

马骡便秘的

生理学基础

中国人民解放军兽医大学

马骡便秘的生理学基础

(参 考 书)

目 录

一、便秘的概述	1
二、肠机能与其疾病的关系	3
(一) 消化机能的概述	3
(二) 肠管的运动机能	13
(三) 大肠内的微生物消化	18
(四) 溶质和水的运动	20
(五) 大肠的机能性疾病	25
三、消化道的感觉与腹痛	29
(一) 消化道的一般感觉	29
(二) 内脏痛的特点与牵涉痛	30
(三) 致痛物质	33
(四) 腹痛产生的原因	35
(五) 镇痛作用及其原理	36
四、水、钠、钾、氯代谢及其紊乱	39
(一) 体液	40
(二) 水的进出情况	42
(三) 钠、钾、氯的代谢	48
(四) 便秘时的脱水	54
五、酸硷平衡及其紊乱	55
(一) 体内酸硷进出的情况	56
(二) 酸硷平衡的调节	57
(三) 便秘时酸硷平衡的紊乱	62

(四) 如何正确实施输液·····	63
六、解毒机能与自体中毒·····	72
(一) 体内毒物的来源·····	72
(二) 肝脏的解毒作用·····	73
(三) 氨的解毒·····	76
七、血液循环及其它机能的变化·····	78
(一) 心脏机能变化的基本理论·····	78
(二) 微循环及休克的发生·····	87
(三) 肾机能变化的基本知识·····	95
附 录	
一、功能单位及其换算·····	99
1、毫克%与毫当量/升·····	99
2、毫渗量/升·····	101
3、二氧化碳结合力·····	102
4、pH 值·····	103
二、马骡生理常数参考表·····	104

马骡便秘的生理学基础

一、便秘的概述

便秘主要是由于肠机能紊乱，使肠内容物不能顺利通过某段或某几段肠管，造成不完全或完全阻塞的一种腹痛病。中兽医称为结症之一。《元亨疗马集》中说：“结症者，实证也，停而不动，止而不行也。……料塞不通，遂成脏结之病。”此病常发于马骡，驴较少见。东北、华北、西北地区的马骡多发。据我校1971年病例统计，在480例胃肠性腹痛病中，便秘占47.5%；又据甘肃农业大学对甘肃部分地区十年（1950~1959年）中调查结果，在1,402例胃肠性腹痛病中，便秘占60.2%。这都说明马骡便秘的发病率比较高。如不早期给予正确治疗，就会使军马受到不应有的损失。

近年来，由于积极开展群众性的防治，便秘的发生已逐年减少，但在某些地区和单位，便秘仍然不断发生，应引起注意和研究。

正常情况下，肠内容物之所以能够在肠道内顺利通过，有赖于肠运动所产生的动力克服肠内容物通过肠道时的阻力。当某种病因发生后，使肠道阻力增加、动力减弱或消失，均可招致肠内容物停滞，继而阻塞肠腔，发生便秘。

便秘发生后，可引起肠壁结构和机能的变化以及全身机能紊乱。

停滞的肠内容物和腐败发酵产物，压迫和刺激该段或邻近

肠壁，通过肠壁神经丛，反射地引起前面肠段蠕动增强，消化液分泌增多；随着肠内容物和气体等愈集愈多，该段肠管就逐渐膨胀；又由于强烈刺激肠壁平滑肌，发生痉挛性收缩，或因牵引肠系膜而发生腹痛。

阻塞部位的肠壁因过度膨胀变薄，障碍血液循环，招致粘膜发炎，后期甚至坏死，肠壁穿孔。强烈刺激肠壁还可引起肠管的逆蠕动，特别是小肠便秘时常继发胃扩张。

总之，初期机体为了克服肠道阻力，加强分泌和蠕动，以便后送肠内容物，这本身就是一种适应性的反射活动。但由于克服不了肠道阻力，再加上腹痛的影响，病情将继续发展，肠的运动、分泌和吸收机能就会完全陷于紊乱状态。

对于全身机能来说，阻塞部位的前部肠管分泌增加，大量液体滞留于肠腔内，加上病马饮欲废绝和剧烈腹痛引起的全身出汗，可造成机体脱水和酸硷平衡紊乱。

停滞的肠内容物的腐败发酵以及坏死组织分解，都将有大量毒物被吸收，因而引起自体中毒。特别是大肠内容物长期停滞时，中毒现象更为明显。

腹痛可反射地使心搏加快，脱水将引起血液浓缩和血容量降低，都会加重心脏的负担，逐渐使之趋于衰弱状态。由此可见，便秘时，随着脱水和自体中毒的发展以及物质代谢的恶化，全身各种机能必将脱离正常生理状态。

