

第三章：雄性的生殖生理

内容提要与教学要求

本章教学目的是了解雄性性机能发育阶段及影响性机能的各种因素，熟悉精子的发生机理与形态结构，精液生理特性及影响因素等，重点是通过学习，掌握精子、精液理化性质及外界因素的影响。



第三章：雄性的生殖生理

第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

第二节：精子的发生和和形态结构

第三节：精子的生理特性

第四节：精液的组成及理化特性



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

本节主要内容

- 初情期与性成熟
- 适配年龄
- 繁殖机能停止期
- 雄性性行为



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

一、初情期与性成熟

1、初情期 (puberty)

指雄性个体第一次释放有**受精能力**的精子，并表现出**完整性行为序列的时期**。此时，公畜进入最为迅速的生长阶段，开始具有使母畜受孕的能力，但**精子活力和正常精子数**低于性成熟者。



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

意义：标志着公畜和母畜具有初步的繁殖能力。

初情期年龄越小，表明动物性早熟。

特点：繁殖力低，生殖器官发育迅速。

应用：繁殖力低,不可作为种用

公母应分群饲养，防止误配；

确保机体及生殖器官发育的营养需要



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

(1) 初情期的变化过程：

①生殖器官：初情期前，生长缓慢，随着年龄的增长，也随增长性腺达达成熟。当到一定年龄和体重，便进初情期。

②性细胞：随初情期开始，精细管内出现精子发生的活动，进入初情期才达成熟。有繁殖的可能。



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

(2) 初情期开始的机理：

与下丘脑—垂体—性腺轴的分泌机能有关。

幼龄在初情期前，垂体前叶分泌微量促性腺激素、生长素、雄激素。促性腺激素对性腺发育有刺激作用，使睾丸产生雄激素，但开始时，性腺缺乏敏感性，随激素的增加，并在生长激素的协同作用下，才有敏感性，于是分泌较多雄激素，促生殖器官发育，并引起性反射，并产生成熟生殖细胞。一般先产生雄激素后才生成精子，随年龄增长，达到初情期时促性腺激素分泌频率不断增加，雄激素分泌浓度也上升。



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

2、性成熟

性成熟期：青年公畜经过初情期后，身体和生殖器官进一步发育，**已具备成熟和完善生殖机能的时期**，标志着动物个体达到具有正常繁殖能力的时期。

体成熟(body maturity):是指动物各种器官发育完善，机能正常的年龄



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

3、性成熟与体成熟的关系

初情期年龄 < 性成熟年龄 < 体成熟年龄

以牛为例，初情期年龄12月龄，性成熟年龄18月龄；体成熟年龄2-3岁左右。

以人为例，初情期年龄12-13岁，性成熟年龄15-18岁；体成熟年龄20岁左右。



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

各种雄性动物性成熟和体成熟的时间

畜种	性成熟期(月)	体成熟期(月)
牛	10-18	24-36
水牛	18-30	36-48
猪	3-6	9-12
羊	5-8	12-15
兔	3-4	6-8
马	18-24	36-48



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

4、影响公畜性成熟的因素

内因：体内激素含量受垂体控制，而垂体前叶分泌的促性腺激素和生长素是依年龄不同而有所不同。幼龄动物达初情期虽有分泌机能，对其主要生殖腺（睾丸）对激素缺乏敏感性，随年龄的升高，在生长素的协同下逐渐有敏感性，睾丸才分泌较多的雄激素，使性腺产生成熟配子。



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

一、初情期与性成熟

外因：是指的品种、个体营养水平、管理水平、气候环境、出生等

一般来说：小动物早于大动物，培育品种早于原始品种，地方品种早于外来品种，饲养管理水平高的早于差的，气候温暖的地区早于寒冷

另外，出生季节对其也有一定的影响，群居生活比独立的早等。



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

二、适配年龄

1、适配年龄

根据品种、个体发育及繁殖能力等，确定适用于配种的公畜年龄。

应用：

- 1.种畜适配年龄应晚。
- 2.商品畜适配年龄可适当提前。
- 3.用于后评定的种畜采精在性成熟时进行，但频率不可过高。



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

三、繁殖机能停止期

因衰老、疾病等因素导致公畜繁殖机能停止的时期。

一般在种用性能下降时即淘汰。



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

四、雄性性行为

1、性行为的表现(性行为序列)

