

畜牧兽医领导干部学习班试用教材

家畜生理学

西北农学院

畜牧兽医系家畜生理学课组

43

编 写 说 明

本教材是为农业部干部训练班西北农学院班畜牧班编写的。家畜生理学暂定85学时。在编写时，既按照教学计划的要求，又尽量照顾学员的实际情况，因此，在内容上除了着重讨论本课程的基本理论、基本知识外，还适当反映该学科的一些新内容和新进展，在文字上力求通俗易懂，便于自学。

本教材共分八章，顺序是绪论、消化与吸收、血液、血液循环、呼吸、泌尿、内分泌和神经系统。

本教材由家畜生理学课程组几位教师分工编写，其中绪论、消化与吸收由于子清编写，血液、血液循环、呼吸、内分泌由樊敬庄编写，泌尿、神经系统由陈发林编写，插图由编者本人分别绘制，由于时间仓促，编者水平有限，本教材中的缺点错误在所难免，希望指正。

编 者

1981年12月

第一章 绪 论

生理学是研究生物体机能活动规律的科学。按照研究对象的不同,大体分为微生物生理学、植物生理学、动物生理学和人体生理学。家畜生理学是动物生理学的一个分支学科。

第一节 家畜生理学的研究任务、内容和方法

一、家畜生理学的研究任务

家畜生理学是研究畜体机能活动规律的科学,是畜牧学和兽医学的重要基础理论学科之一。

畜体的机能就是整体及组成整体的系统、器官所表现的生命现象或生理活动,如血液循环、呼吸、消化、排泄、肌肉运动等等。家畜生理学的任务就是阐明这些生理机能活动发生的原理、发生的条件以及各种生存环境变化时对这些机能的影响,从而认识畜体及其各部分机能活动的规律,掌握和运用这些规律,为发展畜牧业和兽医临床的防治疾病实践服务,以达到畜产品,如肉、奶、脂、毛、皮等尽快丰富起来,一方面满足人民日益增长的物质生活的需要,另一方面为发展工业提供更多的原料。

二、家畜生理学的研究内容

家畜的结构与机能是非常复杂的。历来生理学家总是根据条件和条件,从不同角度提出问题,对畜体生理机能活动进行研究。就研究内容来看,可分为三个不同水平。

(一) 整体水平的研究:

从畜体整体角度为出发点,来研究畜体与其生存环境之间的对立

统一关系，以及体内各系统机能活动之间的关系。当畜体的生存环境发生变化时，畜体通过其调节系统，在结构上和机能上都发生相应地协调性变化，这个变化过程对畜体来说，称之为“整合”。例如鞭击畜体而奔跑时，在神经和体液系统调节下，使其心搏和呼吸快而强。

(二) 器官、系统水平的研究：

整体生理机能活动是建立在体内各系统、各器官机能活动协调配合的基础之上的。为了阐明整体生命活动的规律，必须研究体内各系统、各器官机能活动的特性，这些机能活动是如何发生和发展的，要求哪些条件，受哪些因素影响，在整体生命活动中起什么作用等。例如动物活动时，心搏和呼吸的变化固然是整体水平研究的课题，但进一步分析研究心脏是怎样射血的，空气是怎样进出肺的，这一类的生理学的内容都属于器官、系统水平研究之列。

(三) 细胞、分子水平的研究：

各器官、系统是由结构上和机能上具有不同特性的细胞组成的，因此，各器官、系统的机能特点是由组成它们的细胞生理特点决定的。每种细胞的生理特点是与组成细胞的各种物质的理化特性及其变化过程密切相关。对于细胞膜及细胞器机能的研究，对于组成细胞的主要物质——蛋白质、核酸、脂肪、糖及无机离子运动变化的研究等，都属于细胞及分子水平的研究。