上述消化机能和全身机能的病理变化，随着便秘的部位和程度的不同，有轻有重，病情的发展有快有慢。

综上所述，便秘的根本矛盾是肠运动所产生的动力克服不了肠内容物通过肠道时的阻力，并由此造成胃肠膨胀、腹痛、脱水、自体中毒、心脏机能衰弱和肠壁结构等变化。为了解便秘的发生发展，以便更好地研究防治，特将有关马骡发生便秘

的基本生理知识综述如下。

二、肠机能与其疾病的关系

马的肠管容积大，组成比较复杂，消化机能又常易发生紊乱。临床上肠疾患在胃肠病中，占很高的百分比，而且许多肠疾患由于肠的机能异常，常可引起明显的全身反应。

消化管的消化或吸收机能的紊乱，往往能使肠内容物等产生某些可预料的变化。如果能较好地了解正常的肠机能，这些预料的变化，就可提供胃肠疾病的发病部位和原因。

（一）消化机能的概述

1. 消化系统的组成及其特点

消化系统是由消化管和消化腺两部分所组成。消化管起始于口腔终止于肛门，中间包括咽、食管、胃、小肠和大肠；消化腺是分泌消化液的器官，它包括唾液腺、胃腺、胰腺、肝和肠腺（图1）。

马的消化管与其它种动物大不相同。其各部分的相对长度和相对容积比，见下表。

马消化管各部分的相对长度和相对容积（%）

部 位	胃	小 肠	盲 肠	结 肠
长 度		75	4	21
容 积	9	30	16	45（包括直肠）

马胃形态结构较复胃简单，容积较小。

小肠分为十二指肠、空肠和回肠三部分。其中空肠最长，

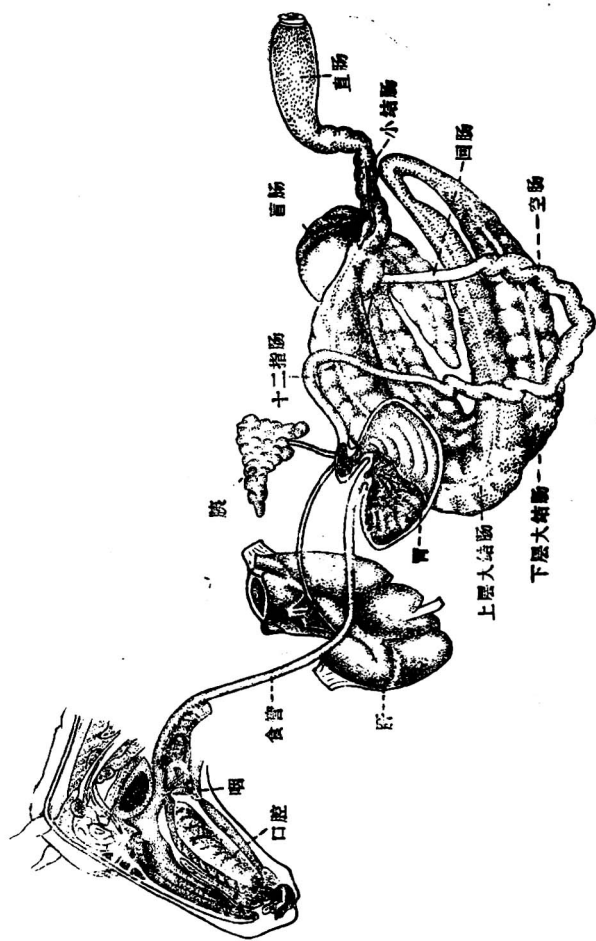


图1 马的消化系统模式图

它在延伸途中，形成许多的迂曲的肠袢，以长的肠系膜悬吊于第一、第二腰椎的下方，形如散开的扇状。因此空肠在腹腔内活动范围较大。这是在异常情况作用下，空肠较易扭转等的原因之一。

