

大连医科大学 2017 年全国硕士研究生招生初试

705 动物生理学考试范围

《动物生理学》是生命科学领域重要的基础学科。它是一门阐明动物机体生命活动原理的一门科学。在考察时注重考察动物生理概念、动物生命活动现象的过程和机理、动物各器官和系统的联系，同时能够运用动物生理学的知识分析生命活动的现象，做到融会贯通、学以致用。具体考试范围如下：

第一章、生理学概念

一、动物生理学概述

(1) 动物生理学的概念

研究健康动物机能活动及其规律的科学。

(2) 动物生理学的研究水平

细胞和分子水平的研究；器官和系统水平的研究；整体水平的研究。

(3) 动物生理学的研究方法

1、急性实验

在体实验（活体解剖实验）和离体实验（离体器官实验）

2、慢性实验

二、生命活动的基本特征

(1) 新陈代谢

生物体与周围环境之间的物质交换和能量交换，以及体内的物质转化和能量转化过程，称为**新陈代谢**。包括异化作用和同化作用，是生命活动的最基本特征。

(2) 兴奋性

兴奋性：动物有机体在内外环境发生变化时，机体内部的新陈代谢将发生相应的变化，机体的这种特性称为**兴奋性**。或细胞受到刺激后，具有产生动作电位的能力。

刺激：能够引起机体新陈代谢改变的各种因素称为**刺激**。

将机体应答刺激所产生的变化称为**反应**。反应的表现形式：**兴奋和抑制**。

兴奋：机体由相对静止或活动较弱的状态，转变为活动的或活动增强的状态的过程，称为**兴奋**。

抑制：机体由活动状态转变为静止或活动较弱的状态的过程。

(3) 适应性

机体能根据内外环境的变化调整体内各种活动，以适应变化的能力称为**适应性**。

适应分为生理性适应和行为性适应。

新陈代谢是基础，外界环境通过兴奋性、适应性，改变代谢过程，维持正常生命活动。

(4) 生殖

生物体生长发育到一定阶段后，能产生和自己相似的子代个体，这种功能称为**生殖或自我复制**。

生殖是一切生物繁殖后代、延续种系的一种特征性活动。

三、内环境、稳态和生物节律

(1) 内环境和稳态

体液：动物体内所含的液体，占体重 60%。包括细胞内液（2/3）和细胞外液（1/3）；细胞外液包括血浆（1/4）和间质、淋巴液、脑脊液（3/4）。

细胞外液最根本的特点是其组成成份和数量相对恒定。

内环境：细胞外液。

稳态：内环境化学成份和生理特性保持相对稳定的生理学现象称为稳态。

内环境的相对稳定则是维持正常生命活动的必要条件。

(2) 生物节律

生物体内的各种功能活动常按一定的时间顺序发生变化，如果这种变化能按一定时间规律周而复始地出现，叫做节律性变化，这类变化的节律称生物节律。

四、机体功能的调节

(1) 神经调节

在中枢神经系统的参与下，通过反射活动对内外环境变化做出的应答性反应，称为神经调节。

其基本过程是反射，反射是指在中枢神经系统的参与下，机体对内外环境变化所作出的规律性反应。

反射的结构基础为反射弧，包括五个基本环节：感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器。

神经调节的特点：快速、精确、短暂，具有高度的整合能力。

(2) 体液调节

体液调节就是机体内某些特定的细胞，能合成并分泌某些具有信息传递功能的化学物质，经体液途径运送到特殊的靶组织、细胞，作用于相应的受体，对靶组织细胞活动进行的调节，称为体液调节。

体液调节的特点：缓慢、广泛和持久。

神经-体液调节：参与体液调节的内分泌激素多数直接或间接受神经系统控制，所以体液调节实质上成了神经调节传出途径中的一个环节，这类调节称为神经-体液调节。

(3) 自身调节

当内外环境发生变化时，机体器官、细胞的功能可自动发生适应性反应称为自身调节。

自身调节的特点：较为简单，幅度小，但对功能稳态的维持仍然十分重要。

五、动物体内的控制系统

(1) 非自动控制系统

开环系统，体内较少，应激反应时出现。

(2) 反馈控制系统

反馈：由效应器（受控部分）发出反馈信息调整控制部分活动的作用称为反馈。

根据反馈信息的作用效果，反馈可分为正反馈和负反馈。

负反馈：反馈信息抑制或减弱控制部分活动的称为负反馈。体内较常见，有利于机体的稳态。

正反馈：反馈信息促进或加强控制部分活动的称为正反馈。有利于活动的进行，打破稳态。

(3) 前馈控制系统

条件反射

第二章 细胞的基本功能

一、细胞膜的物质转运功能

(1) **简单扩散：**指脂溶性物质由膜的高浓度侧向低浓度侧扩散的现象。

(2) **易化扩散：**非脂溶性或脂溶性小的物质，在特殊膜蛋白质的帮助下，由高浓度一侧通过细胞膜向低浓度一侧扩散的现象。

以载体为中介的易化扩散（或载体运输）和以通道为中介的易化扩散（或通道运输）

根据通道门控机制的不同，分为电压门控性通道、化学门控通道和机械门控通道。

(3) **主动转运：**是指细胞通过本身的耗能过程，将某些物质的分子或离子由膜的低浓度一侧向高浓度一侧转运的过程。

根据 ATP 来源的直接和间接方式，主动转运分为原发性主动转运和继发性主动转运。

简单扩散和易化扩散合称被动转运。

(4) 入胞和出胞作用

入胞作用：指细胞外的大分子物质或团块进入细胞内的过程。

吞噬：固体；胞饮：液体

出胞作用：指细胞把大分子或固块物质由细胞内向外排出的过程。

二、细胞的信号转导

主要的转导方式：离子通道型受体介导的跨膜信号传导；由 G 蛋白耦联受体介导的跨膜信号传导；由酶联型受体介导的跨膜信号转导。

三、细胞的兴奋性和生物电现象

(一) 兴奋性

1、**概念**：细胞受到刺激后能产生动作电位的能力 (特性)。

2、**兴奋性的变化周期**：绝对不应期、相对不应期、超常期和低常期。

3、刺激与反应的关系

刺激性质与反应：适宜刺激和不适宜刺激。不同细胞有不同的适宜刺激，同种细胞不一定只有一种适宜刺激。

刺激强度与反应：阈刺激、阈下刺激和阈上刺激。兴奋性越高，所需的刺激强度越小，膜电位变化的速度也越快，机体以神经细胞兴奋性最高。

阈刺激：能引起细胞兴奋或产生动作电位的最小强度刺激。

阈电位：是细胞产生动作电位的临界值。刺激引起的去极化必须达到这个程度，才能产生锋电位。

阈下刺激与局部兴奋：刺激强度小于阈值的刺激，不能引起细胞产生动作电位，但可产生局部兴奋。

阈上刺激：刺激强度大于阈值的刺激。

“全或无”现象：无论何种性质的刺激，只要达到一定的强度，在同一细胞所引起的动作电位的波形和变化过程都是一样的；并且在刺激强度超过阈刺激后，即使再增加刺激强度，也不能使动作电位的幅度进一步加大，这个现象称为“全或无”现象。

引起反应的刺激三要素：性质、强度和作用时间。

(二) 细胞的生物电现象

细胞的生物电有两种表现形式：静息时—静息电位；受刺激时—动作电位

1、**静息电位 (RP)** 或膜电位：细胞未受到刺激时存在于细胞膜两侧的电位差，表现为外正内负。**极化**：静息状态下外正内负的状态称为极化。

2、**动作电位 (AP)**：细胞受刺激兴奋时，细胞膜原来的极化状态立即消失，并在膜的内外两侧发生一系列电位变化，这种电位变化称为动作电位。

去极化：细胞受到刺激后，膜内原有的负电位迅速减小、消失；**复极化**：去极化后，膜内电位向极化状态恢复；**超极化**：膜内负值进一步增大时称为超极化。

动作电位的构成：包括锋电位和后电位，锋电位由上升支和下降支组成。后电位包括负后电位和正后电位。

锋电位：构成动作电位主体部分的脉冲样变化；**后电位**：下降支最后恢复至静息电位以前，膜两侧电位还有缓慢的波动。

3、**生物电产生的机制**：静息电位是钾离子的平衡电位，是由钾离子外流所致；动作电

位的上升支是钠离子的平衡电位，钠离子内流所致；下降支是钾离子的平衡电位，钾离子外流所致；后电位是依赖 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 泵将钠、钾恢复到静息时膜两侧的离子分布水平。

（三）动作电位的传播

有髓纤维：跳跃式传导；无髓纤维：局部电流学说。

四、骨骼肌的收缩功能

（一）骨骼肌的收缩形式

等长收缩和等张收缩。

当骨骼肌受到一次短促的刺激时，可发生一次动作电位，随后出现一次收缩和舒张，称为**单收缩**。

当骨骼肌受到频率较高的连续刺激时，可出现以这种总和过程为基础的强直收缩。如果刺激频率相对较低，总和过程发生于舒张期，就会出现不完全强直收缩；提高刺激频率，使总和过程发生于收缩期，就出现完全**强直收缩**。

在生理条件下，支配骨骼肌的传出神经总是发生连续的冲动，所以**骨骼肌的收缩都是强直收缩**。

（二）骨骼肌收缩机制

1、**肌细胞的微细结构**：粗肌丝由肌球蛋白组成。肌球蛋白的头部形成横桥，横桥的功能：横桥可以和细肌丝上的肌动蛋白分子呈可逆性的结合；横桥具有 ATP 酶的作用，可以分解 ATP 供能；细肌丝由肌动蛋白、原肌球蛋白和肌钙蛋白组成；肌动蛋白和肌球蛋白称收缩蛋白，原肌球蛋白和肌钙蛋白称调节蛋白。

2、**肌细胞收缩机理**：肌丝滑行学说

（三）骨骼肌兴奋-收缩耦联

以肌膜的电变化为特征的兴奋过程和以肌丝滑行为基础的收缩过程之间的中介过程称为兴奋-收缩耦联； Ca^{2+} 在耦联过程中起了关键性作用。

第三章 血液

一、概述

（一）**血液组成**：血浆和血细胞

（二）**血细胞比容**：压紧的血细胞在全血中所占的容积百分比。

红细胞比容或红细胞压积(PCV)：100 毫升血液中红细胞所占的容积百分比。

（三）**血浆渗透压**

渗透压：促使纯水或低浓度溶液中的水透过半透膜向高浓度溶液中渗透的力量。

血浆渗透压包括晶体渗透压和胶体渗透压。

晶体渗透压：晶体物质(80%来自 Na^+ 和 Cl^- ，99.5%)

胶体渗透压：胶体物质（主要是蛋白质，0.5%）

等渗溶液：与细胞质和血浆渗透压相等的溶液。如生理盐水（0.9%NaCl）、5%葡萄糖等。

高渗溶液：大于细胞质和血浆渗透压的溶液。

低渗溶液：小于细胞质和血浆渗透压的溶液。

等张溶液：能使细胞形态和大小不发生改变的等渗溶液。

1.9%的尿素、生理盐水、5%葡萄糖、3.8%柠檬酸钠或枸橼酸钠

（四）血液的酸碱度

血浆 pH 7.35~7.45，血液 pH 能经常保持相对恒定，主要取决于：

1、**血液缓冲物质：**血浆： $\text{NaHCO}_3/\text{H}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$ 、蛋白质-钠/蛋白质，其中 $\text{NaHCO}_3/\text{H}_2\text{CO}_3$ 起着非常重要的作用。生理学中将血浆中 NaHCO_3 的含量称为血液的**碱储**。血细胞： KHb/HHb 、 $\text{KHbO}_2/\text{HHbO}_2$ 、 $\text{KHC}_3/\text{H}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{K}_2\text{HPO}_4/\text{KH}_2\text{PO}_4$ 。

2、**其它器官酸碱调节：**排出 CO_2 ，调节血浆中 H_2CO_3 （呼吸），排出酸性物质，收回 NaHCO_3 （肾脏）。

（五）血量

血量：机体内的血液总量。

循环血量：循环系统中不断流动的血量部分。

储备血量：常滞留于肝、脾、肺和皮下血窦、毛细血管网和静脉内的血量。

循环血量和储备血量间保持着交换和平衡。

（六）血浆的化学成分及其功能

血浆组成：水、低分子物质、蛋白质、 O_2 、 CO_2

血浆包括 90~92%的水和 8~10%溶质，溶质有 2~3%无机盐和小分子有机物、5~8%血浆蛋白（清蛋白、球蛋白、纤维蛋白原）。

功能：维持血浆胶体渗透压；构成组织蛋白的原料；作为运输载体；免疫性抗体；参与凝血和纤溶过程。

二、血细胞生理

（一）红细胞（RBC）

1、生理特性

（1）膜的选择通透性

（2）渗透脆性

溶血：当血浆渗透压低于 RBC 渗透压时，RBC 吸水渐涨大，终将破裂释放出血红蛋白，这一现象称溶血。

渗透脆性：RBC 在低渗溶液中抵抗破裂溶血的特性。对低渗溶液的抵抗力大，脆性小；对低渗溶液的抵抗力小，脆性大。

（3）悬浮稳定性

悬浮稳定性：RBC 能较稳定地悬浮于血浆中不易下沉的特性。常用红细胞沉降率来表示

(血沉)

血沉: 一定时间(通常用在第一小时末)内 RBC 在血液中下沉的距离。

影响悬浮稳定性的因素: 血浆中球蛋白、纤维蛋白原和胆固醇含量增加, 红细胞叠连增加, 血沉加快; 当血浆中白蛋白和卵磷脂含量增多时, 红细胞叠连、沉降减慢。

2、功能: 气体运输功能; 酸碱缓冲功能

3、红细胞的生成

生成部位: 骨髓; 原料: 蛋白质和铁, 缺乏造成营养性贫血; 促进发育和成熟的因子: 维生素 B₁₂、叶酸、铜离子。前两个缺乏造成巨幼红细胞贫血; 生成的调节: 促红细胞生成素、雄激素

(二) 白细胞

分类: 粒细胞(嗜中性粒细胞、嗜碱性粒细胞、嗜酸性粒细胞)、单核细胞和淋巴细胞

1、特性: 变形、游走、趋化性(白细胞具有趋向某些化学物质游走的特性)、吞噬和分泌

2、功能: 参与免疫反应

(三) 血小板

1、特性: 黏附与聚集、吸附与释放、收缩

2、功能: 生理性止血; 参与凝血; 参与纤维蛋白溶解; 维持血管内皮的完整性。

三、血液凝固

血液凝固: 血液由液体状态凝结成血块的过程, 其本质是血浆中可溶性纤维蛋白原转变为不溶性丝状纤维蛋白, 并网罗血细胞形成血块的过程。

凝血过程: 凝血酶原激活物的形成; 凝血酶的形成; 纤维蛋白的形成。

凝血时间: 从血液流出血管到出现丝状纤维蛋白所需的时间。

正常时血液能保持液态原因: 血管内壁光滑, 凝血因子不被激活, 血小板也不黏附聚集; 体内存在着抗凝和纤维蛋白溶解机制。

抗凝系统: 血浆中有多种抗凝物质, 称为抗凝系统。包括抗凝血酶 III、肝素、蛋白质 C。

纤维蛋白溶解: 血液凝固过程中形成的纤维蛋白被分解、液化的过程。

参与纤溶的物质: 纤维蛋白溶解酶原(纤溶酶原)、纤维蛋白溶解酶(纤溶酶)、纤溶酶原激活物与抑制物, 构成了纤维蛋白溶解系统。

纤溶酶原激活物: 包括血管内激活物、组织激活物、血浆激活物。前两者主要指血管内皮细胞和各种组织合成的组织型激活物, 如尿激酶。血浆激活物指有关的凝血因子, 如 XIIa 起到纤溶作用。