从细胞分子水平的研究出发，才能阐明各种细胞的生理机能特点，才能为器官系统生理学及整体生理学的研究提供深入细致地理论依据。例如，要认识心脏机能特点的内在联系，只有对心肌细胞的机能特点，心肌收缩和舒张过程中的蛋白质变化以及重要离子运动规律了解之后，才能得到阐明。

三、家畜生理学的研究方法

畜牧学的发展和兽医学的临床实践固然是家畜生理学知识来源的一个重要方面,但精确的生理学知识必须来自对生命现象的客观观察和科学实验。在进行客观观察和科学实验过程中,首先要解决方法问题,因此,生理工作者曾利用许多学科的知识而采用了多种多样的实验方法,总起来说,可分为急性和慢性两大类实验方法。

(一) 急性实验方法:

急性实验方法又分活体解剖法和离体器官组织法。所谓活体解剖法,是在动物处于麻醉状态下或破坏动物脑或中枢神经系统的条件下,进行活体解剖,暴露出要观察的器官,进行实验研究。所谓离体器官组织法,是从活着或刚处死的动物体内摘出所需要的器官组织,置于人工的环境中,保持其生理机能,进行观察实验研究。例如离体心脏的活动、神经肌肉标本生物电现象的观察研究等。上述两种方法的实验过程的持续时间不能太长,实验动物常常不能继续存活,因此,将这两种实验方法称为急性实验方法。这种方法的优点在于实验条件比较单纯,易于控制,能对实验对象较为详细地观察分析,故又称之为分析法。但其缺点是不一定完全能够反映整体情况下该器官的机能活动。

(二) 慢性实验方法:

慢性实验方法是以完整健康的动物为实验对象,如心电图和脑电图等,或者在动物身上预先进行无菌的生理外科手术,把要研究的器官移植到体表或导向体外,例如将隔离小胃移至体表经瘘管导向体外,待伤口愈合后,来研究胃液分泌活动。这样的动物可供长时间观察研究。因此,将这种方法称为慢性实验方法。在慢性实验方法所要研究的器官或系统,是在同一动物的其他器官系统保持正常联系和相互作用

用下的机能活动。所以，慢性实验方法又称为综合法。由此获得的生理学知识是符合整体活动规律的。但是，这种方法往往难以解决急性方法所能解决的课题。其中原因之一是由于实验时机体的情况及其所处的环境因素都比较复杂，因而只有控制了机体和其环境多方面的因素之后，才能得出可靠的结论。

生理科学工作者必须根据研究的任务、对象和条件来选择适当的实验方法，同时要了解所采用的实验方法的局限性，才能对实验结果作出正确的分析和评价。

生理学实验大都是在小型实验动物（蛙、鼠、兔、猫、犬）身上进行的，所取得的生理学机能活动规律性的知识有助于理解和阐明家畜生理机能活动规律。从这个意义上来看，由实验动物获得的生理学知识是家畜生理学的重要组成部分。

第二节 生命活动的基本特征

家畜的生理机能活动，是以一切生物机体所共有的生命基本特征为基础的。生命的基本特征有新陈代谢、兴奋性、适应性以及生物电。

一、新陈代谢

所谓新陈代谢，就是生物机体与其生存环境进行物质和能量的交换，以及物质和能量在机体内的转化过程。新陈代谢是生命的基础，新陈代谢一停止，生命便随之停止。

二、兴奋性

生物机体感受到周围环境条件变化而引起反应的能力或特性，称为兴奋性或应激性。兴奋性是以新陈代谢为基础的。把引起机体反应的各种环境条件变化统称为刺激。机体接受刺激而发生反应表现为两

种形式：一种是由静息状态变为活动状态，或者是由原来活动较弱变为活动较强的状态，称为兴奋；另一种是由原来活动较强变为活动较弱的状态，或者是由原来活动状态变为静息状态，称为抑制。刺激引起机体是兴奋反应还是抑制反应，除了与机体当时所处的机能状态有关外，还与刺激性质和作用时间密切相关。