大肠容积大，分为盲肠、结肠和直肠三部分。盲肠特别发达，是逗点状的一个大盲囊，后缘隆凸叫大弯，前缘凹陷叫小弯。小弯处有两个口，一是回肠进入盲肠的口，叫回盲口；一是盲肠通结肠的出口，叫盲结口。这两个口处的粘膜形成皱褶，分别叫回盲瓣和盲结瓣。回盲口与盲结口相距很近，因而盲肠便秘时，常有少量稀软内容物从回盲口直接经盲结口进入大结肠。

结肠也特别发达，分为大结肠和小结肠。大结肠的形状象两个蹄铁重迭在一起，形成上下两层大结肠。下层大结肠始于盲结口，终于骨盆曲。起始部管径较大约 20 厘米，到骨盆曲时，其管径变细约 8 ~ 9 厘米。上层大结肠始于骨盆曲，止于小结肠。起始部管径最细约 6 厘米，到膈的后面时，管径逐渐变大约到 20 厘米，转移为胃状膨大部时，管径最大约 30 厘米。自此以后管径急剧变细，形成乙状弯曲，而移行为小结肠。上下两层大结肠之间，有短的系膜相互连接，骨盆曲的系膜较长约 15 厘米。左侧上下大结肠不附着任何器官，呈游离状态。因此，骨盆曲便秘时，容易变位甚或造成扭转。

小结肠借后肠系膜系于腰椎下面，于骨盆腔前口管径变细，移行为直肠。

2. 消化的方式

马骡采食草料后，通过口腔咀嚼，混合唾液，形成食团，吞咽入胃。食团在胃运动和胃液的作用下变成食糜，并有部分蛋白质分解为肽和胺，然后送到小肠。食糜中的三大营养物质

(除纤维素外)都被小肠运动和消化液(胆汁、胰液和小肠液)消化成可吸收的状态,随即被小肠吸收供机体利用;食糜中的水、无机盐和维生素等,可直接被肠管吸收。消化吸收后的残存食糜特别是纤维素即被送入大肠,经大肠运动和微生物的作用,纤维素发酵分解,形成低级脂肪酸而被吸收。剩下的残渣最后形成粪球,排除体外。由此看来,消化过程包括机械的、化学的和生物学的三种方式:

机械消化有赖于消化管各段的运动,其中包括咀嚼、吞咽、胃肠运动等。它的作用在于摄取和粉碎食物;使食物在消化管内移动;使食物与消化液充分混合;使消化产物与消化管充分接触便于吸收;使食物残渣从消化管末端排出体外等。

化学消化主要是指消化腺所分泌的酶和植物性饲料本身的酶对饲料的分解。它的作用在于将结构复杂的草料营养成分,分解为简单物质,如将蛋白质分解为氨基酸,多糖分解为单糖,脂肪分解为脂肪酸和甘油等。

生物学消化是由消化管内的微生物所参与的消化过程。它的作用是靠微生物和其所分泌的酶,既能撕碎饲料,又能使饲料发酵。这在草食动物消化纤维素的过程中,特别重要。

机械消化和化学消化,几乎同时发生在消化管各部,在机能上是互相依存而又互相制约的。没有机械消化,化学消化就不能充分发挥作用;没有化学消化,机械消化也不能完成消化过程。只有这两方面密切协调,才能使饲料从大块变成小块,从结构复杂的物质变成简单的物质,从消化管前端移到后端,使饲料与消化液充分混合,达到完全地消化和吸收,并把残渣排除体外。所以在饲养管理上和防治胃肠病上,都应注意维持这两方面的正常机能。但由于进入各段消化管饲料的成分和性质的改变不同,消化方式也有侧重。比如口腔消化以机械消化

为主，小肠消化以化学消化为主等。

3. 胃肠平滑肌的特性

胃肠运动是胃肠平滑肌活动的结果。要了解机械消化的规律，应先了解平滑肌活动的特性。胃肠平滑肌除具有肌肉组织所共有的基本特性外，还具有自己的特性。

平滑肌的膜电位 正常安静状态下，平滑肌膜电位约为 -50 微伏。化学介质的作用很易影响这种膜电位。肾上腺素可增高膜电位，使之达到 -70 微伏或更负一些，形成超极化状态，从而导致肌纤维的兴奋性降低，张力减弱。相反，乙酰胆碱可降低膜电位。当膜电位值降低到约 -40 微伏时，就发生动作电位。然后逐渐增加自发动作电位的速率，增强肌纤维的兴奋和张力。其他因素如温度剧变、缺氧以及胃肠膨胀时，均可使平滑肌的膜电位降低，引起肌肉的收缩加强。