纤溶抑制物: 纤溶酶激活物抑制剂-1、补体 C₁ 抑制物、 α 2-抗纤溶酶、 α 2-巨球蛋白和抗凝血酶 III 等。

所以, 凝血、抗凝血、纤溶是三个密切相关的生理过程, 以保让血流正常运行。

四、抗凝和促凝措施

(一) 抗凝

去钙离子法(草酸钾和草酸铵、柠檬酸钠、乙二胺四乙酸钠(EDTA))、脱纤维法、肝素、双香豆素。

(二) 缓凝

低温、光滑面

(三) 促凝

粗糙面、适当提高创面温度、维生素 K

四、血型

血型的定义: 红细胞膜上特异性抗原的类型; **红细胞凝集:** 血型不相容个体的血滴混合时, 其中的红细胞凝集成簇, 这种现象称为红细胞凝集。本质是抗原-抗体反应。

抗原: 凝集原; 抗体: 凝集素。

输血前要做交叉配血试验。

交叉配血主侧: 把供血者的红细胞与受血者的血清进行配血试验;

交叉配血次侧: 把受血者的红细胞与供血者的血清进行配血试验;

如两侧均为阴性, 配血相合, 可进行输血; 主侧阴性, 次侧阳性, 别无选择条件下, 可输血, 但输血速度要慢, 量不能太大; 两侧均为阳性, 配血不合, 不能输血。

第四章 循环

一、心脏生理

(一) 心脏泵血功能的评定

1、**心输出量:** 一次心跳一侧心室射出的血液量, 称每搏输出量; 每分钟一侧心室射出的血量, 称每分输出量, 简称心输出量, 等于心率与每搏输出量的乘积。

2、**射血分数:** 搏出量占心室舒张末期容积的百分比, 称为射血分数。

3、**心指数:** 每平方米体表面积每分钟的心输出量。

4、**心力贮备:** 心输出量随机体需要而相应增大的能力。形式: 输出量和心率贮备。

(二) 心脏泵血功能的调节

心输出量取决于心率和每搏输出量, 机体通过对心率和每搏输出量两方面的调节来调节心输出量。包括前负荷(指肌肉收缩以前所遇到的阻力或负荷)、后负荷(指肌肉收缩以后所遇到的阻力或负荷)、心肌收缩力、心率的调节。

(三) 心音

第一心音: 心缩期, 持续时间长, 音调较低; 第二心音: 心舒期, 持续时间较短, 音调较高。

(四) 心肌细胞的类型及特征

心肌细胞按结构和功能，可分为普通心肌细胞和特殊分化的心肌细胞两类。

1、**普通心肌细胞**：心房肌、心室肌细胞，属非自律细胞，又称工作细胞或收缩细胞；有兴奋性、收缩性、传导性、无自律性。

2、**特殊分化的心肌细胞**：P细胞和浦肯野细胞，属自律细胞；有兴奋性、传导性、自律性、无收缩性。

（五）普通心肌细胞跨膜电位及其形成原理

1、**静息电位**：钾离子的平衡电位。

2、**动作电位的特征及形成原理**

特征：升降支不对称；复极化过程复杂；持续时间长。

形成原理：0期（去极化期）：钠离子内流；1期（快速复极化早期）：钾离子外流；2期（平台期、缓慢复极化期）：钙离子内流和钾离子外流；3期（快速复极化末期）：钾离子外流；4期（恢复期）：主动转运各种离子（如钠、钙、钾等），恢复兴奋前细胞内外正常的离子浓度梯度，为再次兴奋准备条件。

复极1期与0期共同合称“锋电位”。

（六）特殊分化心肌细胞的跨膜电位及形成原理

1、**蒲肯野氏细胞的跨膜电位及特征**：与普通心肌细胞的动作电位异同：（1）蒲肯野氏细胞动作电位的0、1、2、3期的波形、幅度、形成机理与心室肌细胞相同，只是持续时间较长；（2）蒲肯野氏细胞的4期膜电位并不稳定于静息电位水平，而是发生缓慢自动去极化（舒张期自动去极化），一旦达到阈电位，即可使快钠通道开放，触发一次动作电位。

注意：在整体心脏活动中，它的自动去极化尚未达到阈电位时，被来自窦房结的兴奋所激化，提前发生动作电位，而自身的自动节律性兴奋却被掩盖。

2、**窦房结P细胞的跨膜电位及特征**：（1）4期有舒张期自动去极化，形成机理与蒲肯野氏细胞相似，但它的恒定的内向离子电流主要是钙；（2）0期去极化是由激活钙通道，钙离子内流所致；（3）复极化的1、2、3期是由于钙通道逐渐失活，钙离子内流相应减少，而此时钾通道开始激活，钾外流逐渐升高所致。

复极过程特点是：没有明显的1、2期区分，只是呈圆滑地过渡到3期。

（七）心肌细胞的生理特性

1、**心肌细胞的兴奋性**：

有效不应期：相当于动作电位0、1、2及3期的前段。

特点：时间特别长；生理意义：持续至心肌舒张期开始后，以免心肌细胞发生强直收缩，使心肌收缩和舒张交替进行，保证心脏正常的充盈和射血功能。

相对不应期：持续时间相当于3期后段，即-60~-80mv。

超常期：时间相当于-80mv~-90mv之间。

以后心肌细胞兴奋性完全恢复正常。

无低常期

2、心肌细胞的自律性

自律性：心肌自律细胞在没有外界刺激条件下，能自动发生节律性兴奋的特性与能力。

心脏内自律性的高低：高→低，窦房结→房室交界及其束支→浦肯野氏纤维，所以正常时窦房结控制整个心脏活动。

正常起搏点：窦房结是心脏内兴奋和搏动的正常起源部位，称为正常起搏点。

窦性节律：起源于窦房结的心脏节律。

潜在起搏点：心脏内除窦房结以外的自律组织在正常时不自动发生兴奋，但保持着自律的特性，称为潜在起搏点。

异位节律：由窦房结以外的潜在起搏点而产生的节律。

自律细胞的自律性高低取决于：舒张期最大电位与阈电位水平的距离；4期自动去极化速度。

3、心肌细胞的传导性

机制—局部电流学说

心肌细胞之间的闰盘结构是低电阻的缝隙连接，局部电流可通过闰盘结构，在相邻细胞传递

特点：心肌细胞的兴奋不仅在同一细胞间传导，还能传导至其它心肌细胞→整个心脏兴奋和收缩→功能合胞体；兴奋在心脏不同部位的传导速度各不相同，具有**快—慢—快**的特点。

快：窦房结发出的兴奋经心房传导组织（房室束），迅速传给左右心房，激发两心房间同步收缩。

慢：兴奋传至房室交界时，通过该部位速度较慢，称为房室延搁。

生理意义：使兴奋到达心房和心室的时间前后分开，使心室收缩结束后才开始心室收缩，保证心室收缩之前充盈更多血液。

快：心室传导组织及浦肯野氏纤维传导速度很快，所以兴奋传到心室后，传播速度很快→左右心室同步收缩。

影响心肌传导性的因素：心肌细胞直径；动作电位0期去极化速度和幅度；邻近未兴奋细胞的兴奋性。

4、心肌细胞的收缩性

心肌收缩与骨骼肌相比，有以下**3个特点**：**单个细胞**：收缩一次一次分开→单收缩，不发生强直收缩，原因：心肌细胞有效不应期较长（延续至舒张期开始），意义：收缩与舒张交替进行；**整个心脏**：普通心肌细胞之间有闰盘结构，兴奋传导很快；在功能上表现为合胞体的特征。

期前收缩和代偿间歇：当心肌进行正常窦性节律性收缩时，如在舒张期（绝对不应期后）受到额外刺激，会引起一次比正常窦性节律提前发生的额外兴奋和产生额外收缩。这种心肌

发生在下次正常收缩之前的额外收缩称为期前收缩；期前收缩也有不应期，结果从窦房结传来的下一次节律性恰好落在期前收缩的绝对不应期内，需要等到窦房结再下一次兴奋传导心肌时→兴奋和发生收缩。所以心肌在期前收缩之后常有一个较长时间的间歇，称为代偿间歇。

（八）心电图(ECG)

定义：将电极放在体表的部位，通过心电图描记器间接地将心脏每个心动周期的动作电位变化描记出来，用这样的方法得到的电位变化曲线，称为心电图。

心电图的波形及意义：基本波形都含有P波、QRS波群和T波。

P波：反映兴奋在心房传导过程中的电位变化；**QRS波群：**反映兴奋在心室各部位传导中的电位变化；**T波：**反映心室肌复极化过程中的电位变化；**P-R间期：**反映心房开始兴奋到心室开始兴奋所经历的时间；**S-T段：**因全部心室肌都处在兴奋状态，各部位之间电位无差别，处在等电位线上；**Q-T间期：**反映心室开始兴奋到全部复极化结束所需时间。

分析心电图，主要观察曲线的形状、时程、电压大小等。

二、血管生理

（一）血液在血管系统内的流动

1、血流量：单位时间内流经血管某一横截面的血量，叫血流量或容积速度。血流量取决于血管系统两端的压力差和血管对血流的阻力，即 $Q = \Delta P / R$

2、血流速度：血液中某一质点在血管内移动的速度称血流速度，即血液在血管内流动的直线速度。

3、血流阻力：血液在血管内流动时所遇到的阻力称血流阻力。 $R = 8L \eta / R^4$

外周阻力：在小血管（小动脉和微动脉）内的血流阻力。

4、血压：血管内的血液对于单位血管壁的侧压力称血压。

血压的形成：血管内充盈血液是基础；心脏射血是动力；外周阻力是形成血压的重要因素。

（二）动脉血压

1、形式：心缩期中动脉血压所达到的最高值称收缩压；心舒期中动脉血压下降所达到的最低值称舒张压；收缩压与舒张压的差值称脉压；一个心动周期中动脉血压的平均值称平均动脉压，即舒张压加上三分之一的脉压。

2、影响动脉血压的因素：每搏输出量主要影响收缩压；心率和外周阻力主要影响舒张压；大动脉管壁弹性主要影响脉压；循环血量与血容量的比值。

（三）微循环

微动脉和微静脉之间的血液循环，基本功能是实现物质交换。

组成：微动脉，微静脉，后微动脉，动静脉吻合支，真毛细血管网，前毛细血管，毛细血管前括约肌。

通路特点及功能:

直捷通路: 血流快, 流径短, 使血液迅速通过微循环, 以免过多滞留; 骨骼肌常见。

营养通路: 路径迂回曲折, 流速缓慢, 正常时有 20%真毛细血管处于开放状态, 进行物质交换。

动静脉短路: 手掌 足底 耳廓, 参与体温调节。

(四) 组织液和淋巴液

1、参与组织液生成和回流的因素

促进因素: 毛细血管血压、组织液胶体渗透压;

阻止因素: 血浆胶体渗透压、静水压。

2、影响组织液生成和回流的因素

毛细血管血压; 血浆胶体渗透压; 毛细血管通透性。

在毛细血管的动脉端有组织液的生成, 静脉端有组织液的回流。

3、淋巴回流的意义

回收蛋白质; 协助营养物质吸收; 调节体液平衡、清除异物。

三、心血管活动的调节

(一) 神经调节

1、心脏的神经支配

心交感神经: 节前纤维末梢释放 Ach, 作用于节后纤维 N 受体, 节后纤维末梢释放 NE, 作用于心肌细胞膜 β_1 受体, 起正性作用; 心迷走神经: 节前、节后纤维末梢释放 Ach, 作用于心肌细胞 M 受体, 起负性作用。

2、血管的神经支配

缩血管纤维: 均为交感 N, 节后纤维末梢释放 NE, 作用于血管平滑肌细胞 α 型受体; 舒血管纤维: 交感 N 末梢释放 Ach, 作用于 M 型受体, 一般不参与调节, 只在激动、剧烈运动、恐慌时参与, 属于防御性反应系统; 副交感 N 末梢释放 Ach, 作用于 M 型受体, 调节局部血流量。

3、心血管中枢

脊髓 (初级中枢); 延髓 (基本中枢): 传入神经接替站, 缩血管区 (交感神经起源), 舒血管区 (引起交感紧张性降低), 心抑制区 (迷走神经包体所在地); 下丘脑 (整合部位), 大脑皮层 (高级中枢)。

4、心血管反射

压力感受性反射: 颈动脉窦 (窦神经) 和主动脉弓 (减压神经或缓冲神经或主动脉神经); 升压反射和降压反射

化学感受性反射: 颈动脉体、主动脉体

其它感受器反射: 心肺感受器 (心房、心室、肺循环大血管壁)

（二）体液调节

（一）全身性体液调节

E 和 NE：E 为强心剂；NE 为升压药

血管紧张素（RAA 系统）

ADH

（二）局部性体液调节

组织胺、激肽、前列腺素、心钠素

第五章 呼吸

一、肺通气

（一）肺通气的结构基础

1、**肺通气**：外界空气与肺泡间的气体交换。

2、**呼吸单位**：呼吸性小支气管、肺泡管、肺泡囊、肺泡

3、**呼吸膜的组成**：肺表面的活性物质（二棕榈酰卵磷脂，DPPC）；液体分子；肺泡上皮细胞；间隙；毛细血管基膜；毛细血管内皮细胞

4、**肺表面的活性物质的作用**：降低表面张力。生理作用：保持肺泡容量；阻止肺泡积液。

（二）肺通气的原理

1、**肺通气的动力**：是呼吸运动。

（1）呼吸肌的收缩与舒张所引起的节律性胸廓扩大或缩小称为**呼吸运动**；平静呼吸，吸气主动，呼气被动；用力呼吸，吸气和呼气均是主动。

（2）**呼吸型**：胸式呼吸；腹式和胸腹式呼吸。

（3）**呼吸型、呼吸频率和呼吸音**可作为临床诊断的辅助指标。

（4）**胸内压**：负压；胸内压 = - 肺回缩力；吸气时增大，呼气时减小；胸内负压的生理意义：牵拉肺，保持肺泡充盈、有利于肺换气；促进静脉血和淋巴的回流；有利于呕吐反射和逆呕。

2、**肺通气的阻力**：弹性阻力和非弹性阻力

弹性阻力：弹性组织对抗外力作用引起变形的力。变形程度与弹性阻力大小成反比。用顺应性来衡量。顺应性：弹性组织在外力作用下的可扩张性。顺应性（C）=1/弹性阻力（R）。

非弹性阻力：主要由惯性阻力、黏滞阻力和气道阻力组成。气道阻力约占 80-90%。

（三）肺通气功能的评价

1、**肺总量**：肺（包括呼吸道）能够容纳气体的量。

肺总量=肺活量+余气量=潮气量+补吸气量+补呼气量+机能余气量；

机能余气量意义：缓冲呼吸时肺泡气氧气和二氧化碳的剧烈改变

2、**肺通气量**：单位时间内进出肺的气体量。每分通气量=潮气量×呼吸频率

3、**无效腔包括解剖无效腔和肺泡无效腔**

4、**每分肺泡通气量**=（潮气量-无效腔容量）×呼吸频率

二、肺换气

呼吸气体的交换发生在两个部位：肺泡与其周围毛细血管之间；血液与组织液之间。

1、**气体交换的动力**—气体分压差

2、**溶解度**：单位分压下溶解于单位容积液体中气体的量。根据气体扩散规律，气体分子扩散速度与溶解度成正比，与分子质量平方根成反比；所以在分压差相等时，CO₂的扩散速度约为O₂的20倍，这也是临床常见缺O₂而罕见CO₂滞留的原因之一。