三、适应性

生物机体能随着它所处的环境变化而发生相应的机能变化，从而使机体同环境之间经常保持着动态平衡。这种能力或特性称为适应性。适应性是以兴奋性为基础的。从效果上看，机体对于环境变化而发生的反应，既有利于机体生存的一面，又有不利于机体生存的一面，如果不利于生存，机体将受到危害以至于灭亡。在生物进化过程中，适应性的发展对于生物种族的生存和发展起着关键性的作用。在高等动物和人，主要由于神经和内分泌这两个调节系统高度的发展，使得适应性更为完善。例如冷环境能刺激机体新陈代谢加强，从而提高了产热量，并引起皮肤血管收缩，从而减少散热，热环境刺激，便引起皮肤血管舒张，大量出汗或热喘息，从而加速散热。通过这两方面反应，使机体的体温保持相对稳定，能很好地生活在冷或热的环境中。

第三节 机体生理机能的调节

畜体处在大气环境中，气温、湿度和气压等条件差异很大，有些地区的这些条件变化非常急剧，但由于畜体具有一整套的调节机构，能够不断地调节机体生理机能活动的水平。畜体机能活动随环境改变而应变有两个特点：一是畜体机能的应变一般是与环境变化相适应；二是机能活动总是作为一个整体来实现的，即体内各器官、各系统的机能活动是密切配合、相互协调的。这就提示，机体机能调节方式是

很复杂的。现将几种主要的调节方式扼要地简述于下：

一、神经调节

神经调节是高等动物和人体内最主要的调节方式。中枢神经系统通过传入神经纤维与机体内外感受器相联，通过传出神经纤维与肌肉、腺体等效应器相联，这就是神经调节的结构基础。例如食物（饲料）进入口腔后，不仅引起咀嚼肌运动和唾液分泌增加，同时还引起胃肠道肌肉运动和消化腺的分泌活动，为食物进入胃肠后继续消化做好准备。这就是由于食物进入口腔，刺激舌和口腔粘膜的感受器，通过传入神经将感受器兴奋所激发的神经冲动传到中枢神经系统的食物中枢，再由兴奋的食物中枢发出神经冲动，通过相应的传出神经纤维分别传到这些效应器，引起咀嚼肌、胃肠肌舒缩运动和消化腺的分泌活动。神经系统通过这种方式进行调节的例子很多，如气温高时引起皮肤血管舒张，气温低时引起皮肤血管收缩，强光使瞳孔缩小，弱光使瞳孔放大，运动时导致心搏和呼吸加快加强等。这些例子说明，在中枢神经系统参与下，机体对内外环境的刺激发生具有适应意义的应答性反应，这种神经调节过程，称为反射。

反射是在机能和结构完整的反射弧中进行的。按照兴奋传导的顺序，反射弧是由感受器、传入神经纤维、中枢神经、传出神经纤维和效应器五个环节组成的（图 1—1）。这五个环节中的任何一个在机能上或结构上受到损坏，反射都不能实现。

高等动物和人的反射活动进一步分为非条件反射与条件反射两类。非条件反射是生来具有的，能够遗传，反射弧比较固定，因此，当受到刺激时就显示出有规律而刻板式的反应。非条件反射是简单的而且是基本的反射。非条件反射的反射中枢往往位于中枢神经系统的低级部位，因而它是一种低级的神经调节方式，我们前面谈到的例子都是

非条件反射。条件反射则与此不同，它是后天获得的，不具有遗传性，是中枢神经系统高级部位——主要是大脑皮层参与的，因而是高级神经的调节方式。但是条件反射是在非条件基础上建立起来的反射活动。例如，在动物实验中，狗吃食时引起唾液分泌，这是非条件反射，如果在进食前出现铃声，而且使铃声与进食结合一段时间，经过这样铃声与进食重复结合若干次以后，单有铃声而不伴有食物出现也能引起唾液分泌，说明铃声已经获得了食物的信息，建立起了铃声的唾液分泌条件反射。这铃声已由原来的无关刺激转变成条件刺激。通过建立条件反射，可使大量无关刺激转变成预示着某些非条件刺激出现的信息，使机体对环境条件的变化预先有所准备，因而能及时作出适宜的反应，这就使机体对环境的适应性大大增强了。