节律性收缩 平滑肌离体后，放在适宜溶液中，能自动地进行节律性收缩，即使将它的内在神经丛除去，这种节律性收缩也不停止。这可能是由于平滑肌纤维的肌质内，存在着自身兴奋性的结果。也就是平滑肌细胞膜对 Na^+ 能过多渗透，自发地产生动作电位。每个动作电位恢复后不久，自身的兴奋又再次发生，如此往复，就形成了节律性兴奋和收缩。

紧张性 胃肠平滑肌能长期处于微弱的持续收缩状态，因而具有一定的张力或紧张性。即便离体的平滑肌，只要放在适宜的溶液中，也仍然存在持续的收缩。这就使胃肠保持了一定的形状和位置。紧张性收缩程度与重迭的节律性收缩完全不同。这可能是重复动作电位综合的结果，好象发生骨骼肌收缩综合一样。重复动作电位稀疏时，就会产生节律性收缩；重复动作电位迅速而连续发生时，就表现为强直收缩。

展长性 胃肠平滑肌具有明显的展长性。随着它的内容物

增多，其紧张性逐渐降低，以致可以被展长若干倍，而仍保持器官内的压力无明显变化。一旦它的内容物排出后，平滑肌缩短并恢复原来的张力。这种现象的发生，可能是平滑肌展时，肌肉内的肌动蛋白丝和肌凝蛋白丝产生不整齐的排列。过一段时间后，被拉长的蛋白丝重新组合，并逐渐能够发生动的过程，使平滑肌的张力恢复到原来的水平；平滑肌缩短发生相反的效应，即刻失去全部张力。又经过一段时间后，由于蛋白丝缓慢滑动的结果，就再次恢复张力。

4. 消化液的分泌及其一般原理

消化液是由唾液腺、胃腺、胰腺、肝和肠腺分泌的。

马的唾液腺一昼夜分泌唾液约 40 升，绝大部分是采食分泌的。唾液的主要成分是水，它含有碳酸氢钠和粘蛋白，此是一种透明而有粘性的硷性液体。正常时，它的量和质随饲料的性质而不同。饲料愈粗干，咀嚼愈多，分泌也就愈多。

马的胃腺连续不断地分泌胃液，一昼夜约分泌 10~30 升。胃液是无色透明的酸性液体，酸度约为 0.24%。它由水、盐酸酶（主要是胃蛋白酶）、粘液和少量的钾、钠、钙、镁、铁等化合物组成。它分泌的量和质也随草料的性状、气味而有变化。如喂普通干草时，胃液分泌就少，喂新鲜干草就分泌增多。

马的胰腺所分泌的胰液为无色透明的硷性液体，一昼夜连续分泌约 7~9 升。它含有水、无机物（以碳酸氢钠为多）有机物（主要是分解蛋白质、糖类和脂肪的酶）。胰液中含的种类较全面，且量多作用强，所以它是一种最重要的消化液，对营养物质的分解起着重要的作用。

肝脏连续分泌胆汁，一昼夜排出约 3~3.7 升。胆汁是绿色、硷性的粘性液体，含有水、胆色素、胆汁酸盐、胆固和碳酸氢钠等。其中胆汁酸盐对脂肪的消化具有重要意义。

小肠液是由十二指肠腺和肠腺分泌的，是一种混浊无色或淡黄色的弱硷性液体，一昼夜约分泌4~6升。它除含有粘液和脱落的肠上皮细胞外，主要含有肠肽酶、肠脂肪酶、麦芽糖酶、蔗糖酶、乳糖酶(幼驹含有)和核酸酶等，协同胰液分解营养物质。

大肠腺分泌硷性粘液。它的作用在于润滑粪便，保护肠粘膜；在于为细菌生长繁殖提供硷性环境。

消化腺的分泌都要受植物性神经的支配。一般地说，副交感神经兴奋时，有促进分泌的作用；交感神经兴奋时，作用不明显，或有轻微的促进作用。其中肠液分泌主要是肠内容对粘膜的机械性和化学性刺激所引起的，通过肠壁的内在神经丛的局部作用来实现。切除外来神经，并不影响这一作用。