3、**影响气体交换的因素（肺换气）**：呼吸膜的厚度；换气肺泡数量；通气/血流比值

三、气体运输

血液运输气体方式：物理溶解（少部分）↔化学结合（绝大部分）动态平衡

（1）氧的运输

血液运输氧主要是与Hb结合，以HbO₂的形式存在于红细胞内。

1、**氧容量**：每100ml血液中Hb结合氧的最大量。

2、**氧含量**：在一定氧分压下，每100ml血液中实际结合氧气的量。

3、**氧饱和度**：氧含量与氧容量的百分比。

4、**氧离曲线**：表示Hb饱和度与PO₂的关系曲线。且为“S”形曲线。

5、**氧离曲线的生理意义**：氧离曲线上段：相当于PO₂在8.0KPa-13.3KPa范围内变动，曲线较为平坦，表明在这段范围内PO₂的变化对氧饱和度影响不大，其意义在当吸入气或肺泡气的PO₂有所下降时，例如在高山或患某些呼吸疾病时，只要PO₂不低于8KPa，血氧饱和度仍保持在90%以上，以供代谢需要，不致于发生缺氧；氧离曲线中段：相当于PO₂在5.3-8.0KPa范围内，曲线走势较陡。PO₂ 5.3KPa相当于静脉血的PO₂，这时Hb氧饱和度约75%，血氧含量约为14.4ml，即每100ml血液流经组织时可释放5mlO₂，满足安静状态下组织的氧需要；氧离曲线下段：相当于PO₂在2.0-5.3KPa内变动，是曲线最为陡峭的部分。说明在此范围内PO₂稍有变化，Hb氧饱和度就会有很大的改变，而释放出较多的O₂供组织利用。当组织活动加强时，耗氧量剧增，PO₂明显下降，甚至低至2.0KPa，血液流经组织时，氧饱和度降至20%以下，血氧含量只达4.4ml，即每100ml血液氧含量可达15ml之多。此段氧离曲线所表示的范围，可看作是机体的氧储备。一般情况下，每100ml血液释氧量只要达到5ml就已满足组织的需要了。

6、**氧离曲线的位移及其影响因素**：通常以血氧饱和度为50%时PO₂作为Hb对氧的亲合力指标，正常时氧饱和度达50%时的PO₂为3.5KPa，如需要更高的PO₂才能达到50%的血氧饱和度，表示Hb对氧的亲合力降低，曲线右移，反之，曲线左移。血液中影响氧离曲线位移的因素：pH、PO₂、PCO₂、温度及2,3-二磷酸甘油酸等。pH下降或PCO₂升高，2,3-二磷

酸甘油酸（2, 3-DPG）和温度升高，Hb 对 O₂ 的结合力下降，曲线右移，有利于 Hb 释放氧；反之，曲线左移，有利于氧的结合。

（2）CO₂ 的运输

血液 CO₂ 的主要运输形式：物理溶解 5%、化学结合 95%（碳酸氢盐 88%、氨基甲酸 Hb 7%）

血浆中溶解的 CO₂ 绝大部分在红细胞内，红细胞内溶解的 CO₂ 量极微，可忽略不计，主要形成氨基甲酸 Hb 和碳酸氢盐。

（四）呼吸运动的调节

神经和体液两个系统能对呼吸的频率和幅度进行调节。

（1）神经调节

1、**呼吸中枢**：它们分布于从脊髓到大脑皮层的中枢神经各级部位，各自起着不同的作用，相互制约和配合，共同调节正常的呼吸活动。脊髓是呼吸运动的初级中枢，只是联系上位呼吸中枢并通过位于腹角的运动神经元，支配呼吸肌的运动。脊髓不产生节律性呼吸；基本的呼吸节律产生于延髓，延髓中有呼气神经元和吸气神经元；脑桥有和延髓呼吸区双向联系的神经元，起吸气呼气转换的作用；呼吸还受脑桥以上部位，如大脑皮层、边缘系统、下丘脑等的影响。低位脑干调节是不随意的自主呼吸调节系统，而高位脑可随意控制呼吸。

2、**呼吸节律形成的假说**：目前有起步细胞学说和神经元网络学说。起步学说认为延髓内有与窦房结起搏细胞类似的具有起步样活动的呼吸神经元，起呼吸节律发生器的作用，产生呼吸节律。神经网络学说认为，延髓内呼吸神经元通过相互兴奋和抑制而形成复杂的神经网络，在此基础上产生呼吸节律，是目前最有影响力的学说。

3、呼吸的反射调节

①**肺牵张反射**：由肺扩张或缩小而反射性的引起吸气抑制或吸气，总称为肺牵张反射；肺扩张反射：由肺扩张引起吸气反射性抑制；肺缩小反射：由肺缩小而引起反射性吸气。**特点**：这一反射为负反馈作用，吸气时负反馈作用加强，呼气时，负反馈作用下降或消失；这一反射的生理意义在于加速吸气与呼气活动的交替进行。

②**呼吸肌本体感受性反射**：呼吸时，呼吸肌收缩刺激呼吸肌及本体感受器因牵拉而兴奋，冲动经背根传入脊髓中枢，反射性的引起受刺激呼吸肌所在肌肉收缩，称为：呼吸肌本体感受性反射。**生理意义**：维持呼吸的一定深度上有意义。

③**防御性呼吸反射**：刺激性气体或异物刺激呼吸道引起的喷嚏和咳嗽反射。**生理意义**：清除呼吸道异物、清洁保护呼吸道作用

（2）化学因素对呼吸的调节

1、**化学感受器**：外周的感受器为主动脉体和颈动脉体，适宜刺激是动脉血的 PO₂ 下降、PCO₂ 和 [H⁺] 升高；中枢的感受器位于延髓，有效刺激是氢离子，而氢离子升高是 CO₂ 增多的结果，并不是 CO₂ 本身。

2、**二氧化碳对呼吸的影响**：血液中一定浓度的二氧化碳，是维持呼吸中枢正常兴奋所

必需；CO₂对呼吸的刺激作用主要是通过中枢化学感受器，而外周化学感受器对经常性的CO₂刺激易产生适应现象，只有当动脉血PCO₂突然升高或当中枢化学感受器受到抑制时，才起主要作用；如血中CO₂过量或CO₂蓄积引起呼吸中枢抑制，呼吸困难致死。

3、缺O₂对呼吸的影响：抑制延髓呼吸中枢—呼吸慢而浅；兴奋外周化学感受器，引起呼吸加深加快；当严重缺氧时，外周化学感受器的兴奋呼吸作用不足以克服低O₂对中枢的抑制效应，导致呼吸障碍，甚至呼吸停止。

4、氢离子对呼吸的影响：氢离子浓度升高，呼吸加深加快，氢离子浓度下降呼吸受到抑制；氢离子对呼吸的调节作用也是通过外周化学感受器和中枢化学感受器实现的，但中枢化学感受器对氢离子敏感性高于外周化学感受器，但由于血液中氢离子通过血-脑屏障很慢，故限制了中枢化学感受器的作用。所以氢离子的影响以外周化学感受器为主。

血液中PCO₂升高、氢离子和PO₂下降，三者之间相互影响，对呼吸的效应往往不是单一因素起作用，应全面分析。

第六章 消化

一、概述

消化：将食物中的各种营养物质转变为能被吸收和利用状态的生理生化活动。

消化方式：化学性消化和物理性消化。

（一）消化道的运动功能

1、消化道平滑肌的电活动：三种电位即静息膜电位、慢波电位、动作电位；慢波电位可分为基本电节律和前电位，慢波电位与平滑肌紧张性有关；动作电位的出现与平滑肌的收缩相关。

2、消化道平滑肌的生理特性：兴奋性较低，收缩缓慢；自动节律性，不规则，较低；伸展性，便于容纳食物；紧张性，保持一定的形状和位置；对化学、温度和机械刺激的敏感性，对电刺激不敏感。

（二）消化道的内分泌功能

1、APUD 细胞：具有摄取胺或胺的前体（氨基酸、多巴），并脱羧，进而转变为活性胺（多巴胺等）的细胞。

2、脑-肠肽：一些肽类既存在于消化道也存在于脑内，这种双重分布的肽类称为脑肠肽。

（三）消化道功能的整合

1、神经机制：支配消化道的神经有外来神经系统和内在神经系统。

2、内在神经系统：肠肌神经丛（调节消化道运动）和粘膜下神经丛（调节分泌和局部血液供应）。

3、外来神经系统：交感和副交感神经，一般来讲，副交感神经兴奋胃肠道运动和分泌机能，交感抑制胃肠运动和分泌。

二者可以直接或通过间接联系控制消化活动。

二、摄食

摄食的基本中枢在下丘脑，有摄食中枢和饱中枢，二者之间交互抑制。

三、口腔消化

（一）唾液的主要成分

唾液是由 3 对主要唾液腺（腮腺、颌下腺和舌下腺）和口腔粘膜中许多小腺体所分泌的混合物；唾液是无色透明的略带粘液的液体，呈弱碱性反应。

（二）唾液的生理功能 见书上

（三）唾液分泌的调节

完全是神经性的调节，有非条件反射和条件反射之分。**特点：**交感、副交感起协同作用，副交感引起量多而固体少的唾液，交感引起粘稠分泌物增加。

四、单胃消化

（一）胃液的分泌

1、胃黏膜分区：贲门腺区由黏液细胞（黏液）组成；胃底腺区由壁细胞（盐酸+内因子）、主细胞（胃蛋白酶、凝乳酶、脂肪酶）和黏液细胞（黏液）组成；幽门腺区由黏液细胞（黏液）和胃窦 G 细胞（促胃泌素或促胃液素）组成。

2、胃液的成分、功能及调节

（1）胃液的成分：胃粘膜各腺体所分泌的混合液，无色透明、常含有粘丝的酸性液体。胃液的酸性由游离盐酸所决定。

（2）功能：**盐酸的作用：**抗菌与保护作用，防止外来病毒细菌的侵入；提供激活胃蛋白酶所需要的酸性环境；盐酸进入小肠后，可促进胰液、胆汁分泌和有关酶的分泌；促进小肠中离子的吸收；**胃消化酶：**胃蛋白酶原激活为胃蛋白酶，分解蛋白质为蛋白胨、蛋白胨，凝乳酶原激活为凝乳酶，将乳中酪蛋白原转变为酪蛋白，酪蛋白与钙结合形成酪蛋白钙（不溶性、乳汁凝固，延长乳汁在胃内的停留时间），胃脂肪酶（成年动物较少，活性较弱）乳化脂肪为甘油和脂肪酸；**黏液**分可溶性黏液（黏液细胞分泌，又称腺性黏液，迷走神经兴奋时引起分泌）和不溶性黏液（胃表面上皮细胞分泌（胶胨状），覆盖于胃黏膜表面，机械刺激时分泌增加），保护胃黏膜、中和、缓冲胃酸和防御胃蛋白酶对黏膜的消化作用。

（3）胃液分泌的调节：**头期：**神经调节有条件、非条件反射之分，由进食动作引起胃液分泌，可由“假饲”试验获得证明。头期分泌特点：潜伏期长（5~6min），分泌持续时间长（2~4h），酸度高，分泌量较多（占总量的 30%），消化力强（富含胃蛋白酶）；**胃期：**食物进入胃内后，继续刺激胃液分泌；食物的硬度和容积刺激胃底、胃体部的感受器，通过局部和壁内神经丛反射释放乙酰胆碱（Ach）引起胃液分泌（迷走-迷走神经反射）；扩张刺激胃幽门部，通过壁内神经丛作用于 G 细胞，胃泌素上升，引起胃液分泌上升；食物的化学成分（蛋白质的分解产物），直接刺激 G 细胞，引起胃泌素的分泌。特点：酸度高，分泌量

多（60%），消化力比头期弱。肠期：胃内食糜进入小肠后仍能继续促进胃液分泌，但肠期胃液分泌量不多，仅占进食后胃液总分泌量的 1/10 左右。胃内食糜进入十二指肠，引起十二指肠粘膜胃泌素上升，胃液分泌增加；食糜进入小肠后，启动逆向肠胃反射，引起胃液下降；脂肪及其分解产物、高张溶液引起小肠释放促胰液素、缩胆囊素、抑胃肽、血管活性肠肽等，引起胃液下降。

（三）胃的运动及调节

胃有贮藏、混合、排空功能。

1、胃的贮藏功能

容受性舒张：食物对咽部、食道等处的刺激可引起胃底和胃体部肌肉舒张，使胃容量扩大，胃壁肌肉的这种活动称容受性舒张。

2、胃内食物的混合及推进

紧张性作用：以平滑肌的缩短为特征的紧张性收缩。作用：可增高胃内压力，压迫食物向幽门部移动，并可使食物紧贴胃壁，易于与胃液混合。

蠕动：是舒张与收缩交替进行的蠕动。从贲门部开始，向幽门方向呈波浪式推进并逐渐加强。作用：胃内容物充分混合；胃内容物向幽门部移行，通过幽门到十二指肠。

3、胃的排空

胃排空：随着胃的运动，食糜分批地由胃移入肠的过程。

胃排空的动力来源于胃的收缩运动，排空的发生主要取决于胃和十二指肠间的压力差。

胃内食物的排空速度随性质而异，液体的排空速度最快，易消化食物次之，粗糙和较硬的食物在胃内的滞留时间较长。

4、胃运动的调节

迷走 N (+) 与交感 N (-) 的作用与胃肌的状态有关；Ach 和促胃液素 (+) 胃运动；NE、NT (神经紧张肽) (-) 胃运动。

五、复胃消化

（一）瘤胃内容物的性状

稀释率：每小时离开瘤胃的流量占瘤胃总容量的百分比。日粮组成、摄食水平、环境条件等都可影响稀释率。

（二）瘤胃内环境的基本特点

1、瘤胃的营养环境

2、瘤胃的水代谢

3、瘤胃 pH

4、瘤胃温度

5、瘤胃的厌氧环境

（三）瘤胃微生物

细菌、原虫、真菌三大类。瘤胃微生物种类和数量受很多因素影响，特别是日粮组成的变化，往往导致瘤胃微生物种群的变化。由于纤毛虫具有分解多种营养物质的能力，并有一些细菌在其体内共生，所以有“**微型反刍动物**”之称。

(四) 瘤胃中营养物质的消化代谢

1、碳水化合物的消化代谢

反刍动物饲料中的碳水化合物包括：纤维素、半纤维素、淀粉、果胶、可溶性糖等。

分解代谢：产生 VFA 和 CO₂ 及 CH₄；VFA（挥发性脂肪酸）：乙酸（C₂）、丙酸（C₃）、丁酸（C₄）、戊酸（C₅），是反刍动物最重要的能量来源。

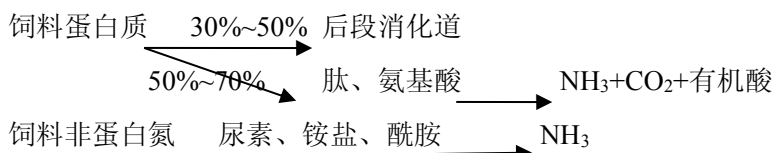
合成代谢：

饲料分解产生的单糖和双糖，经微生物合成菌体糖原、虫体糖原，到达肠道后被利用。

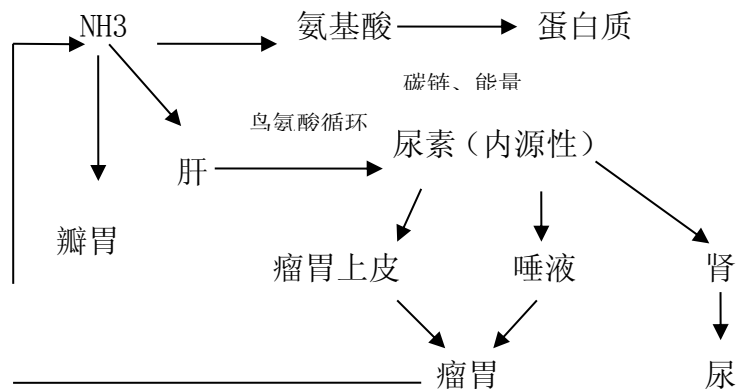
2、含氮物的消化代谢

瘤胃中含氮物总的可分为蛋白氮和非蛋白氮两大类。

(1) 瘤胃内蛋白质的分解和氨的产生



(2) 瘤胃微生物对氨的利用



饲料中添加尿素应注意的原则：饲料中有充分的碳水化合物；降低饲料蛋白质含量，牛羊小于 10%~20%；尿素含量应低于日粮中家畜所需蛋白质的 20%~30%；抑制脲酶活性，制成胶凝淀粉尿素或尿素衍生物，使释放氨的速度减慢。