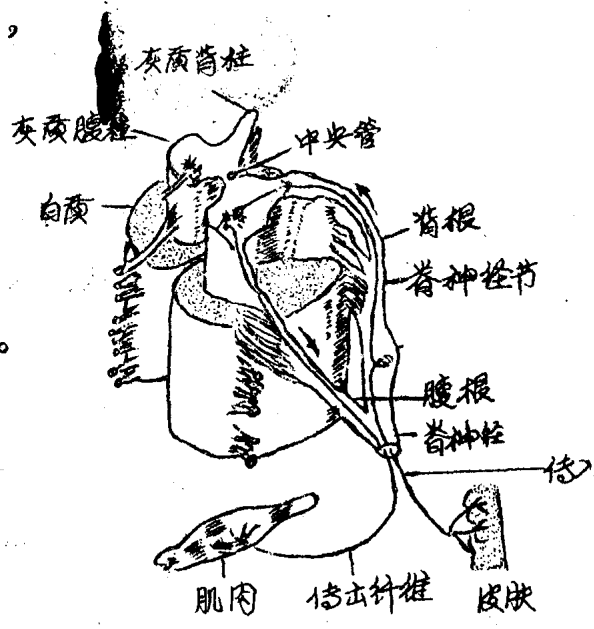


图 1—1 反射弧及其组成部分示意图

二、体液调节

家畜各种内分泌腺和内分泌细胞能分泌多种激素，经血液循环运到全身各部的靶细胞，调节机体的代谢、生长发育和生殖等重要的基本机能。因为激素主要是通过血液循环运输的，所以称这种调节方式为体液调节。大多数内分泌腺和内分泌细胞直接或间接受中枢神经系统的调节，在这种情况下，可将体液调节看成神经调节的一个环节，故又称之为神经—体液调节。

除激素外，组织细胞的某些代谢产物含量增加时，可引起局部血管舒张而加大血流量，使蓄积的代谢产物较快被清除。这是一种局部性体液调节。

体液调节的特点是：作用的出现比较缓慢，作用的范围较大，作用的持续时间较久。因此，大体上说，体液调节适应于缓慢而持久的反应，神经调节适应于快速的反应。神经调节与体液调节对大多数效应器机能活动来说是相辅相成的。

三、反馈调节

自从工程技术领域发展起来的自动控制论，很快地利用来解释生理学的调节过程。自动控制论除了注意到控制部分发出的信息来改变被控制部分的状态，同时也注意到被控制部分发出的信息，不断地送回到控制部分来调节控制部分对被控制部分的影响，才能达到精确的程度。这种被控制部分送回到控制部分的信息，称为反馈信息。按照反馈信息的效果，可将反馈联系分为两类：如果反馈信息效果是抑制控制部分的活动，称为负反馈；若是反馈信息效果是加强控制部分的活动，称为正反馈。在正常畜体内，负反馈调节方式是大量存在的。具体例证将在后面章节阐述。

第二章 消化与吸收

第一节 概述

一、消化的意义

动物在进行新陈代谢的过程中，除了需要和环境进行气体交换外，还需要从外界摄取各种营养物质，作为机体生长发育、繁殖、修补破损组织、维持活动及体温的物质和能源。营养物质主要来自饲料（食物）。

饲料中的营养成分包括蛋白质、脂肪、糖类、维生素、无机盐和水。除维生素、无机盐和水通过消化管可被直接吸收为机体利用外，蛋白质、脂肪和糖类都是分子结构复杂的有机物，不能被直接吸收为机体利用，必须先经在消化道内经过分解，变成结构简单的小分子物质，才能透过消化道粘膜的上皮细胞进入血液循环，供机体组织利用。饲料在消化道内的分解过程，称为消化；饲料经过消化后的分解物，透过消化道粘膜的上皮细胞而进入血液和淋巴的过程，称为吸收。消化和吸收是两个紧密联系的过程。