消化腺分泌的体液调节，胃液、胰液、胆汁和小肠液都有。例如幽门粘膜和小肠粘膜产生的促胃液素，使胃液分泌增多；十二指肠粘膜产生的促胰液素和促胰酶素，使胰液分泌增多；胆汁酸盐和促胰液素等促进胆汁分泌和排出；促胰液素和促肠液素促进小肠液分泌。

那么，这些腺细胞是怎样形成分泌物和排泄到管腔的呢？它的基本原理虽然还不很清楚，但通过实验表明，腺细胞分泌可有如下一些过程(图2)：

腺细胞的细胞质包括有线粒体、内质网和高尔基小体等部分。线粒体含有许多重要的酶系，例如三羧循环酶系和氧化磷酸化酶系等。平时由于氧化磷酸化的作用，生成三磷酸腺苷(ATP)，并储存起来。在腺细胞分泌过程中，ATP分解放出大量能量，随同相应的营养物，在内质网内或表面合成酶蛋白。特别是依附在内质网上的核糖体，担负着酶蛋白的合成。

分泌物流经内质网的小管，进入细胞分泌末端邻近的高尔基小体的小泡内。在小泡内浓缩，形成分泌颗粒，并排入胞浆内。

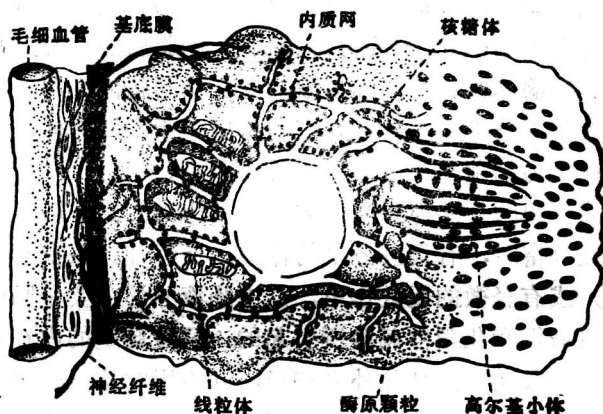


图 2 腺细胞分泌模式图

随着水的渗透，电解质主动运输到细胞底部。因为水和电解质两者流经细胞，于是就冲洗有机物质（主要是酶类）通过分泌表面而进入腺腔中。

以上是消化酶分泌的基本过程。至于胃粘膜壁细胞分泌盐酸的原理，更是不清楚。一般认为 H^+ 和 Cl^- 经过小管壁进入管腔内是主动运输的，而水则由于渗透而进入管腔，因而就形成了盐酸溶液。其分泌的原理，一般的设想如图 3 所示。

5. 各种营养物质的消化过程

饲料含有蛋白质、糖、脂肪、维生素、无机盐和水分等营养物质，其中维生素、无机盐和水分可以直接被血液吸收。

蛋白质在胃内经盐酸作用发生膨胀。一部蛋白质在胃蛋白酶的作用下，水解成为蛋白胨和蛋白胨。蛋白胨和蛋白胨以及在胃内未被消化的蛋白质到达小肠后，受胰蛋白酶和糜蛋白酶

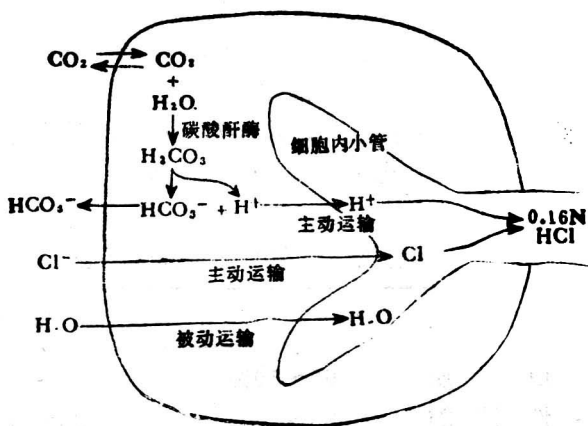


图3 胃腺壁细胞分泌盐酸示意图

的作用，水解成为多肽和少量氨基酸。多肽又经胰液的羧基肽酶和小肠液的肠肽酶水解成为氨基酸。氨基酸即可被小肠粘膜吸收而进入血液。由此看来，小肠是蛋白质消化和氨基酸吸收的主要部位，实验证明可消化吸收60~70%的饲料蛋白。