(3) 微生物蛋白的合成

瘤胃微生物利用氨基酸、肽及氨合成的蛋白质是反刍动物蛋白质的主要来源。合成过程要有充足的含氮物质和一定数量的碳链和能量。糖、VFA、CO₂ 是蛋白质合成的主要碳链来源，能量是微生物蛋白质合成的重要限制性因素。

瘤胃微生物蛋白质的合成不仅数量大，而且营养价值高。

(4) 尿素再循环

瘤胃内的氨除了被微生物利用外，其余一部分被吸收送至肝，在肝内经鸟氨酸循环变为尿素。这种内源性尿素一部分经血液分泌于唾液内，随唾液进入瘤胃，另一部分通过瘤胃上皮扩散到瘤胃内，进入瘤胃的尿素又可被微生物利用。这一过程称**尿素再循环**。

意义：在低蛋白日粮情况下，尿素再循环能节约氮源，保证瘤胃内适宜的氨浓度，以利微生物蛋白质合成。

3、瘤胃内脂类的消化代谢

长期以来，脂类代谢并未引起足够的重视，主要是由于饲草中脂类含量较低，且性质相对稳定。

瘤胃中脂肪的消化代谢有三个方面：脂类水解、脂类氢化作用、脂肪酸合成。

由于瘤胃微生物作用，反刍动物脂类代谢的特点：体内贮脂的饱和程度较高，硬脂酸含量显著高于单胃动物；体脂成分比较稳定；贮脂和乳脂中含有相当数量的单胃动物不常见的反式不饱和脂肪酸和一些支链脂肪酸，对人类健康有特殊作用。

4、维生素合成

反刍动物能合成某些 B 族维生素和维生素 K。一般情况下，日粮中缺乏这类维生素，不影响反刍动物健康。注意：幼龄犊牛和羔羊，微生物区系未充分建立 → B 族维生素缺乏；成年家畜，当日粮缺钴 → 合成维生素 B12 ↓ 食欲，幼畜生长不良；瘤胃微生物不能合成维生素 A、D、E，需日粮补充。

5、气体的产生与嗝气

产生：微生物强烈发酵过程中，不断产生大量的气体，主要是 CO₂ 和甲烷，前者约占 50%~70%，后者约占 20~45%。

出路：
大量的气体（CO₂、甲烷等）
→ 经肺排除
→ 瘤胃微生物利用
→ 嗝气排出

嗝气：指反刍动物瘤胃微生物发酵产生的气体经由食道、口腔向外排出的过程。

嗝气是一种反射动作，反射中枢位于延髓，是反刍动物特有的生理现象；嗝气是反刍动物稳定瘤胃机能的重要生理功能。嗝气抑制，导致瘤胃鼓气，严重会死亡。

6、前胃运动及其调节

(1) 前胃的运动

网胃收缩（接连收缩两次）：第一次只收缩一半即行舒张；第二次几乎完全收缩。当反刍时，网胃在第一次收缩之前，还要增加一次收缩（附加收缩），利于胃内食物逆呕入口腔。网胃收缩时，一部分内容物被逐至瘤胃前庭；一部分则进入瓣胃。

瘤胃收缩：在网胃第一次收缩以后开始，持续到网胃第二次收缩之后。A 波：由瘤胃前庭开始，沿背囊由前至后，转入腹囊，又沿腹囊由后向前。结果食物在瘤胃内顺收缩次序和方向移动和混合，与反刍有关；B 波：瘤胃发生的一次单独的附加收缩，是瘤胃本身产生的。开始于后腹盲囊，行进到后背囊和前背囊，最后到达主腹囊，与嗝气有关。

7、反刍

反刍：反刍动物在摄食时，饲料一般不经过充分咀嚼，就匆匆吞咽进入瘤胃，通常在休息时返回到口腔仔细地咀嚼，这种独特的消化活动称为反刍。**反刍过程：**逆呕（食物由胃进入口腔的过程）、再咀嚼、再混唾液和再吞咽。

8、食管沟的功能

食管沟起自贲门，止于网瓣胃孔。乳畜（犊牛和羔羊）在吸吮乳汁或饮料时，能反射性引起食管沟的唇状肌卷缩，使食管沟闭合成管状。

（五）瓣胃消化

瓣胃起筛滤和研磨的作用，使食糜变干和变得细碎。

（六）皱胃消化

皱胃的结构与功能同非反刍动物的单胃类似。与单胃动物相比，皱胃分泌的特点：皱胃液的盐酸浓度较低，凝乳酶含量较多；皱胃的胃液是连续分泌的，与反刍动物的食糜由瓣胃连续进入皱胃有关；皱胃胃液高度酸性，不断破坏来自瘤胃的微生物，微生物蛋白被皱胃的蛋白酶初步分解；饲料的性质对皱胃的分泌特性影响不大，因为饲料在前胃内经过发酵过程，已基本失去特征。

六、小肠内消化

胃内酸性食糜进入小肠后 → 胰液、胆汁、小肠液的化学性消化 →
小肠运动的机械消化后 → 消化过程基本完成

（一）胰液

1、胰腺：外分泌腺，胰液；内分泌腺（胰岛），激素。胰液是无色透明的碱性液体。组成：90%水分，电解质（高浓度的碳酸氢盐（含量随分泌率而增加）和氯化物（含量随分泌率而下降）， Na^+ 、 K^+ 浓度与血浆内相等，且稳定。有机物（主要是各种酶）。

2、胰液的生理作用：分泌 HCO_3^- ，在小肠内中和酸性食糜；杂食和草食动物的胰液含大量液体和缓冲物，供大肠微生物利用，其作用与反刍动物唾液相似；消化酶的作用：各种胰消化酶均呈颗粒状态的酶原储存在胰腺泡细胞的顶端胞浆内，当这些颗粒移至细胞顶端胞膜，通过胞吐方式释放与导管腔中。

3、胰蛋白分解酶：胰蛋白酶、糜蛋白酶和羧肽酶。

4、胰液分泌的调节：胰液分泌受神经和体液双重控制，迷走神经起兴奋作用，交感神经起抑制作用；促胰液素促进胰腺小导管的上皮细胞分泌大量富含碳酸氢钠而含酶较少的稀薄胰液，促胰酶素（胆囊收缩素）促进胰液分泌比较浓稠、含碳酸氢钠较少、而含消化酶较多的胰液。

（二）胆汁

1、胆汁：为具有强烈苦味、带粘性的酸性或微碱性液体（ $\text{pH}5.9-7.8$ ），有肝胆汁和胆囊胆汁。胆汁酸与甘氨酸或牛磺酸偶联组成的钠盐或钾盐称为胆盐。进入小肠的胆汁酸（盐），

经小肠吸收返回肝脏，被肝细胞再次分泌，这一过程称**肠肝循环**。

2、生理功能：胆汁的生理功能主要是通过胆汁酸实现的。促进脂肪的消化、吸收；有利于脂溶性维生素（A、D、E、K）吸收；调节胆固醇代谢；参与某些代谢产物的排泄；刺激胆汁分泌。

3、胆汁的分泌：为连续性分泌，受神经和体液因素调节。胆酸盐是促进胆汁分泌的主要刺激因素，促胰液素和促胰酶素是促进胆汁分泌的重要体液因素。

（三）小肠液

1、性状：小肠腺和十二指肠腺分泌的混合液体，纯净的小肠液是无色或灰黄色的混浊液，呈碱性反应。

2、酶：小肠液含有多种酶类，一类为来源于机体组织，在上皮细胞内起物质代谢作用，不具消化功能，如精氨酸酶；另一类为小肠腺所特有，如肠激活酶（活化胰蛋白酶原）、蔗糖酶、乳糖酶等，还有一些如肠淀粉酶、肠肽酶、肠脂肪酶等。

3、小肠液的分泌调节：壁内神经丛的局部反射作用，激素的调节。

（四）小肠运动

消化间期运动：周期性移动性收缩群（MMC），意义：推动食糜前进，清除消化道中的残留物。

消化期运动：紧张性收缩、分节运动、蠕动、摆动。

1、紧张性收缩：收缩引起肠内压升高，有利于消化液渗透进食糜，促进消化。

2、分节运动：向前推进作用较少，使食糜与消化液充分混合，便于进行化学性消化；使食糜与肠壁紧密接触，为吸收创造良好的条件。

3、蠕动：使食糜沿着一定的方向缓慢地，在小肠中推进。

4、摆动：纵行肌，有利于食糜与消化液混合和消化道壁紧密相贴，便于消化和吸收。

蠕动冲：一种进行速度较快和推进距离较长的蠕动。

逆蠕动：是向口腔方面的蠕动。与蠕动相比，方向相反，收缩力量较弱，传播的范围也较少。

意义：逆蠕动与蠕动相互配合，使食糜在肠管里来回移动，保证食糜与消化液充分混合，并延长食糜在小肠中的停留，以便有足够的时间进行消化和吸收。

小肠运动的调节：受神经和体液的调节。

七、吸收

（一）吸收的部位

消化道的组织结构，食物在该处的成分和食物在该处的停留时间。

口腔、食道：不吸收；胃：吸收有限（少量水分和无机盐类），反刍动物前胃可以吸收大量的低级脂肪酸；小肠：吸收营养成分的主要部位；大肠：肉食动物吸收有限，草食动物和猪进行着强烈的消化和吸收。

形态学基础：吸收功能强弱主要取决于粘膜结构。

（二）吸收途径和机制

吸收途径：跨膜途径：营养物质通过微绒毛的腔面膜进入胞内，而后经细胞底膜和侧膜进入血液、淋巴；**旁细胞途径：**营养物质和水通过细胞间的紧密连接，经细胞间隙进入血液和淋巴。

吸收机制：被动吸收；主动吸收。

（三）各种物质的吸收

1、水的吸收：肠道的水是通过扩散途径吸收的，大部分被吸收。

2、离子吸收：钠离子吸收的主要部位在小肠，主动转运；Cl⁻的吸收部位在小肠前段，通过扩散途径；HCO₃⁻通常被重吸收，是主动过程，CO₂的形式间接吸收；钙主要在十二指肠和前段空肠被吸收；钙的吸收存在两种机制，跨膜主动吸收和细胞旁路被动扩散；磷可在小肠各段被吸收；存在主动吸收和被动吸收两种机制，主动吸收主要受 VitD 调节，磷的吸收受肠道中 pH 制约，pH 较低时，有利吸收；饲料中磷的状态，饲料中磷相当部分以植酸磷形式，消化液中缺乏植酸酶系统而无法利用。生产中日粮添加植酸酶，促进磷吸收；铁主要在十二指肠和空肠中被吸收，主要借助于肠上皮细胞释放的转铁蛋白。

总之，一价离子比二价离子易吸收；正离子比负离子易吸收。

3、营养物质的吸收：葡萄糖的吸收是主动过程：膜上 Na⁺-K⁺-ATP 酶将胞内 Na⁺主动转运入血，维持肠腔内 Na⁺浓度高于胞内。肠腔内 Na⁺和葡萄糖与微绒毛膜上的特异性载体蛋白结合进入胞内。胞内葡萄糖由易化扩散载体进入血液。目前认为被吸收的只有单糖形式，双糖转变为单糖才能被吸收；蛋白质大部分是以二肽、三肽的形式被吸收，仅少数以游离氨基酸的形式被吸收。吸收机制与葡萄糖相似，需要微绒毛膜上的载体系统，并与 Na⁺偶联；**脂肪：**脂肪分解为甘油、脂肪酸、甘油单酯，脂肪酸和甘油单酯与胆盐微粒混合成胶粒，到达肠粘膜细胞微绒毛表面，甘油单酯和脂肪酸进入上皮细胞内，合成新的甘油三酯，形成淋巴乳糜微粒，经胸导管进入血液，胆盐微粒仍留在食糜中，所以胆盐微粒实际上起“摆渡”动能。少量的短链或中链脂肪酸进入门静脉。

4、挥发性脂肪酸（VFA）：大部分是在瘤胃中被吸收的，VFA 吸收时在瘤胃上皮发生强烈的代谢作用。VFA 的吸收速度与其存在形式和分子量有关。速度：分子状态>离子状态，分子量越小吸收速度越慢，乙酸<丙酸<丁酸

5、维生素的吸收：脂溶性 Vit 主要在小肠前段被吸收。主要有 VitA、D、E、K；水溶性维生素除 VitB₁₂ 外，包括 VitC 和 VitB 族。这些 Vit 理化特性不同，吸收机制也有特点。这些维生素的吸收主要在小肠前段完成。VitB₁₂ 吸收主要与来源于胃粘膜分泌的内因子结合成复合物后被吸收（空肠及回肠前段最大量吸收）。

第七章 体温

一、能量代谢

（一）能量的来源与利用

1、**供能的物质和形式**：糖、蛋白质和脂肪，ATP（体内的能量货币）、CP。

2、**总能（GE）**：饲料中有机物质完全氧化燃烧生成二氧化碳、水和其他氧化物时释放的全部能量。

3、**消化能（DE）**：饲料可消化养分所含的能量，即总能与粪能的差值。

4、**代谢能（ME）**：饲料的可消化能减去尿能及消化道可燃气体能量的差值。

5、**净能（NE）**：饲料中用于动物维持生命和生产产品的能量，即代谢能减去热增耗（特殊动力作用）。

（二）能量代谢的测定原理与方法

1、**能量代谢测定**：指定量测定机体单位时间所消耗的能量，即能量代谢率。测定方法有直接测热法和间接测定法两种，直接测热法是指通过收集机体在一定时间内散发的总能量求得能量代谢率的方法；间接测定法依据物质化学反应的“定比定律”，测定的过程包括测定一定时间内氧气的消耗量、二氧化碳的产生量以及尿氮的排出量，根据尿氮的量计算出参与氧化的蛋白质量，同时扣除由蛋白质氧化产生的二氧化碳和消耗的氧气量，得到非蛋白呼吸商，计算非蛋白食物的产热量，将蛋白质和非蛋白食物产热进行总和得出总产热量。