消化道对饲料的消化有两种形式：一种是通过消化道的肌肉运动，将饲料磨碎，使饲料与消化液充分混合，并将食糜向消化道尾端推送。这种消化方式称为机械性消化。另一种消化方式是通过消化腺分泌含有酶的消化液来完成的，各种消化酶能分别对蛋白质、脂肪和糖类等物质进行化学分解，使之成为可被吸收的小分子物质，这种消化方式，叫做化学性消化。这两种方式的消化作用是互相配合的。此外，还有共生在草食动物消化道（前胃与大肠）中的细菌和纤毛虫，这些微生物对饲料兼有机械和化学两种消化作用。

二、细胞内消化与细胞外消化

单细胞动物，如瘤胃中的纤毛虫，直接由其生存的环境中摄取食物进入细胞，在细胞中酶的作用下进行消化，称之为细胞内消化或简称为胞内消化。随着动物的进化，体内出现了消化道和消化腺，消化腺分泌消化液，通过腺导管进入消化管腔，使食物便在消化管腔中进行消化，这种消化称为细胞外消化或简称胞外消化。高等动物和人虽属胞外消化为主，但还保留着胞内消化的遗迹，如白细胞的吞噬作用与某些细胞的胞饮作用。胞外消化的食物量大为增加，消化率也达到更高级的程度，这对高等动物具有重要的生物学意义。

三、消化道平滑肌的特性及神经支配

在整个消化道中，除食道上端和肛门末端是骨骼肌外，其余部分都是由平滑肌组成的。消化道平滑肌与骨骼肌比较有以下特性：

(一) 消化道平滑肌的特性：

- 1、兴奋性低，潜伏期长，收缩和舒张缓慢。
- 2、伸展性大，胃、肠可容纳比它们原体积大好几倍的食物。
- 3、紧张性高，使胃、肠能够保持一定形状和位置。
- 4、自动节律性运动，平滑肌离体后，置入适宜的环境中，仍能进行良好的节律性运动。
- 5、对化学、温度和机械牵拉刺激反应敏感，对电刺激不敏感。

(二) 消化道平滑肌的神经支配：

消化道平滑肌都受副交感神经和交感神经双重支配，支配消化道的副交感神经主要来自迷走神经，只有远端：肠的副交感神经支配是盆神经。副交感神经的节前纤维进入消化管壁后，先与管壁内节后神经元发生突触联系，而后由神经节发出节后纤维支配消化道的平滑肌。