(1)性激动：

(2)求偶：

(3)交配：

(4)射精：

(5)性失效：



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

行为链：动物的上述性行为是按照一定的顺序确定进行的，将动物固定的有顺序发生性行为的过程，称为**性行为链(sexual behavior chain)**。

不同年龄动物性行为特点：初情期动物性行为链尚未形成，常发生异常性行为，需要进行调教、引导；成年公畜具有正常固定的性行为链。

第一节：雄性动物的性机能发育和性行为



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

2、引起性行为的原因

感官刺激：嗅觉、视觉和听觉刺激，触觉刺激

激素：直接对公畜的中枢神经系统起着性刺激作用而导致性行为产生的激素，主要是雄激素(季节性或非季节性动物)

神经系统：将激素与感官刺激结合并转化为性冲动



第一节：雄性动物的性机能发育和性行为

3、影响性行为的因素

遗传因素:不同种类、品种、个体间都存在着性行为形式或强度的很大差异。

公畜体况和性经验:视个体情况而定

环境因素:影响性行为的正常表现。

母畜状态:母畜的性生理状态、体型和毛色等，也影响着公畜性行为。



本节小结

- 1、初情期和性成熟的概念及形成机理
- 2、影响公畜性成熟的因素
- 3、适配年龄的基本概念及应用