2、**食物的热价**：1g 食物氧化或在体外燃烧时所释放出来的能量。

3、**食物的氧热价**：某种营养物质氧化时，消耗 1L 氧气所产生的热量，称为该物质的氧热价。

4、**呼吸商**：一定时间内，机体的二氧化碳产生量和氧气消耗量的比值称为呼吸商（RQ）。

5、**非蛋白呼吸商**：糖和脂肪氧化的能量称非蛋白呼吸商（NPRQ）。

（三）基础代谢与静止能量代谢

1、**基础代谢**：指在基础状态（室温、清晨、空腹、清醒而又极其安静的状态）下的能量代谢。

2、**基础代谢率（BMR）**：单位时间内的基础代谢称为基础代谢率。

3、**静止能量代谢**：指动物在一般的宿舍或实验条件下，早晨饲喂前休息时的能量代谢水平。

二、体温及其调节

（一）产热过程

1、**产热器官**：骨骼肌和内脏

2、**产热方式**：战栗和非战栗产热

战栗产热：指骨骼肌发生随意的节律性收缩过程，特点是骨骼肌的收缩不对外做功，但产热量高。

非战栗产热：又称代谢产热，机体处于寒冷环境时代谢产热量广泛增加的现象，以褐色

脂肪组织产热量增加为主。

等热范围（代谢稳定区）：在适当的环境温度范围内，动物的代谢强度和产热量保持在生理的最低水平，且体温仍能维持恒定。这种范围称等热范围。

（二）散热过程

辐射、对流、传导、蒸发（显汗蒸发、不显汗蒸发）、热喘

（三）体温调节：神经、内分泌

1、**体温调节中枢：**下丘脑 热敏神经元和冷敏神经元

2、**调定点学说**

3、**调节途径：**自主性调节：交感神经、躯体运动神经、甲状腺和肾上腺髓质分泌活动；行为性调节。

第八章 排泄

一、概述

（一）排泄和排泄途径

1、**排泄：**有机体将物质代谢的终产物和机体不需要或过多的物质排出体外的生理过程。生理学中只将物质经过血液循环由某些排泄器官向体外排出的过程称为排泄。

2、**排泄途径：**呼吸（CO₂和水）、消化（肝脏代谢物）、皮肤（汗液）和肾脏（尿）。

（二）肾脏的功能

排泄；维持内环境相对恒定（调节水平衡，调节电解质平衡，调节酸碱平衡）；分泌生物活性物质。

（三）肾脏的功能结构

1、**肾单位：**肾小体（肾小球和肾小囊）和肾小管。

2、**血液循环特点：**肾血流量大，心输出量的20%；肾有两套毛细血管网（利于滤过和吸收）；出球小动脉一分支深入髓质—U形直小血管（利于髓质高渗透压的维持）。

3、**调节：**自身调节（80-180mmHg 或 10.7-24.1kPa，入出动脉平滑肌紧张度改变）；神经和体液的调节（交感神经兴奋起缩血管作用；E、NE 和 ADH(VP)起缩血管作用，前列腺素起舒血管作用）。

二、泌尿生理

（一）肾小球的滤过作用

1、**原尿：**当血液流经肾小球时，除血细胞和大分子蛋白质外，其余的物质都能透过肾小球滤过膜而进入肾球囊，这种滤过液称原尿或超滤液。

原尿的量取决于肾小球滤过膜通透性和肾小球有效滤过压两个方面。肾小球的有效滤过压=肾小球毛细血管血压-(血浆胶体渗透压+囊内压)。

2、**滤过功能指标：**肾小球滤过率（GFR）：单位时间内两侧肾脏生成的超滤液量；滤过

分数：肾小球滤过率和每分钟肾血浆流量的比值。

3、影响滤过的因素：肾小球滤过膜通透性的改变（滤过面积：肾小球发生炎症，毛细血管管腔变窄或阻塞，工作肾小球减少，滤过面积减少，尿量减少；滤过膜通透性：缺氧或中毒，通透性增加，出现蛋白尿、血尿）；肾小球有效滤过压的改变（肾小球毛细血管血压、血浆胶体渗透压和肾球囊内压）；肾血流量。

（二）肾小管和集合管的重吸收、分泌和排泄作用

原尿变为终尿，数量：大幅度下降，99%的水被重吸收；成分：营养物质急剧下降，排泄物浓度上升。

1、肾小管和集合管的重吸收作用：选择性、有限性重吸收；主动和被动重吸收方式； Na^+ ：几乎全部重吸收，近曲小管65-75%，主动，伴随 Cl^- 、水被动重吸收； Cl^- ：大部分伴随近曲小管钠离子主动重吸收而被动重吸收，少部分在髓祥升支粗段主动重吸收； H_2O ：99%重吸收，近曲小管60-70%被动，与体内是否缺水无关；髓祥和远曲10%，集合管10-20%主动，与体内是否缺水有关（ADH）； HCO_3^- ：80-85%近曲小管（以 CO_2 的形式间接吸收）； K^+ ：大部分在近曲小管主动，其余在髓祥、远曲、集合管；葡萄糖（G）：几乎全部，近曲小管主动（肾糖阈：肾小管对葡萄糖的重吸收有一浓度限度，超过这个浓度，旧不能完全重吸收而出现糖尿，这个浓度称肾糖阈）；氨基酸（AA）：几乎全部，近曲小管主动； HPO_4^{2-} 、 SO_4^{2-} ：与钠离子相伴联。

2、肾小管和集合管的分泌、排泄作用：分泌 H^+ 、 NH_3 、 K^+ ，排泄肌酐、有机酸、药物。

3、影响肾小管和集合管的重吸收作用的因素：原尿中溶质浓度的改变（渗透性利尿）；肾小管上皮细胞的机能状态；激素的作用（ADH、醛固酮、PTH、CT）。

4、影响ADH释放的因素：晶体渗透压增高（大出汗、腹泻、呕吐）、循环血量增加（大量饮水、输液）；ADH能促进远曲小管和集合管对水的重吸收（水利尿）。

三、尿液浓缩和稀释

生理意义—平衡和渗透压稳定；尿的稀释—髓祥升支粗段重吸收，主动钠、氯，水不吸收；尿的浓缩—髓质部；机制—逆流学说。

四、尿的排出

低级中枢：脊髓，高级中枢：脑干和大脑皮层；支配神经：盆神经、阴部神经、腹下神经；排尿反射为正反馈。

第九章 神经系统

感觉功能：感受分析和整合体内外各种刺激，产生感觉；**躯体运动功能：**在产生感觉的基础上，使体内外的各种刺激与躯体运动联系起来，控制和调节骨骼肌运动；**内脏活动功能：**在产生感觉的基础上，使体内外的各种刺激与内脏活动联系起来，调控平滑肌、心血管、腺体等活动；**脑的高级功能：**形成条件反射、动力定型、神经型。

一、神经元和神经胶质细胞

（一）神经元

神经细胞是神经系统结构和功能的基本单位。

1、结构：胞体和突起（树突和轴突）、轴丘。4个功能部位：受体部位（胞体和树突膜）、动作电位产生部位（轴突起始段或郎飞氏结）、传导动作电位部位（轴突）、递质释放部位（神经末梢）。

2、分类：传入、传出神经元；兴奋、抑制神经元；单极、双极、多极神经元。

3、功能：接受、分析处理和传递信息。

4、神经纤维的功能：传导神经冲动（沿神经纤维传导的兴奋和动作电位）。

5、神经纤维传导兴奋的一般特征：生理完整性（结构和功能上完整，切割、撕裂、挤压、有害的物理、化学刺激均会破坏其完整性）；绝缘性（准确性）；双向性；不衰减性（冲动的强度、频率、传导速度恒定）；相对不疲劳性。

6、影响神经纤维传导速度的因素：纤维直径；髓鞘；温度。

7、神经纤维的轴浆运输：轴突内的轴浆是经常在流动的，轴浆流动具有物质运输的作用，称为轴浆运输；包括顺向（胞体向轴突末梢流动）和逆向（末梢向胞体流动）运输。

8、神经的营养作用：神经对所支配的组织有双重作用，即功能性作用和营养性作用。

（二）神经胶质细胞

1、生理特性：有突起，无树突和轴突之分；与相邻细胞间存在缝隙连接，但不形成突触结构；随细胞外 K^+ 浓度改变而改变膜电位，但不能产生动作电位；具有分裂能力，能对神经组织损伤进行修补填充。

2、功能：支持作用；修复和再生作用；绝缘和屏障作用；免疫应答作用；物质代谢和营养性作用；稳定细胞外 K^+ 浓度；参与信息传递；参与某些递质及生物活性物质代谢。

二、神经元间的信息传递

神经元之间或神经元与效应器细胞之间的相互接触并传递信息的部位称突触；神经元与效应器细胞之间的突触也叫接头。根据信息传递物质的不同，突触可分为化学性突触（神经递质）和电突触（局部电流）。按功能突触分兴奋性突触和抑制性突触；按联系部位突触分轴-数型突触、轴-体型突触和轴-轴型突触。

（一）化学性突触传递

1、结构：突触前膜、突触间隙、突触后膜；根据前膜与后膜间有无紧密的解剖学联系，分定向突触和非定向突触。

2、定向突触（突触传递）：经典突触和神经-骨骼肌接头

3、非定向突触（非突触传递）：神经-心肌接头、神经-平滑肌接头

4、非突触传递过程：肾上腺素能纤维末梢分支上有许多结节状曲张体，内部含有递质。冲动—曲张体 释放递质，弥散邻近或稍远的靶细胞与受体结合，发挥作用。特点：无典型

突触结构，弥散，时间长；曲张体与靶细胞距离远，一对多。

5、突触传递的过程：兴奋性突触传递：神经冲动到突触前神经元末梢，突触小泡释放出兴奋性介质到突触间隙，与突触后膜受体结合，引起 Na^+ 、 K^+ 通透性提高，局部膜去极化，产生兴奋性突触后电位（EPSP），EPSP 的空间总和及 EPSP 的时间总和；抑制性突触传递：神经冲动到突触前神经元末梢，突触小泡释放出抑制性介质到突触间隙，与突触后膜受体结合，引起 Cl^- 内流， K^+ 离子外流，超极化，抑制性突触后电位（IPSP），突触后神经元兴奋性降低，时间空间总和，抑制状态。

6、突触传递的特征：单向传递；突触延搁；总和作用；对内外环境变化敏感和易疲劳；对某些化学物质的敏感（咖啡因、可可碱、土的宁）。

7、电突触传递机理（兴奋性）：突触前神经元末梢的动作电位跨突触间隙到突触后膜，去极化，兴奋性提高，引起兴奋。

8、神经递质：神经冲动经递质传递神经冲动；外周递质：胆碱能纤维（乙酰胆碱 植物神经节前纤维、大多数副交感神经节后纤维、躯体运动神经，少数交感纤维），肾上腺素能纤维（去甲肾上腺素，大多数交感神经节后纤维），嘌呤能和肽能纤维；中枢递质：乙酰胆碱；单胺类（NE、多巴胺和 5-羟色胺）；氨基酸类；肽类（P 物质和脑啡肽）。

9、调质：由神经元合成与释放，对递质信息传递起调节作用的一类化学物质。

10、受体：细胞膜或细胞内能与某些化学物质(递质、激素)发生特异性结合并诱发生物学效应的特殊生物分子。胆碱能受体：胆碱能受体毒蕈碱受体受体（M 型）、烟碱受体（N 型）；肾上腺素能受体（ α 受体和 β 受体）；突触前受体（肾上腺素能纤维末梢的突触前膜上存在 α_2 受体）；中枢递质受体。

11、配体：能和受体发生特异性结合的化学物质。受体激动剂：能与受体发生特异性结合，并产生生物效应的化学物质。受体拮抗剂：只发生特异性结合，但不产生生物效应的化学物质。二者统称配体。

12、受体与配体结合特性：特异性；饱和性；可逆性。

13、脱敏现象：受体长时间暴露于配体时，受体失去反应性。**同源脱敏：**细胞与其特异性配体结合后仅对其配体失去反应性，仍保持对其它配体的反应性。**异源脱敏：**细胞因与其特异性配体结合后对其它配体也失去了反应性。

三、反射活动的一般规律

反射是指在中枢神经系统参与下，机体对内外环境刺激所做出的适应性应答。

1、反射与反射弧：反射按形成特点分条件反射（后天形成，需要大脑皮层参与）和非条件反射（先天具有的，无须大脑皮层的参与，有食物性、防御性、性反射）；反射弧按传入和传出神经元间经过的突触的数目分为单突触反射（2 个神经元，如腱反射）和多突触反射（3 个及以上，如屈肌反射）。

2、反射中枢：指中枢神经系统中调节某一特定生理机能的神经细胞群及突触联系的综

合体。

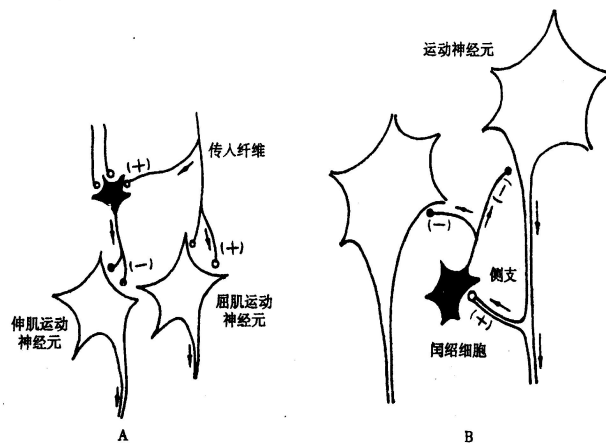
3、**神经元间的联系方式**：辐散式（扩散和放大）；聚合式（集中和整合）；环路式（正反馈和负反馈）；链锁式（后作用）。

4、**反射活动的一般特征**：最后公路原则；反射活动的习惯化与敏感化；兴奋节律的改变；后发放作用。

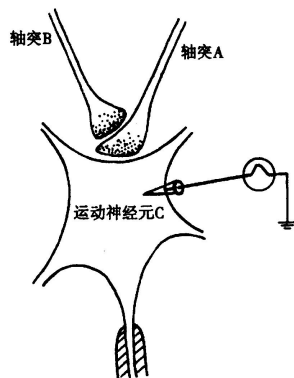
5、**中枢的兴奋**：扩散和集中（集中：不同部位传入冲动，引起中枢局部兴奋；扩散：某一部位传入冲动，又常在中枢某一局部兴奋后，扩散开来，引起其反射中枢兴奋）；后放（较强的刺激可引起中枢兴奋，停止刺激后，中枢兴奋并不马上消失，反射活动还要延续一段时间）；易化作用（当一些中枢神经元的兴奋性由于某些因素的影响而升高时，其阈值降低，使突触传递容易进行，相应的反射活动容易发生）。

6、**中枢的抑制**：当一些中枢神经元的兴奋性由于某些因素的影响而降低时，其阈值升高，使突触传递较难进行，相应的反射活动难于发生；有突触后抑制和突触前抑制之分。

7、**突触后抑制**：传入侧支性抑制和回返性抑制。



8、**突触前抑制**：



四、感觉分析功能

1、**感受器**：由特殊分化的传入神经末梢及其附属装置构成。**感觉阈**：引起感觉所需要的最小刺激强度。

2、**感受器的一般生理特性**：适宜刺激；换能作用；编码作用；适应现象；对比现象和

后作用。

3、脊髓的感觉传导路径：浅感觉传导路径（痛觉、温觉和轻触觉，脊髓交叉，即先交叉再前行）；深感觉传导路径（肌肉本体感受器、深部触觉，延髓交叉，即先前行再交叉）。

4、丘脑核团的分类：第一类(感觉接替核 A)、第二类核团(联络核 B)、第三类核团（中线核 束旁核等 C）。

5、丘脑的感觉投射系统：特异性投射系统（丘脑第一类、第二类核团发出纤维投射到大脑皮层特定区域）；非特异性投射系统（丘脑第三类核团发出纤维，经多次神经元接替，丘脑网状核团，弥散性投射到大脑皮层所有部位）。

五、躯体运动功能

（一）脊髓的调节

1、运动单位：一个 α 运动神经元及其所支配的全部肌纤维所组成的功能单位。 α 运动神经元称为脊髓反射的最后公路。

2、脊休克：突然横断动物的脊髓，导致断面以下的脊髓暂时丧失反射活动的能力，而进入无反应状态，这种现象称脊休克。**脊髓动物：**脊髓与高位脑中枢离断后的动物。

3、屈肌反射和对侧伸肌反射：屈肌反射：脊髓动物肢体的皮肤受到伤害性刺激时，同侧肢体的屈肌收缩，伸肌弛缓，肢体屈曲。对侧伸肌反射：当刺激增大到一定强度时，在同侧肢体屈曲反射的同时，还出现对侧肢体伸直的反射活动。