以及粘膜内的腺体。支配消化道的交感神经发源于脊髓的第5胸节至第8腰节，在腹腔神经节和肠系膜下神经节交换神经元，节后纤维分布在消化道管壁上（图2—1）。

副交感神经兴奋时使胃肠运动加强，回盲括约肌和肛门内括约肌舒张；而交感神经兴奋时使胃肠运动减弱，回盲括约肌和肛门内括约肌收缩。

——副交感神经系统

-----交感神经系统

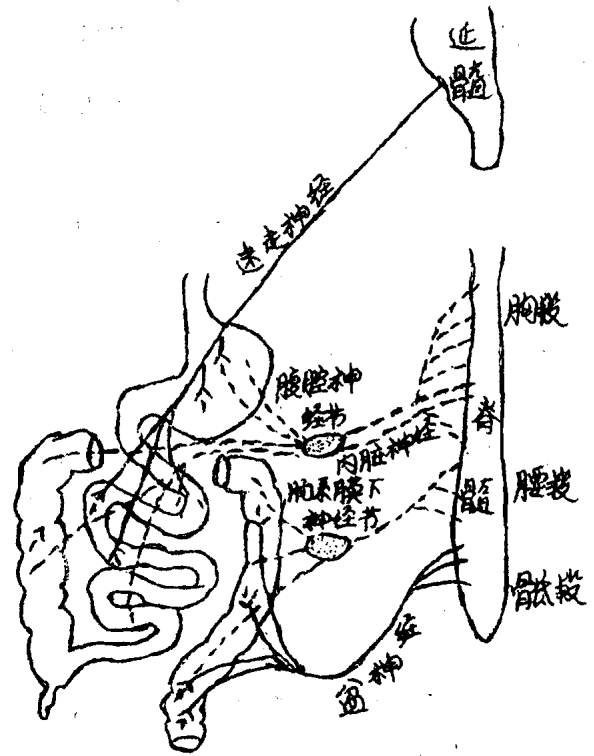


图2—1 胃肠的神经支配示意图

第二节 口腔内消化

口腔内消化是指动物依靠唇、齿、舌以及头颈部肌肉的牵引将食物送入口腔，经过咀嚼并混入唾液而形成食团，然后吞咽。

一、咀嚼与吞咽

咀嚼是食物在口腔内被牙齿粉碎的过程。草食性动物要比肉食性动物的咀嚼时间长。咀嚼是由咀嚼肌节律性舒缩来牵引下颌上下左右前后移动，导致牙齿研磨粉碎食物，还有舌和颊部肌肉协同活动来完成的。反刍动物摄食入口咀嚼虽不充分而吞咽，但经过一定时间后，

前胃中食物经逆呕重新回到口腔，仔细再咀嚼，再混入唾液，再吞咽。

吞咽是指食物由口腔经咽和食道到达胃的全过程。是一个复杂的反射活动。形成食团后，由于舌的运动使食团在舌背上沿着硬腭和软腭推向咽部，刺激咽部感受器，引起一系列的反射性肌肉收缩，使软腭上举关闭鼻咽道；舌根后移挤压会厌软骨翻转封闭气管，产生呼吸暂停，食道舒张并接近咽部，接着咽部肌肉收缩，将食团挤入食道；当食团进入食道后，引起蠕动波出现，食团前的食道舒张，食团后的食道收缩，将食团移向胃端（图2-2、图2-3）；当食团到达食道末端时，引起胃的贲门部括约肌反射性舒张，接纳食团入胃。