糖类物质在口腔和胃，除受饲料本身的酶作用以外，几乎不被分解。它达到小肠以后，受到消化液中的淀粉酶、麦芽糖酶、蔗糖酶和乳糖酶等的作用，饲料中大多数可溶性的糖类分解成为相应的单糖，而被吸收入血。饲料中的纤维素到达大肠后，在微生物的发酵作用下，分解为低级脂肪酸并被吸收入血。

脂肪在胃内消化很少，因为胃液中脂肪酶很少，而且活性较弱，只有部分脂肪变成乳化状态。到小肠后，脂肪受到胆汁酸盐的作用，乳化成微小颗粒。有的可直接被吸收进入淋巴；有的在胰、肠脂肪酶的作用下，分解成甘油和脂肪酸。大部分甘油和脂肪酸吸收后，在肠粘膜细胞内合成体脂肪，然后进入淋巴。小部分甘油和脂肪酸吸收入血。马没有胆囊，但并不妨

碍对脂肪的消化，成年马能忍受含脂肪至少达 18% 的饲料。有人报导含 9 % 玉米油的饲料，其中 90% 的脂肪可被消化。因此推断，小肠是脂肪消化吸收的主要部位。

总之，饲料通过口腔、胃、小肠和大肠后，绝大部分营养物质得到消化和吸收。营养物质的消化部位和吸收的百分比列表如下。

营养物质消化部位和吸收的百分比表

营 养 物 质	小 肠	结 肠 和 盲 肠
蛋 白 质	60~70%	30~40%
可 溶 性 糖 类	65~75%	25~35%
纤 维	15~25%	75~85%
脂 肪	主要的*	
钙	95~99%	1 ~ 5 %
镁	90~95%	5 ~ 10%
磷	20~50%	50~80%
维 生 素	吸收*	吸收*
水		主要的*

* 没有具体的百分比，只是可能。

饲料通过消化管的时间，随饲料的质和量、采食次数、运动量多少和精神状况而有不同。据我校测定马平均为 65~72 小时。

6. 消化系统各部分机能的相互关系

消化系统作为一个整体来讲，各部分的相互关系是很密切的。如饲料的咀嚼和吞咽，可反射地引起食管以下消化器官的运动和分泌增强；食物入胃后，可反射地加强小肠及盲肠的运

动；酸性食糜进入小肠，可促进胰液、胆汁和小肠液的分泌。这说明了消化系统前部器官对后部器官的影响。而前部器官的活动也随着后部器官的活动情况而发生相应的变化。如十二指肠的扩张或受到消化产物和酸的刺激时，都能抑制胃的运动和胃液的分泌，扩张回肠也可使胃运动减弱，延缓胃的排空等等。

由于消化系统各部分是互相联系的，我们就不能孤立地看某个局部，因为局部性的东西是隶属于全局性的东西的，然而全局性的东西，不能脱离局部而独立。任何一个局部消化活动，不管它多么重要，如果脱离了整体，就不可能实现其机能。同样任何一个局部机能如果发生了障碍，必将影响到整个消化机能，这是局部与整体的辩证关系。如果胃肠消化不好时，也可反射地引起口腔的保护性反射。病畜的舌苔增多，食欲减退等就是这种反应。

正常机体的舌部，有一层薄而白的舌苔。现代医学认为舌苔的产生，主要是舌背前三分之二部的丝状乳头，有轻微不断地生长能力，其乳头末梢分化或角化完全或角化不完全的角化树，其间隙内填有脱落的角化上皮、唾液、细菌、食物碎屑及渗出的白细胞，因而组成薄润的正常舌苔。在正常情况下，经常被唾液和饮食物的冲刷，保持了薄而白的舌苔。当疾病时，不仅丝状乳头变成细长，积聚大量脱落上皮、细菌、白细胞及食物残渣，而且此时有消化系统机能异常，副交感神经活动由兴奋转为抑制，交感神经由抑制转为兴奋，于是唾液腺只分泌少量而粘稠的唾液，被复于乳头之间，形成厚的舌苔。从而使食欲减退，胃肠得以安静，有助于消化机能的恢复。如果时间过长，就会在细菌的作用下，腐败发臭。

（二）肠管的运动机能

为了更好地研究和分析大肠的运动机能，我们认为大、小肠合并一起讨论较为有益。

1. 肠运动的形式及其调节