4、节间反射：脊动物在反射的后期出现。脊髓某些节段神经元发出的轴突于邻近上下节段的神经元发生联系，通过上下节段之间神经元的协同活动所进行的一种反射。如搔扒反射

5、牵张反射：当骨骼肌受牵拉而伸长时，肌肉的感受器受到刺激，反射性的引起被牵拉肌肉收缩的反射活动。包括腱反射和肌紧张；腱反射：快速牵拉肌腱引起的牵张反射。如跟腱反射、膝反射、肘反射；肌紧张：缓慢、持续牵拉，持续的轻度收缩状态。

（二）脑干的调节（延髓、脑桥和中脑）

1、脑干网状结构区：抑制区（延髓网状结构的腹内侧，抑制肌紧张和运动）；易化区（加强肌紧张和运动）。

2、去大脑僵直：中脑前后丘之间切断脑干，动物将出现四肢僵直，头后仰，尾巴上翘，躯干呈角弓反张状态。原因：皮层抑制区和纹状体的抑制作用消除，牵张反射加强；易化作用相对加强。

3、姿势反射：中枢神经系统调节骨骼肌的肌紧张或产生相应运动，以保持或改正动物躯体在空间的姿势。如状态反射、翻正反射。

（三）小脑对躯体运动的调节

1、维持身体平衡：古小脑。古小脑：绒球小结叶，其身体平衡功能与前庭器官及前庭核活动有关，又称前庭小脑。参与躯体姿势平衡。

2、调节肌紧张：旧小脑（易化区/抑制区）。旧小脑：小脑前叶和后叶的中间带构成，接受脊髓小脑束投射纤维，又称脊髓小脑。

3、调节随意运动：新小脑（小脑半球）。小脑性共济失调

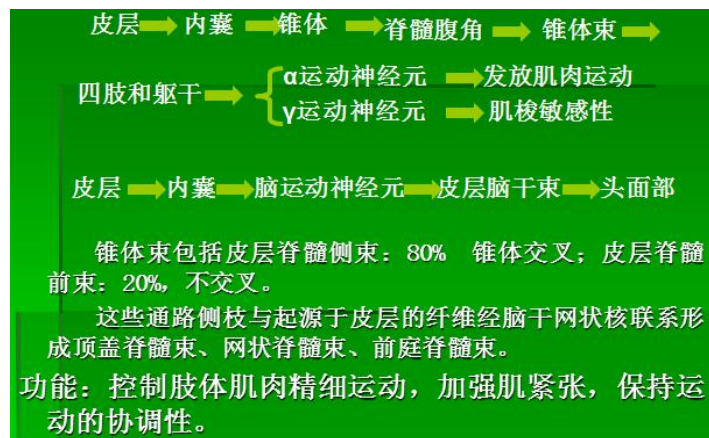
（四）大脑皮层

锥体系统、锥体外系统

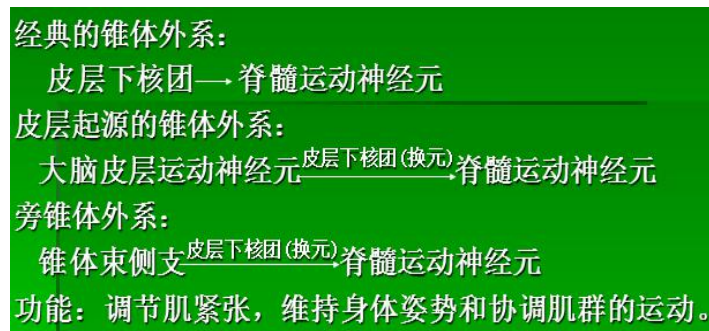
1、调节特点：交叉支配；精确功能定位；各肌肉在运动区内有大小不同的定位区域；不同家畜运动区皮层代表区大小有显著差异；运动区定位分布呈倒置。

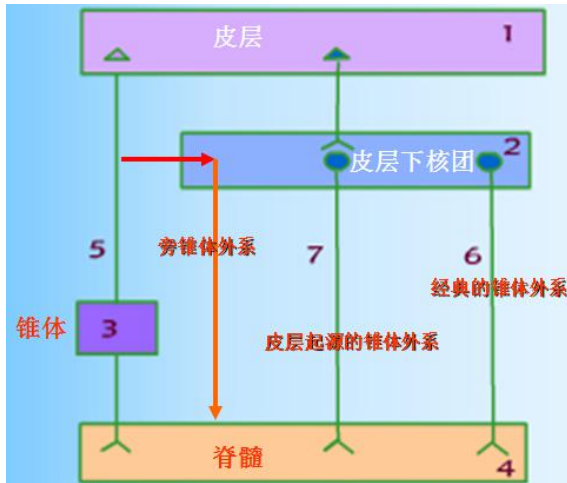
2、传出系统：锥体系统和锥体外系统。

3、锥体系统及功能



4、锥体外系统及其功能

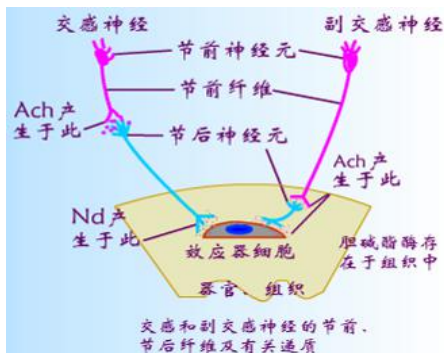




六、内脏活动功能

(一) 植物性神经的特征

起源不同（交感：胸腰脊髓灰质侧角；副交感：脑干的脑神经核或脊髓部灰质）；节后纤维长短不同（副交感N节后纤维短）；交感分布作用广泛，副交感局限；刺激时，交感N潜伏期长，后作用时间也长。



(二) 植物性神经的功能特点

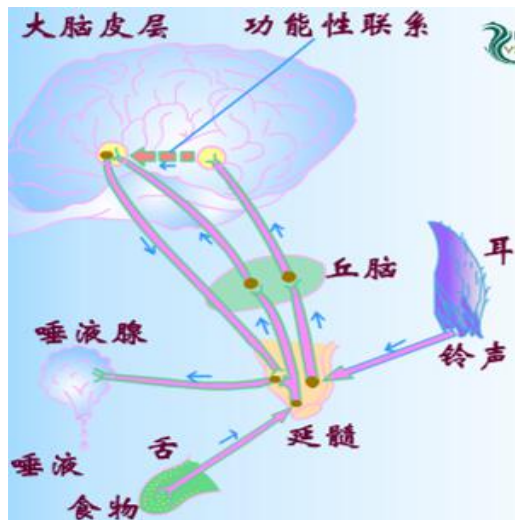
- 1、双重支配和对立统一
- 2、紧张性作用：静息时，植物性神经系统会自发的向效应器发放低频的神经冲动。
- 3、与效应器本身的功能状态有关：交感-肾上腺髓质系统；迷走-胰岛素系统

七、高级功能

(一) 条件反射

1、条件反射形成的条件：基础（非条件反射）；次序（条件刺激先于至少同时与非条件刺激出现）；强化（反复结合）；强度（非条件刺激的生理强度要大）。

2、条件反射形成机理：暂时性接通原理 消退或分化



3、条件反射生理意义：个体在后天生活过程中建立了大量的条件反射，可大大扩充机体的反射活动范围，增强机体活动的预见性和灵活性，从而提高机体对环境的适应能力；条件反射不仅数量无限，而且有一定可塑性，既可以新建或强化，又可以消退。

(二) 动力定型

家畜在一系列有规律的条件刺激和非条件刺激结合的作用下，经过反复和多次的强化，神经系统能够相当巩固地建立起一整套与刺激相适应的功能活动，表现出一整套有规律的条件反射。“习惯”

(三) 神经型：神经系统调节活动的个体特点。

神经元兴奋和抑制活动能力大小；神经元兴奋和抑制活动的均衡程度；神经元兴奋和抑制活动相互转化的难易。

兴奋型：行为上急躁、暴烈、活泼、不易受约束和带有攻击性。迅速建立条件反射，比较巩固，但精细程度和对类似刺激的辨别能力差。

活泼型：活泼、好动，对周围微小的变化迅速发生反应。条件反射建立快，精细辨别极相似刺激，作出不同反应，善于适应变化复杂的环境。

安静型：安静、细致、温顺而有节制，对周围环境变化反应冷淡。很好建立条件反射，形成速度较慢。

抑制型：胆怯、不好动，易于疲劳，常常畏缩不前和带有防御性。一般难于形成条件反射，形成后也不巩固。不能适应变化复杂的环境，难于胜任较强和较持久的活动。

第十章 内分泌

一、概述

内分泌：内分泌腺或内分泌细胞合成和分泌的某些特殊化合物，通过血液循环或扩散传递给相应靶细胞，调节其生理功能的过程。

1、激素：内分泌腺或细胞分泌的高效化学物质，它作为化学信使经体液传到靶细胞，

活化或抑制其固有的反应，以调节其生理功能。

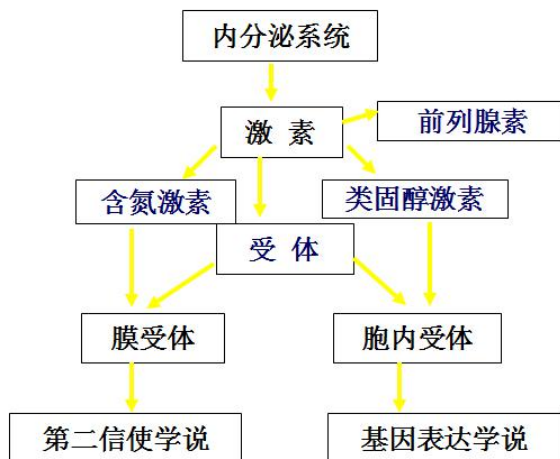
2、**激素的作用方式**：根据化学信息如何达到靶细胞，可分为：内分泌、神经分泌、旁分泌、自分泌、腔分泌。

3、**激素的分类**：含氮类激素（肽类、蛋白质、胺类激素）、类固醇激素、脂肪酸衍生物类激素。

4、**激素的作用**：促进生长发育；调节新陈代谢；维持内环境稳态；调控生殖过程；促进消化器官发育并维持其正常功能；参与机体的应激过程和免疫反应。

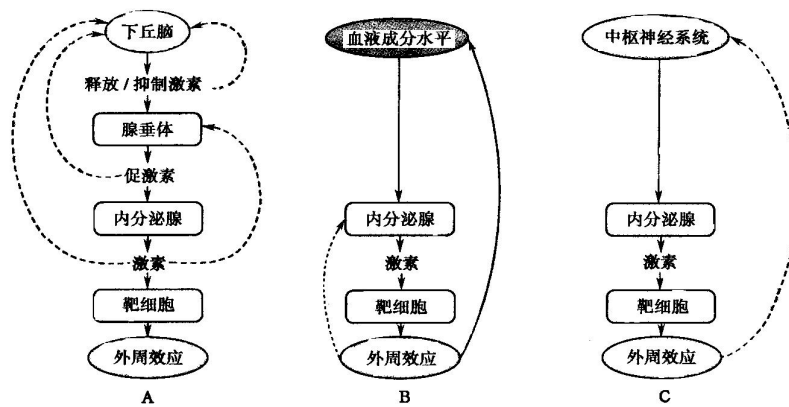
5、**激素作用的一般特征**：激素的信息传递作用；激素的高效能生物放大作用；激素作用的特异性；激素间的相互作用（协同作用是指不同的激素对某一生理效应具有同向的调节作用；拮抗作用是指不同的激素对同一生理效应具有相反的调节作用；允许作用是指某些激素虽然不能对靶器官、靶组织或靶细胞直接发挥作用，但它的存在却是另一种激素发挥作用的必要条件）。

6、**激素作用的机制**：根据受体存在的位置分两大类。**含氮激素的作用机制—第二信使学说**：激素为**第一信使**，与靶细胞膜上特异性受体结合；其结合物激活了膜内侧的腺苷酸环化酶；在镁离子存在下，ATP 变成 cAMP（**cAMP 为第二信使**），cAMP 进一步激活一种或多种 cAMP 依赖蛋白激酶系统，促进细胞内许多特异性蛋白的磷酸化作用，生成各种磷酸化蛋白，引起不同的生理反应。*** 第二信使还有 cGMP、Ca²⁺、IP3、DG 等。****类固醇激素作用机制—基因表达学说或二步作用机理**：类固醇激素分子较小并易溶于脂类，能穿过细胞膜进入细胞，与胞浆的特异性受体结合，在一定条件下构型发生改变具备进入核内的能力；进入核内的复合物与核内受体结合，形成核内受体-激素复合物，启动 DNA 转录过程，诱导生成新的蛋白质或酶，发挥生物学效应。



7、**激素分泌的调节**：**神经调节**：内外环境发生变化的信号传入中枢神经系统，经整合后可直接或间接地影响和调节激素的分泌（如神经垂体，肾上的髓质和某些胃肠道内分泌细胞直接受神经的控制）。**体液调节**：激素的反馈调节（当一种激素分泌经体液作用于靶细胞

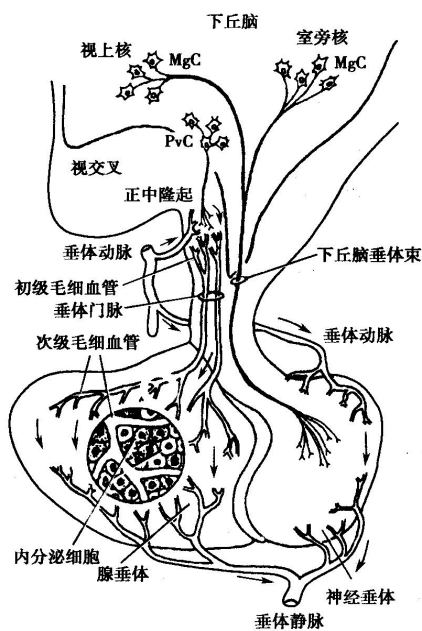
引起特异性生理效应时，几乎同时反馈控制该激素的分泌；根据反馈路线长短有：长反馈、短反馈、超短反馈三种，下丘脑-垂体-外周靶腺-靶组织，促垂体激素-促激素-激素）和代谢物的反馈调节（激素-代谢-代谢物-激素分泌，如胰岛素-血糖-胰岛素的分泌）



二、下丘脑与垂体

（一）下丘脑与垂体的结构和功能联系

促垂体区-垂体门脉系统-腺垂体（血液联系）；视上核、室旁核-轴突-神经垂体（神经联系）。



（二）下丘脑-神经垂体

- 1、分泌的激素：加压素（VP，抗利尿激素（ADH），视上核），催产素（OXT，室旁核）。
- 2、神经垂体激素的生理作用：VP：增加远曲小管和集合管对水的重吸收，缩血管和加压作用；OXT：诱发乳腺肌上皮和导管平滑肌收缩，排乳，雌激素诱导下可促进子宫收缩。
- 3、神经垂体激素分泌的调节：VP（前面已有），OXT 的释放主要依靠来自子宫颈，阴道和乳房的刺激。如交配、分娩等。

（三）下丘脑促垂体区

1、释放激素的种类和生理作用：6种释放激素或因子和3种释放抑制激素或因子。促肾上腺皮质激素释放激素(CRH),作用:促进ACTH的释放;促甲状腺激素释放激素(TRH),作用:促进TSH的合成和释放,有轻度刺激GH和PRL的释放;促性腺激素释放激素(GnRH),作用:调节FSH和LH的合成和释放;生长激素释放激素(GRH),作用:促进GH分泌;生长激素释放抑制激素(SS),作用:抑制GH的分泌同时抑制多种激素的分泌;催乳素释放因子(PRF),作用:促进PRL的分泌;催乳素释放抑制因子(PRIF),作用:抑制PRL的分泌;促黑素细胞激素释放因子(MRF),作用:促进MSH的分泌;促黑素细胞激素释放抑制因子(MRIF),作用:抑制MSH分泌。