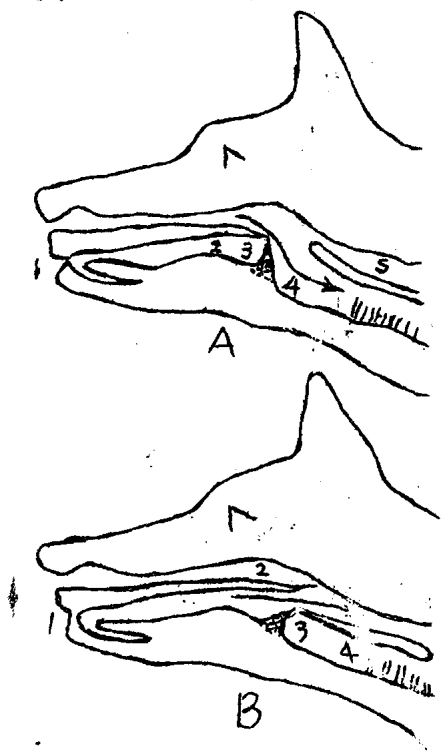


图2-2 吞咽动作模式图

A、静息时；B、吞咽时。

1.口腔；2.软腭；3.会厌软骨；
4.喉头；5.食道。

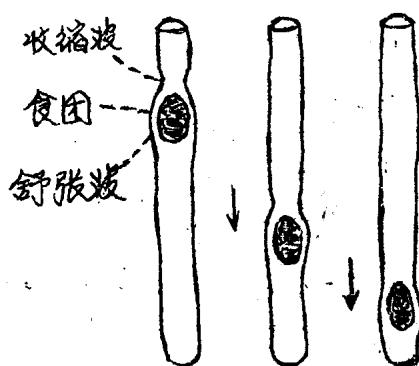


图2-3 食道蠕动推动食团前进

二、唾液腺及其分泌活动

高等动物和人的唾液腺是由腮腺（耳下腺）、颌下腺（下颌腺）、舌下腺三对大唾液腺以及分散在舌和口腔粘膜小唾液腺组成的。由这些唾液腺所分泌的混合物，称为唾液。

（一） 唾液腺的部位及其特点：

腮腺位于耳前颊部内，属于浆液腺，分泌不含粘蛋白的稀唾液。腮腺导管开口于上颌第四臼齿前的粘膜上。颌下腺位于下颌角内面，舌下腺位于口腔底部粘膜下面，此二腺体都是由分泌浆液的浆液细胞与分泌粘蛋白的粘液细胞组成的混合腺，它们的导管都开口于舌系带旁边，有时二导管开口合并。分布在口腔粘膜的小唾液腺多半为混合腺，单纯粘液腺不多。

（二） 唾液的性质与组成：

唾液为无色略带粘性的液体，比重约为 $1.001\sim 1.009$ ；PH值因畜种不同而异，猪为 7.32 ，狗和马为 7.56 ，反刍动物为 8.2 ，人为 $6.6\sim 7.1$ 。

唾液含有大量水分，约占总量的 $98.5\sim 99.4\%$ ，唾液中所含的有机物和无机物共达20余种。有机物中主要有粘蛋白、球蛋白、糖蛋白、氨基酸、尿素、尿酸、溶菌酶；人和有的动物（猪）还含有 α -淀粉酶；无机物中有钠、钾、钙、镁、硫氰酸、重磷酸、氯、重碳酸等离子；此外还有氨、氧、氮和二氧化碳等气体。

（三） 唾液的作用：

唾液中大量水分可以湿润食物利于咀嚼，溶解食物中的可溶性成分而产生味觉，冲洗口腔中的有害物质；粘蛋白促进食团形成并对食团吞咽起到润滑作用；溶菌酶有一定的杀菌能力，动物舌舔伤口基于此理；中和胃酸，特别是反刍动物的唾液中和瘤胃内由于微生物发

酶所产生的有机酸，对于维持瘤胃内 PH 值稳定具有重要意义，有些动物（猪、兔等）和人的唾液淀粉酶能分解淀粉为糊精和麦芽糖，另一些汗腺不发达的动物，如狗和水牛，在气温高时分泌大量稀唾液，借助喘息对水分蒸发来散热以维持体温稳定。

（四） 唾液分泌的调节：

当分布在口腔粘膜中的化学、机械和温度感受器受到刺激时，引起反射性的唾液分泌。传入神经存在于舌神经（沿第 V 对）、鼓索神经（沿第 VII 对）、第 IX 和第 X 对脑神经，将感受器传来的神经冲动传到延髓的唾液分泌中枢并使之兴奋，该中枢再将兴奋冲动沿传出神经传到唾液腺，引起腺细胞分泌唾液。支配唾液腺的传出神经是交感神经和副交感神经。交感神经是由第 1~3 胸椎发出，行至神经节交换神经原，节后神经原发出的纤维到达各唾液腺。支配唾液腺的副交感神经来至延髓而分为两枝，一枝是第 VII 对脑神经分出的鼓索神经在下颌神经节交换神经原，节后神经纤维支配颌下腺和舌下腺，另一枝是第 IX 脑神经分出小浅岩神经，在耳神经节交换神经原，节后神经纤维支配腮腺（图 2-4）。

食物进入口腔引起唾液分泌是一种非条件反射活动。食物是非条件刺激，在与非条件刺激紧密结合的条件，如食物的形状、气味，甚至饲养员都可引起相应的唾液分泌，后面的这些条件刺激引起的唾液分泌，就是条件反射。