- 4、雄性性行为的表现及影响因素



本节结束



青岛农业大学
QINGDAO AGRICULTURAL UNIVERSITY

成人高等教育省级特色课程-家畜繁殖学

第二节 精子的发生和形态结构

本节主要内容

- 精子的发生
- 精子在附睾内的成熟与贮存
- 精子的形态结构



第二节 精子的发生和形态结构

一、精子的发生

1. 精子发生过程

指精子在睾丸内产生的全过程，包括精细管上皮的生精细胞由精原细胞经过精母细胞到精子细胞的增殖发育过程和精子形成过程。

- 精原细胞增殖
- 精母细胞发育与成熟分裂
- 精子的形成



第二节 精子的发生和形态结构

(1) 精原细胞的增殖

位置：最外层，紧贴基底膜。分为三类：

A型：最外层，椭圆形，形状较大，胞质少，核内染色质分布均匀。

中间型：呈圆形，体积较大，着色浅，有1-2个核，胞质无糖元。

B型：圆形核，不规则核仁，形状小，脱离基底膜。



第二节 精子的发生和形态结构

(2) 精母细胞及其成熟分裂

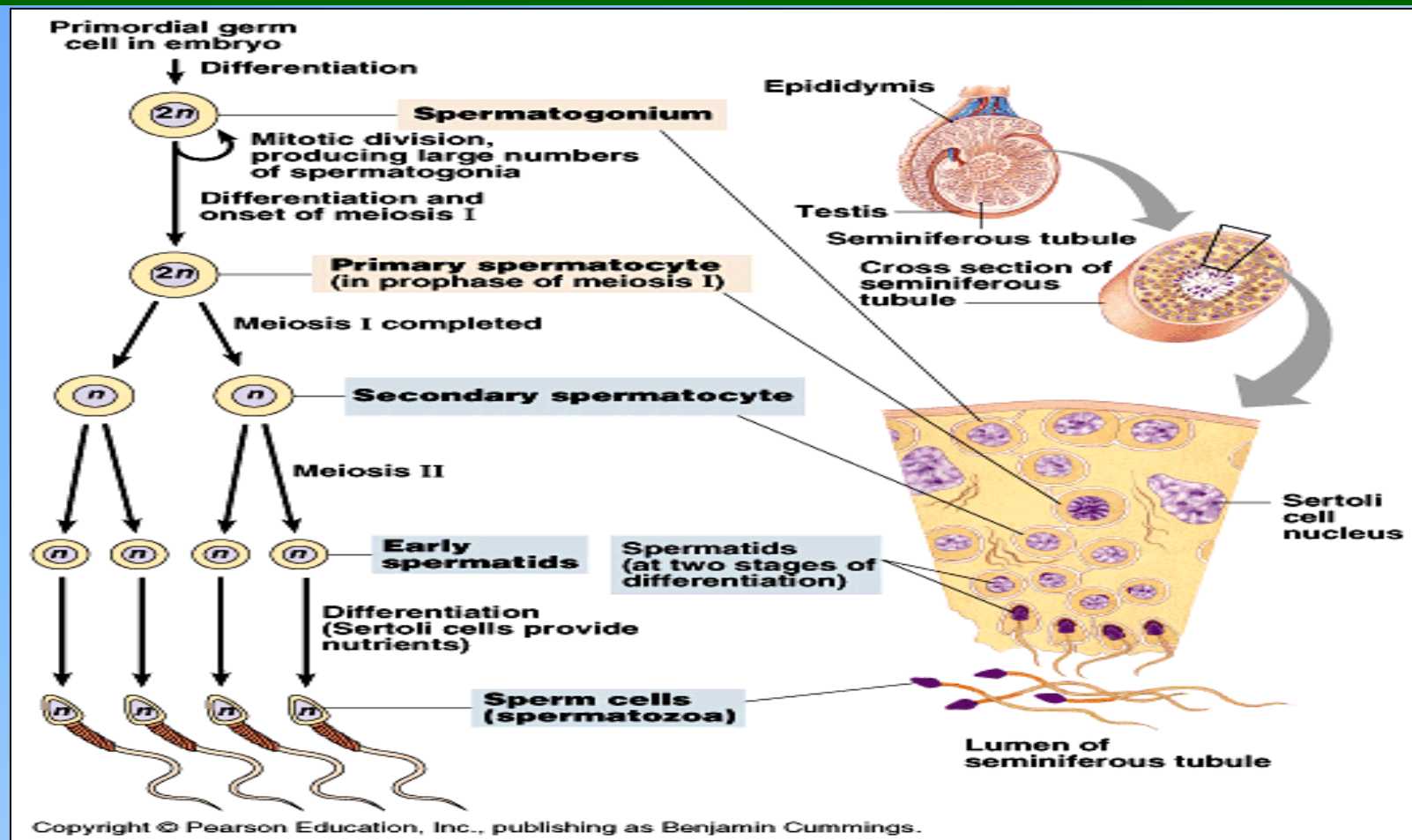
初级精母细胞经两次成熟分裂形成4个精细胞

第一次：染色体数目减半，成为单倍体。

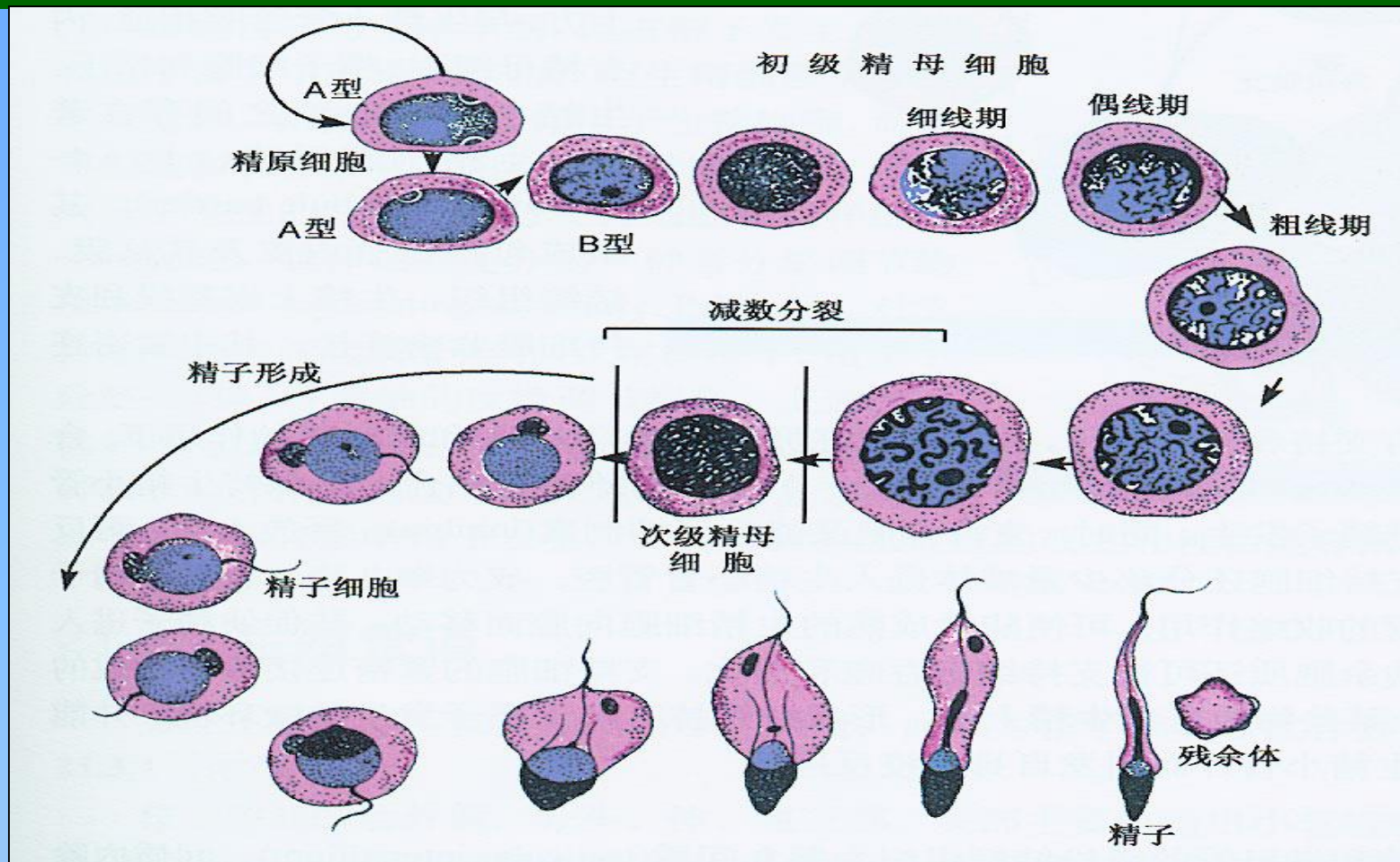
第二次：染色体不再复制DNA，染色单体的着丝点断裂，形成2个单倍体精子细胞（精细胞）