2、释放激素分泌的调节：其它脑部(中脑、大脑皮层等)通过释放神经递质控制其活动;体液中激素和代谢物的反馈作用。

(四)腺垂体分泌的激素：8种:FSH、LH、PRL、ACTH、TSH、GH、LPH、MSH

1、腺垂体激素的生理功能：促性腺激素(FSH和LH),对雌性的作用:FSH促进卵泡早期发育,FSH和LH共同促进卵泡的最后成熟,FSH促进颗粒细胞的增殖,与LH共同促进卵泡分泌雌性激素,FSH和LH共同作用于成熟卵泡,使其排卵,排卵后,LH促进卵泡形成黄体;对雄性的作用:FSH和LH睾酮共同促进精子的生成,FSH促进支持细胞分泌雄激素结合蛋白,而后者维持曲精细管内有高浓度睾酮,以刺激生精细胞的成熟分裂,LH刺激睾丸间质细胞,使它们分泌睾酮;**ACTH:**主要刺激肾上腺皮质束状带和网状带增生,促进皮质激素的合成和分泌,而对醛酮分泌无重要作用;**TSH:**对甲状腺形态及甲状腺激素的生成,释放都有作用;**GH:**促进软骨的生成,促进皮肤、结缔组织、肝、肾等的生长,促进蛋白质合成和脂肪分解,抑制糖代谢,使能量来源由糖代谢转为脂肪代谢;**PRL:**促进乳腺生长、发育,并发动和维持泌乳;**MSH:**刺激黑素细胞内黑色素的生成和扩散,使皮肤变暗变黑,对两栖类有使肤色加深起保护作用,使哺乳动物皮肤和毛发颜色加深,但不起决定作用;**溶脂激素:**促进脂肪组织分解,释放脂肪酸,表现溶脂肪作用。

2、腺垂体激素分泌的调节：下丘脑的调控:下丘脑促垂体区释放激素和抑制激素的作用,神经肽、神经递质和神经调控物的作用,其它中枢部位的作用;反馈调节:靶腺激素血液中的浓度以直接反馈调节或通过下丘脑间接反馈调节,血中代谢物浓度,如血糖浓度对GH释放的调节作用。

三、甲状腺

(一)甲状腺激素种类

甲状腺素(3,5,3',5'-四碘甲腺原氨酸,简称T₄)和三碘甲腺原氨酸(3,5,3'-三碘甲腺原氨酸,简称T₃)两种,它们都是酪氨酸碘化物。另外,甲状腺也可合成极少量的逆-T₃或反T₃(rT₃),它的生物活性很低。

甲状腺激素合成的原料有碘和酪氨酸，甲状腺激素的合成过程包括四步：腺泡聚碘、I⁻的活化、酪氨酸的碘化、碘化酪氨酸的耦联。一碘酪氨酸（MIT）、二碘酪氨酸(DIT)和甲状腺素结合球蛋白（TBG）。

（二）甲状腺激素的生理功能

T₃、T₄作用范围广，持续时间长，调节新陈代谢、生长和发育。

1、调节新陈代谢：产热效应；促进小肠黏膜对糖的吸收，增强糖原分解，抑制糖原合成，并能增强肾上腺素、胰高血糖素、皮质醇和生长激素的升糖作用，因此，甲状腺激素有升高血糖的作用，可加强外周组织对糖的利用，也有降低血糖的作用。甲状腺功能亢进时，血糖升高，有时出现糖尿。促进脂肪酸氧化，增强儿茶酚胺与胰高血糖素对脂肪的分解作用。T₄与 T₃既可以促进胆固醇的合成，又可通过肝脏加速胆固醇的降解，且分解大于合成；能促进蛋白质的合成，使肌肉、肝与肾的蛋白质合成明显增加，细胞数量增多，体积增大，尿氮减少，表现为正氮平衡状态。甲状腺激素分泌不足时，组织细胞内蛋白质合成减少。甲状腺激素分泌过多时，则使外周组织蛋白质分解加速，尿氮增加，呈现为负氮平衡状态；**对水和电解质的影响：**利尿作用，缺乏时造成粘液性水肿，促进骨溶解，尿中 Ca、P 排出，并促进钾离子的释放；**对 Vit 代谢的影响：**可影响 Vit 的代谢，过多或过少均会导致 Vit 缺乏症。

2、对生长发育的作用：促进细胞分化和组织器官的发育，在神经、肌肉、骨骼的正常发育中起作用，幼畜甲状腺机能不足造成呆小症。

3、对神经系统的作用：对中枢神经系统的发育和功能有重要影响，如胚胎期，幼时期缺乏则脑细胞体积减小，传导和反应能力降低，成年亢进时，兴奋性提高，表现不安，过敏和激动，减退时，感觉迟钝，反应缓慢，嗜睡。

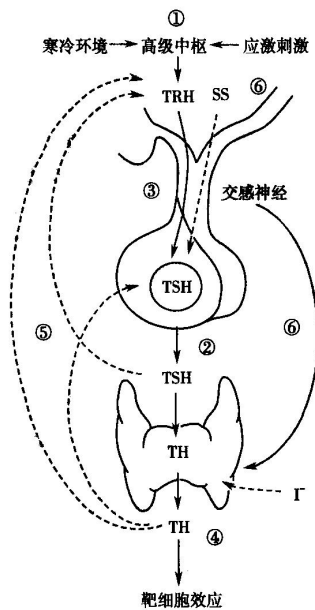
4、生殖和泌乳的作用：影响性腺发育，副性征出现及泌乳，幼畜缺乏时则性腺发育停止，不表现副性征，成年缺乏时，则影响公畜精子成熟及母畜发情，排卵。

5、对其它器官的作用：心血管系统：心率加快，心缩力、心输出量增加，消化系统：消化腺分泌、消化道运动加强。

（三）甲状腺功能的调节

1、下丘脑-垂体-甲状腺轴的作用：TRH-TSH-T₃、T₄

在下丘脑-腺垂体-甲状腺轴调节系统中，下丘脑 TRH 神经元接受神经系统其它部位传来的信息，把环境因素与 TRH 神经元活动联系起来，释放 TRH，通过垂体门脉系统刺激腺垂体分泌 TSH，TSH 刺激甲状腺滤泡增生、甲状腺激素合成与分泌；当血液中游离的 T₃ 和 T₄ 达到一定水平又产生负反馈效应，抑制 TSH 和 TRH 的分泌，形成 TRH-TSH-T₃、T₄ 分泌的反馈自动控制环路。



2、交感神经和儿茶酚胺的作用：二者可刺激甲状腺素的合成和分泌。目前认为，甲状腺功能不仅受下丘脑-腺垂体-甲状腺轴的调节，而且还受交感神经-甲状腺轴和副交感神经-甲状腺轴的调节。这几种调节甲状腺功能的途径具有不同的意义，下丘脑-腺垂体-甲状腺轴主要调节各效应激素的稳态；交感神经-甲状腺轴的作用是在内外环境急剧变化时，确保应急情况下对高水平激素的需求；副交感神经-甲状腺轴，则可能在激素分泌过多时发挥调节作用。

3、自身调节：甲状腺本身还具有适应碘的供应变化，调节自身对碘的摄取以及合成与释放甲状腺激素的能力；在缺乏 TSH 或 TSH 浓度不变的情况下，这种调节仍能发生，称为自身调节。它是一个有限度地缓慢的调节系统。

四、肾上腺

(一) 肾上腺皮质激素

1、皮质激素的种类和分泌：均为类固醇类激素，分为三类；盐皮质激素：由球状带分泌，参与水盐代谢，如醛固酮等；糖皮质激素：由束状带和网状带分泌，参与糖代谢调节，如皮质醇、皮质酮等；性激素：由网状带分泌，以脱氢异雄酮为主，还有少量的雌二醇皮质激素。

2、皮质激素的生理激素作用：盐皮质激素：醛固酮是调节机体水盐代谢的重要激素，促进肾远曲小管及集合管重吸收钠、水和排出钾，即保钠、保水和排钾作用，对维持细胞外液量和循环血量的稳态具有重要意义；糖皮质激素：调节糖、脂肪、蛋白质的代谢（加强肝细胞内肝糖元合成和糖原异生作用，限制骨骼肌和脂肪组织对葡萄糖的摄取和利用，促进组织中蛋白质和脂肪的分解），对某些器官组织的作用，生理剂量的糖皮质激素是骨骼肌心血管和神经系统等器官组织正常活动所必须的，缺乏或过量均出现异常，参与应激反应，应激时糖皮质激素分泌升高，但并不表现皮质机能亢进的特征，说明是机体对糖皮质的需要量增大，抗炎和抗免疫作用：糖皮质激素对炎症的发生和发展有抑制作用；性激素：正常时因分

泌量少，并不产生明显效应，过量分泌时因性别和年龄不同而引起机体的异常改变。

3、皮质激素分泌的调节：糖皮质激素分泌的调节：下丘脑-垂体-肾上腺皮质轴（CRF-ACTH-糖皮质激素）；盐皮质激素分泌的调节：肾素-血管紧张素-固酮系统，血浆钠离子和钾离子的浓度变化，ACTH的作用。

4、应激：当动物受到一系列非特异性刺激（如缺氧、创伤、手术、饥饿、疼痛、寒冷及惊恐等）时，血液中ACTH和糖皮质激素含量立即升高。一般将此类刺激统称为应激刺激，应激刺激引起的机体与适应性及耐受性有关的反应称为应激。

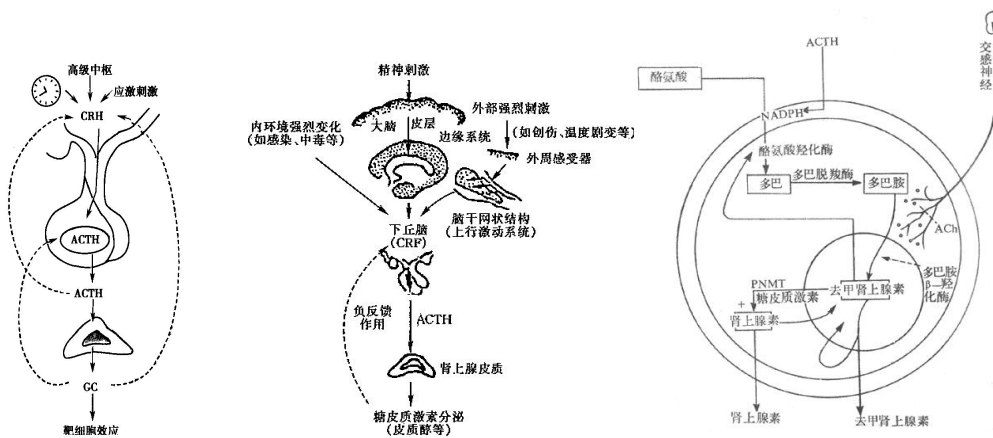
（二）肾上腺髓质激素

1、髓质激素及其生物合成：多巴胺、去甲肾上腺素、肾上腺素—儿茶酚胺类激素，它们合成的主要前提物是酪氨酸，同时它们也为神经递质物质。

2、肾上腺髓质与交感神经系统的关系：肾上腺髓质直接接受交感神经节前纤维的支配，节前纤维是胆碱能纤维，当其进入髓质后既与嗜铬细胞构成突触。在乙酰胆碱刺激下生成和释放髓质激素，通常称为交感神经-肾上腺髓质系统，当交感神经系统兴奋时，肾上腺髓质分泌增高，二者共同构成机体的应急系统，保证自身的生存。

3、髓质激素的生理作用：髓质激素的总效应是与交感神经系统协同动员机体应付紧急情况。**应急：**当机体遭遇特殊紧急情况时，如剧烈运动、缺氧、剧痛、畏惧、焦虑、失血、脱水、暴冷、暴热等，交感-肾上腺髓质系统功能紧急动员引起的适应性反应，称为应急反应。应急反应和应激反应的刺激类似，但应激反应主要是加强机体对伤害刺激的基础耐受能力，而应急反应更偏重提高机体的警觉性和应变能力。受到外界的刺激时，两种反应往往同时发生，共同维持机体的适应能力。

4、髓质激素分泌的调节：机体在受到应激刺激时，一方面通过下丘脑-垂体-肾上腺皮质轴引起皮质激素分泌升高，皮质与髓质有密切的细胞与血液联系；另一方面可通过下丘脑-交感神经-肾上腺髓质系统引起髓质激素分泌增高。



五、胰岛

（一）胰岛激素及其作用

胰岛：B细胞-胰岛素；A细胞-胰高血糖素；D细胞-生长抑素；PP细胞-胰多肽；D₁

细胞-血管活性肠肽

1、胰岛素：全面促进物质合成代谢的关键激素，与其他激素共同作用，维持物质代谢水平的相对稳定。胰岛素的靶器官主要是肌肉、肝和脂肪组织，主要通过调节代谢过程中多种酶的生物活性来影响物质代谢。

2、胰高血糖素：胰高血糖素的生理作用与胰岛素的作用相反，胰高血糖素是一种促进分解代谢的激素。

3、生长抑素和胰多肽（略）

（二）胰岛功能的调节

1、血糖浓度：是胰岛素和胰高血糖素分泌的主要调节因素。血糖浓度升高，胰岛素分泌升高，胰高血糖素分泌下降，反之亦然。

2、神经系统的作用：刺激迷走神经，胰岛素分泌升高；刺激交感神经，胰岛素分泌下降，胰高血糖素分泌升高。

3、激素的作用：肾上腺素、肾上腺皮质激素、生长激素和甲状腺激素等，可通过调节血糖浓度间接调节胰岛素的分泌；胃肠激素：抑胃肽、胰高血糖素—胰岛素升高，促胰液素、促胃液素、CCK-胰高血糖素升高，胰岛内激素间的相互作用（旁分泌形式）。

六、调节钙磷代谢的激素

（一）激素种类及作用部位

1、种类：甲状旁腺激素（PTH）、降钙素（CT）、1,25—二羟胆钙化醇。

2、作用部位：肠道、骨骼、肾脏。

（二）激素的作用

1、PTH：由甲状旁腺的主细胞分泌。生理作用：升高血钙和降低血磷，调节血钙和血磷水平的稳态。

2、CT：由甲状腺C细胞分泌。生理作用：降低血钙、血磷。

3、1,25-二羟胆钙化醇（1,25-(OH)₂D₃）：维生素D₃不是内分泌细胞合成的激素，但在体内经修饰活化后可成为参与骨代谢调节的重要激素。维生素D₃是胆固醇的衍生物，也称胆钙化醇，在紫外线照射下，动物真皮层中的7-脱氢胆固醇迅速转化成维生素D₃原，然后再转化为维生素D₃，然后先在肝内经25-羟化酶系催化成25-OH-D₃，还需经肾脏在1 α -羟化酶系的催化下形成1,25-(OH)₂-D₃。生理作用：升高血钙、血磷。

（三）PTH、CT和1,25-二羟胆钙化醇分泌的调节

1、血钙浓度：血钙降低—（+）PTH分泌、（-）CT分泌、（+）1,25—二羟胆钙化醇分泌；血钙升高—（-）PTH分泌、（+）CT分泌、（-）1,25—二羟胆钙化醇分泌。