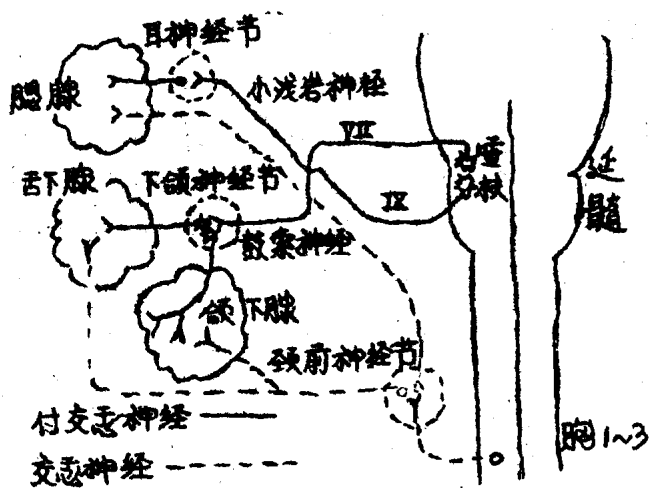


图 2-4 唾液腺的神经支配模式图

第三节 胃内消化

口腔食团经吞咽入胃，开始胃内消化。胃是消化器官中的袋状膨大部分，具有暂时贮存和消化食物的功能。因此家畜和人每日进食数次。进食后经过胃内机械性和化学性消化，形成食糜以少量的方式逐次经幽门向十二指肠中输送。

一、胃的形态结构

胃接食道入口处称为贲门，与十二指肠相接处称为幽门。胃的形态和胃内粘膜的腺体分布因动物种别有所不同。肉食性动物（猫、狗）胃的容量较小，整个粘膜几乎都含有腺体；草食性动物（马）胃的容量较大，粘膜无腺区增大，反刍动物（牛、羊）的胃分四室，不仅容量更大；而且前胃粘膜都是无腺区；杂食性动物（猪）胃的容量和粘膜腺体区居于肉食性与草食性动物之间（图2—5）。

胃腺由三种细胞组成，即壁细胞、主细胞和粘液细胞，分别分泌盐酸、胃蛋白酶原（幼小动物还有凝乳酶）和粘液。一般所称的胃液就是这三种细胞分泌的混合液。另外，胃粘膜还分泌一种与维生素B₁₂吸收有关的内因子物质。幽门腺区还有一种分泌胃泌素为“G”细胞。

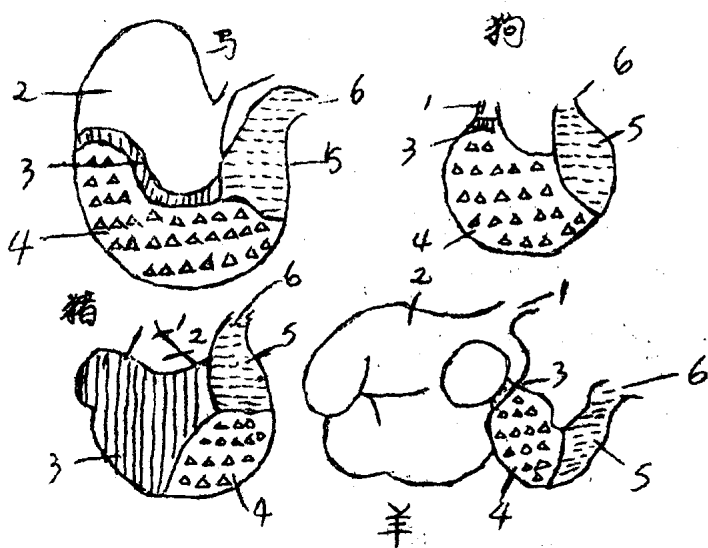


图2—5 各种家畜胃粘膜分区

- 1.食道；2.胃的食道膨大部（或前胃）；
- 3.贲门腺区；4.胃底腺区；5.幽门腺区；
- 6.十二指肠。