了这个目的，早在古代时期人们就知道应用乙醇。

纤维 没有经过精制的粮食制成的饮食以及含有大量纤维的饮食能够降低对蛋白质的消化能力，并且增加在粪便中丢失的蛋白质。

液体和精制食品 因为咀嚼能够增加酶作用的表面积，并且也是消化过程所必须的，这也说明一个道理，分得越细的食物越容易消化。某些食品加工可以将食物分成比咀嚼还要细得多的颗粒，例如果泥。液体也能通过消化道迅速地得到处理。脂肪食物，特别是和蛋白质混合在一起并大块地进入消化道，这样是很难消化，并且需要时间长。

螯合物 当一些有机分子与金属离子相结合的时候产生环状化合物，这样就形成了螯合物。这些螯合物与非结合的金属离子相比具有不同的可溶性。某些矿物质通过这种结合以后可能在胃肠道内更容易吸收，也可能更不容易吸收。叶绿素、细胞色素、血红蛋白、抗坏血酸(维生素C)、维生素B₁₂和某些氨基酸是几种天然螯合剂。最常用的合成螯合剂是EDTA(乙二胺四乙酸)。

肌醇六磷酸 肌醇六磷酸是肌醇的六磷酸酯。这种酸与阳离子(带有正电荷的离子)结合生成一种盐，这种化合物指的是肌醇六磷酸钙镁。在成熟的种子中，50%以上的磷是以肌醇六磷酸钙镁的形式存在。大量的研究表明：动物具有很强吸收肌醇六磷酸钙镁的能力。羊在分解肌醇六磷酸钙镁和吸收磷方面没有什么困难；而在狗和人类中，肌醇六磷酸可以与钙结合，因此使得钙不能吸收。

草酸 草酸是存在于某些多叶植物中的一种化合物，它可以妨碍钙的吸收。草酸与钙结合形成沉淀，从而使钙不能吸收。菠菜中含有大量的草酸成分，结果会与大量的钙结合。

消化道的机能障碍 虽然消化道的结构是比较简单的，但是在功能上却是复杂的。为了使消化和吸收正常地进行，各种体液和神经的机构就要在整个消化道中协调地运动。如果在消化器官中出现任何物理的或化学的障碍，整个消化过程就要被破坏而引起各种混乱。然而，也有一些是相当普通和一般的混乱，如呕吐、腹泻、胃炎、吸收不良和溃疡。

，呕吐 如果一种不合适食物进入了胃肠道，首先引起在食物附近粘液分泌的增加，同时引起返回到

嘴的收缩运动或者逆蠕动。这样能够使得食物从小肠的末端返回到胃里。这些食物返回到胃以后,这种刺激产生传到脑的神经冲动。这种现象称做恶心。如果这种感觉达到一定的强度,就引起呕吐反射。这个反射包括:①关闭进入气管的通道,②食道底部的胃与食道收缩肌松弛,③膈膜和腹部肌肉激烈地收缩,④胃的挤压反应。最终结果是胃里的内含物被驱逐到食道,然后从嘴溢出。

呕吐的产生原因是不同的,包括高烧、药物、运动呕吐、脑病、妊娠、肠梗阻、情绪烦乱以及消化道的病毒、细菌和寄生虫感染。

不断地呕吐是危险的,尤其是小孩,因为呕吐可以大量失去水和电解质。而且呕吐还可能被吸入而带来严重后果。

腹泻 腹泻就是频繁地排泄散的或多水的、不成形的粪便,它是一种急性或慢性混乱的症状,而它本身并不是一种疾病。厉害的腹泻可能是危险的,因为要丢失大量的钠、钾和水,结果造成脱水。