2、血磷浓度：血P浓度影响血钙浓度，间接调节PTH、CT的分泌。血P升高—血Ca降低—PTH升高，CT降低。

3、PTH、CT和1,25-二羟胆钙化醇相互作用、相互影响

七、其他内分泌腺和激素

（一）松果体

1、**激素种类：**吲哚（褪黑素，MLT）和肽类激素（8-精催产素，AVT）。

2、**MLT 的作用及分泌调节：**MLT 对神经系统影响广泛，主要有镇静、催眠、镇痛、抗惊厥、抗抑郁等作用，能抑制下丘脑-腺垂体-性腺轴（更明显）与下丘脑-腺垂体-甲状腺轴的活动，参与机体的免疫调节、生物节律的调整。分泌主要受光照的影响。

（二）胸腺素

多肽类激素：胸腺素，胸腺生长素等，主要功能保证免疫系统发育，参与机体的免疫功能调节。

（三）前列腺素

体内一种重要的组织激素，属于脂肪酸衍生物，有 A、B、C、D、E、F、G、H、I 9 种，每种还有若干亚型。作用广泛：心血管系统、生殖系统、神经系统、泌尿系统、消化系统、呼吸系统、内分泌系统、脂代谢、防御系统。

（四）瘦素

瘦素是由白色脂肪组织分泌的多肽类激素，肥胖基因表达的产物。主要作用降低食欲，调节体内的能量平衡，也可以通过肾上腺轴、性腺轴、甲状腺轴、生长轴影响内分泌系统的活动，参与机体新陈代谢及多方面功能活动的调节。分泌主要受体脂含量的影响。

第十一章 生殖

一、雄性生殖生理

（一）雄性生殖器官

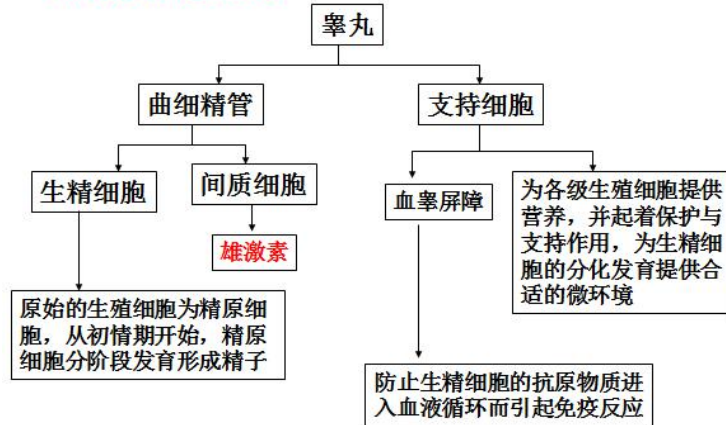
睾丸、附睾、阴囊、输精管、副性腺（尿道球腺、前列腺、精囊腺）、尿道、阴茎、包皮、尿生殖道。

（二）睾丸及其功能

睾丸的主要功能是生成精子和分泌雄性激素。

1、概述

睾丸的结构组成

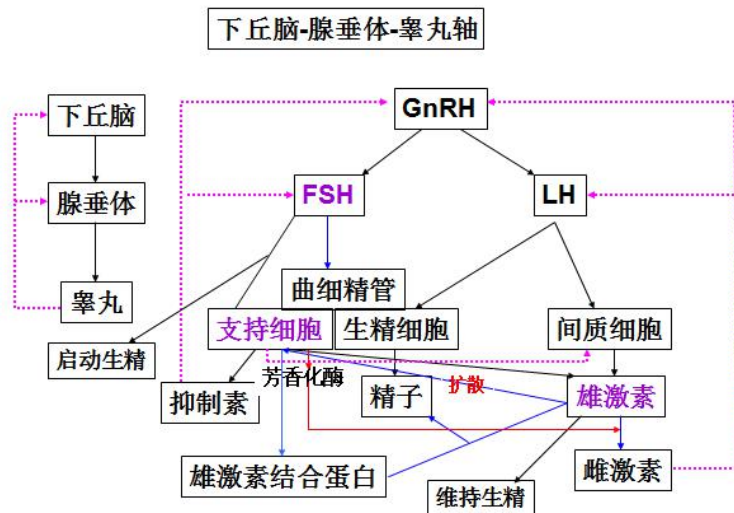


2、睾丸的生精功能：精子生成需要适宜的温度，如睾丸在腹腔内或腹股沟内（隐睾症），由于温度比阴囊内温度高 1-8℃，将影响精子生成而不能生育。

3、睾丸的内分泌功能：睾丸主要分泌类固醇激素，总称为雄激素，包括睾酮、雄烯二酮、去氢异雄酮和雄酮等，其中以睾酮最多，活性最强，另外还分泌抑制素。

4、雄激素的生理作用：促进附属生殖器官的发育及其分泌活动；促进精子生成和成熟，延长附睾内精子的寿命；刺激雄性副性征的出现，引起雄性动物的性欲和性行为；促进体内蛋白质的合成及骨骼的生长和发育，使机体呈现氮的正平衡；雄激素能增加促进红细胞生成素的生成。

（三）睾丸功能的调节



二、雌性生殖生理

（一）雌性生殖器官

卵巢、输卵管、子宫、阴道、前庭、阴门及相关腺体。完成卵子的发生、成熟、运输、受精、妊娠及分娩过程。

（二）卵巢及其功能

产生卵子和分泌雌性激素。

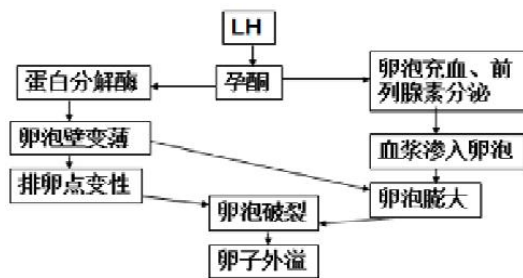
1、生卵作用：卵泡闭锁：卵泡及其中的卵母细胞不经排卵而退化消失的过程。形态闭锁和功能闭锁。

2、卵巢的内分泌功能：卵巢分泌雌激素（包括雌二醇、雌酮、雌三酮）、孕激素和少量的抑制素。雌激素的分泌和生理作用：雌激素主要由卵巢的卵泡膜细胞和颗粒细胞分泌，包括雌二醇、雌酮和雌三酮，其中雌二醇活性最强，主要生理作用是促进和调节副性器官的发育并促进副性征出现，具体有：促进雌性附属器官生长发育和成熟；促进乳腺导管系统的生长；促进软骨骨的钙化，抑制骨的生长；引起母畜发情、求偶、接受交配。孕激素的分泌和生理作用：孕激素主要由卵巢的黄体细胞分泌，孕酮是主要的孕激素，主要生理作用保证受精卵着床和维持妊娠，包括：在雌激素作用的基础上进一步促进子宫内膜的增生，血管和腺体增长，并引起这些腺体分泌，为受精卵着床和营养作好准备；降低子宫机体对催产素的敏感性，使子宫安静，从而维持正常的妊娠过程；促进乳腺的腺泡发育，使乳腺达到成熟状态，为分娩后的泌乳作好准备；抑制排卵和发育。

3、性周期：母畜从初情期开始至性机能休止的生育阶段中，伴随卵巢内卵泡发育、成熟和排卵，整个机体和生殖系统所发生的形态、功能及行为的周期性变化。性周期发情周期分期：发情前期、发情期、发情后期和间情期。

4、排卵：成熟卵泡破裂，将次级卵母细胞及其外周的透明带和放射冠随卵泡液一起排出卵巢的过程。排卵类型：自发性排卵（卵泡发育成熟后可自然发生破裂而排卵，如牛、马、猪、羊等）、诱发性排卵（卵泡发育成熟后必须通过交配活动才能排卵，如猫、兔和骆驼）。

5、排卵机理：自发性排卵动物：当卵泡成熟，雌性激素分泌达峰值时，通过正反馈作用于下丘脑 GnRH 大量分泌，激发 LH 快速大量分泌，LH 高峰排卵；诱发型动物：通过交配刺激诱发 LH 高峰排卵而抑制 FSH 分泌，阻止卵泡发育。



6、性成熟：家畜生长发育到一定时期，生殖器官和副性征基本发育完全，开始具有生殖能力，这一时期称性成熟。

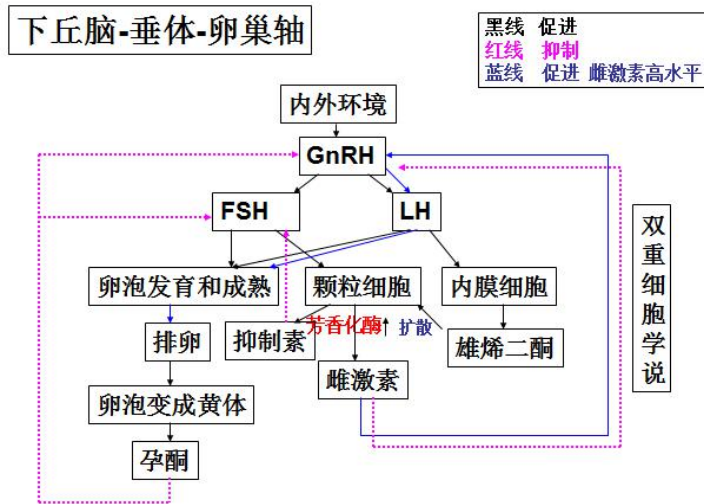
7、体成熟：达到性成熟时，身体仍在生长发育，经过一定时间后，身体发育成熟，这一时期称体成熟。

8、初情期：在未达到性成熟之前，母畜初次发情时，称为初情期。

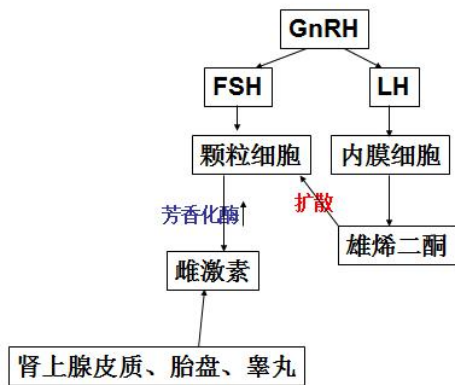
9、性季节：终年繁殖的动物如牛、猪，发情周期在一年中可循环多次出现，称终年多次发情。季节性繁殖动物只有在繁殖季节才出现发情周期。其中马、绵羊为季节性多发情；

狗熊为季节性单次发情。非繁殖季节动物无发情表现称为**乏情期**。

(三) 卵巢功能的调节



雌激素产生的双重细胞学说



三、受精和授精

(一) 概念

1、**受精**：精子与卵子相互作用并形成合子的过程。过程：卵母细胞受精前准备、精子获能、顶体反应、精子穿过透明带、精卵质膜融合、卵子激活、卵的皮质反应、雌雄原核融合。

2、**授精**：指用人工采集精液并将精液注入雌性生殖道内的过程。

(二) 精子运行及激活

1、**射精类型和精子获能部位**：子宫和阴道射精型；获能部位分别在子宫和阴道，腹腔也可以。

2、**精子获能**：哺乳动物射出的精子在雌性生殖道内经历一段成熟过程，才具有受精能力，这一过程称精子获能。

(三) 受精机理

1、**受精部位**：输卵管壶腹部

2、**精卵识别**：精子与卵子间的特异性结合是通过精子表面的蛋白与卵子表面的受体相互作用而实现的，精卵之间的相互识别具有种属特异性。

3、**顶体反应 (AR)**：获能精子顶体释放酶并溶解放射冠和透明带的过程称顶体反应。

4、**精卵质膜融合**：精子穿过透明带与卵质膜融合的过程。是受精的关键。

5、**卵子激活**：卵子从减数分裂中的静息状态恢复并获得向前发育到第一次卵裂前的过程。

6、**皮质反应 (CR)**：精卵膜接触时，卵膜发生局部电位变化，使卵膜结构、成分发生变化，负电荷增多，向四周扩散，制止其他精子膜与卵膜融合。可阻止多精受精。

7、**透明带反应**：精子与卵子融合后，皮质反应胞吐到卵周隙中的酶类即引起透明带糖蛋白的变化，从而阻止多精入卵，称透明带反应。

8、**卵黄膜反应**：卵黄紧缩，卵黄膜增厚，排出部分液体，进入卵囊周围。

(四) 异常受精

哺乳动物大多为单精受精，异常受精种类：多精受精、雄核发育、雌核发育、双雌核发育。

四、妊娠

1、**妊娠识别**：在妊娠初期，孕体（胎儿、胎膜、胎水）发出信号（类固醇激素或蛋白质）传递给母体，母体随即产生反应进而阻止黄体退化以维持孕酮的持续分泌和促进孕体的继续发育，并在母体和孕体间建立密切的联系，这一生理过程称妊娠识别。

2、**附植**：活化的囊胚滋养层细胞与母体子宫上皮细胞间逐步建立起组织及生理上联系的过程称附植。

3、**妊娠的维持**：附植后，由胎盘提供营养，使胚泡在子宫内继续生长发育直至分娩的生理过程。

胎盘是维持妊娠的必要条件，孕酮是维持妊娠的主要调节因子，胎盘由胎膜的绒毛膜（胎儿胎盘）和妊娠子宫黏膜（母体胎盘）组成。

4、**妊娠期**：从卵子受精到正常分娩所经历的时间。

五、分娩

分娩：胎生动物借助子宫和腹肌的收缩将发育成熟的胎儿及其附属膜（胎衣）排出的自发性生理过程。

胎儿和母体均参与正常的分娩过程，反刍动物**胎儿的内分泌系统**对于分娩发动起决定性作用，而在其他动物是次要的。分娩能否顺利进行取决于**产力、产道和胎儿**3个因素。分娩过程一般可分为：**开口期（宫颈扩张期）、产出期（胎儿娩出期）和胎衣排出期（胎盘娩出期）**。

分娩时激素的变化：雌激素升高、孕激素下降、二者的比值增大、松弛素增加、前列腺素和催产素增加。

第十二章 泌 乳

一、乳的分泌

乳腺组织分泌细胞从血液摄取营养物质生成乳后，分泌入腺泡腔内，此生理过程为**乳的分泌**。

乳的分泌包括**启动泌乳**和**维持泌乳**两个过程，主要通过神经-激素途径调节。

启动泌乳：乳腺适当发育的雌兔只需 PRL 就可启动泌乳，其它动物则需 PRL、GH 和肾上腺皮质激素的协同作用；

维持泌乳：腺垂体释放的 PRL、ACTH、GH 和 TSH 都是维持泌乳的必要条件，其中 PRL 最重要，乳腺导管系统内压也是维持泌乳的重要因素，即乳腺有规律的几乎完全排空是维持泌乳的必要条件。反刍动物维持泌乳与 GH 有关，与 PRL 关系不大。

二、乳

1、**初乳**：母畜分娩后最初 3-5 天乳腺所产的乳。特点：干物质高；丰富的球蛋白、清蛋白、白细胞、免疫抗体、酶、维生素、溶菌素；含有较多的无机盐（镁盐有轻泻作用，排除胎粪），所以初乳不可代替。

2、**常乳**：初乳期过后乳腺所分泌的乳汁。蛋白质主要为酪蛋白，糖主要是乳糖，体内其他部分所没有的。

三、乳的排出

1、**排乳**：哺乳或挤乳时反射性地引起乳房容纳系统紧张度的改变，使乳腺泡和乳导管中的乳液迅速流入乳池排出体外的过程。

乳汁分泌和排乳合成泌乳。

2、**乳的容纳系统**：包括乳腺的全部腺泡腔、导管、乳池。

3、**排乳过程**：最先排出的是乳池乳，接着是反射乳（由排乳反射从腺泡及乳导管所排出的乳），最后是残留乳（挤乳或哺乳后的乳房内还留有的一部分乳汁）。

四、排乳反射

条件反射和非条件反射，由高级中枢、下丘脑和垂体参加的复杂活动，传出途径：单纯神经和神经-体液途径，易形成排乳抑制。