急性腹泻最普通的原因是沙门氏菌食物中毒。腹泻也是由志贺杆菌属细菌(痢疾杆菌)引起的痢疾的一种症状,而霍乱的腹泻是严重的。

慢性腹泻是许多种疾病的症状,包括肿瘤、寄生虫感染、腹腔疾病、溃疡性结肠炎、格雷夫斯氏病(突眼性甲状腺肿)、抗生素治疗以及情绪烦乱等。

胃炎 急性胃炎可能是最普通的胃病。胃炎是胃的内层发炎,是由各种不同的原因所引起,这些原因可以概括为一句话放任过度。某些特殊的情况如酒精、油腻的饭菜、多香料的食物、咖啡、浓茶、辛辣食物以及带有机械性刺激的食物(如爆玉米花)等吃得过多都可以引起急性胃炎。某些药物(阿斯匹林、磺胺、抗生素和奎宁)以及某些病毒和细菌的感染也会引起急性胃炎。能引起急性胃炎最普通的药物是阿斯匹林。没有食欲、胃灼热、上腹痛、恶心、呕吐、痉挛以及由于膨胀引起的不舒服等都是胃炎的一般症状。呕吐和(或)腹泻可去除刺激物并且常常治好了急性胃炎。另外一些方法可能纯属辅助性的。

吸收障碍 一种或多种营养成分的吸收发生障碍,此时便产生了吸收障碍。患有吸收障碍的人可以表现出不同程度的以下症状:①腹泻;②脂肪痢(脂肪腹泻),由于脂肪吸收遭到损害;③逐渐地体重减轻和消瘦;④腹部膨胀;⑤维生素和矿物质缺乏。引起吸收障碍的因素是不同的,但是一般可以归纳为七种类别:①心脏和血管障碍;②内分泌障碍;③没有足够的吸收表面;④消化不充分;⑤淋巴障碍;⑥缺乏吸收表面;⑦胆盐减少。治疗方法是尽可能地排除产

生吸收障碍的因素,补加维生素和矿物质以及调剂饮食。

溃疡 溃疡是一种开放型疮,是由于消化道抵抗胃蛋白酶和盐酸的消化反应能力降低而造成的。溃疡可以在胃蛋白酶和盐酸能够到达消化道的任何地方发生。然而,大多数溃疡发生在小肠的十二指肠开始部位和胃里。引起溃疡的原因目前还不十分清楚,但从生理学的角度看,已经知道是由于酸性胃蛋白酶的分泌和消化道内层组织的抵抗力失调而引起。另一些因素如化学品、遗传和情绪似乎也与溃疡的发生有关。

溃疡的特征症状是当饿的时候,上腹部疼痛,而通过吃东西能够得到缓和。

治疗的方法因人和严重程度不同而异,但是得了溃疡一般都要改变饮食、吃药和休息。

消化率(digestibility) 从消化道吸收并进入血流的那部分营养物所占的比例为消化率。它是消费的营养物与排除的营养物之差,以消费营养物的百分率来表示,大多数食物的消化率是90~95%。

(参见消化和吸收)

表消化率(digestibility apparent)

它是消化率的近似测定,测定摄入和粪便排出之间的差额,没有考虑到粪便中不是来自于未消化食物的那部分。例如,粪便含有消化道脱落的内层细胞、细菌和消化汁液的残余物。所以当测定真消化率时,必须考虑到这些因素。(参见消化和吸收)。

消化系数(digestion coefficient)

又称消化率系数,是指吃下的营养成分与排泄出的营养成分之间的差额,用百分率来表示。

基础代谢(basal metabolism)

下述情况下身体所消耗的能量:①人是醒着的,但身体和精神上完全处于休息状态;②在上次进食之后的12~16小时。而且,所处环境温度在舒适范围内(通常是21~27℃,以避免为适应环境身体升温或降温而额外做功。在这些条件下测出的能量消耗代表维持健康人生命所需要的最低能量。超过基础代谢所利用的额外能量叫做活动增量。(参见热量消耗)。

代谢(metabolism)

目录

细胞——功能的单位	11
参与代谢的营养素	15
碳水化合物	15
短暂代谢	17