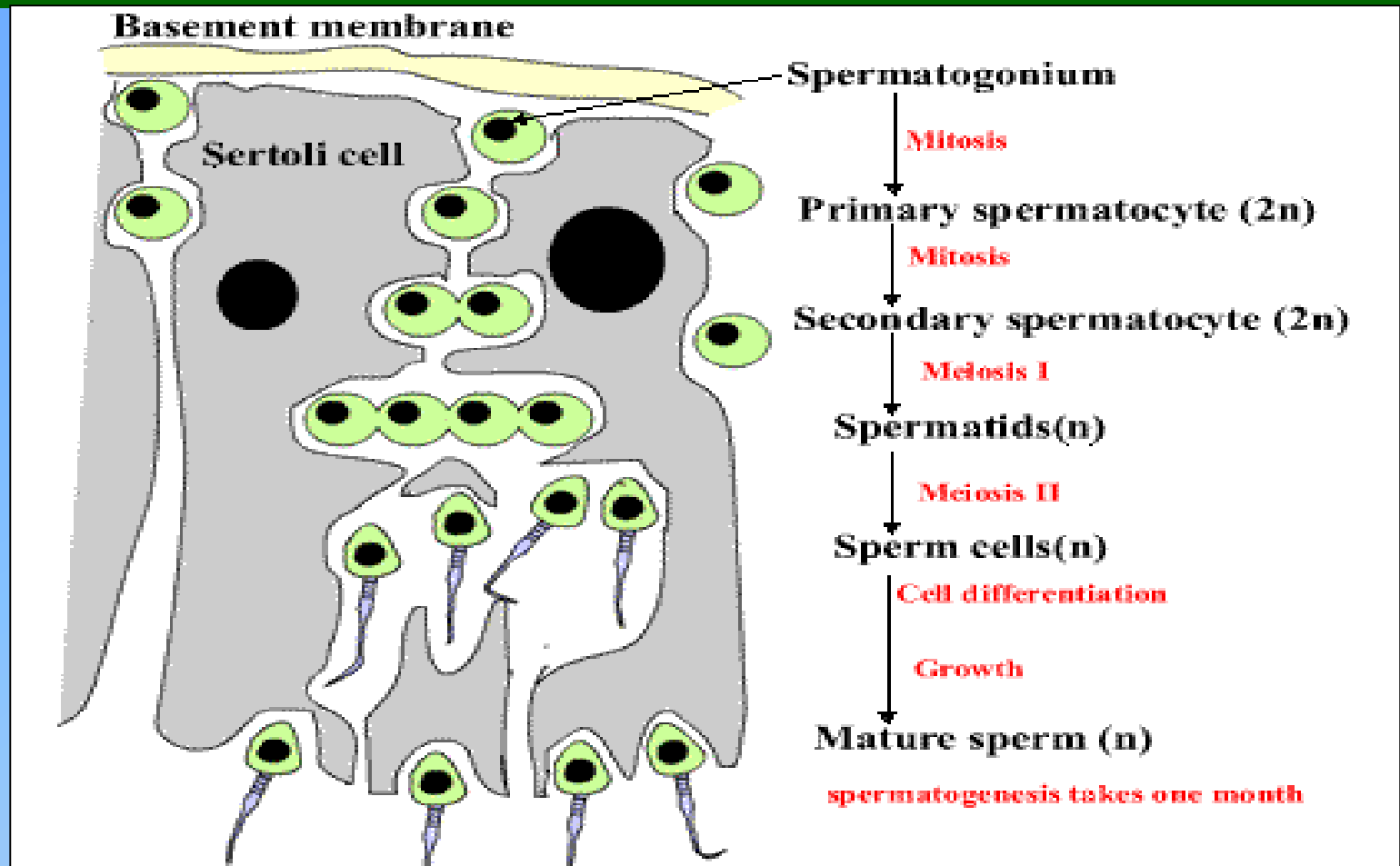
第二节 精子的发生和形态结构



第二节 精子的发生和形态结构

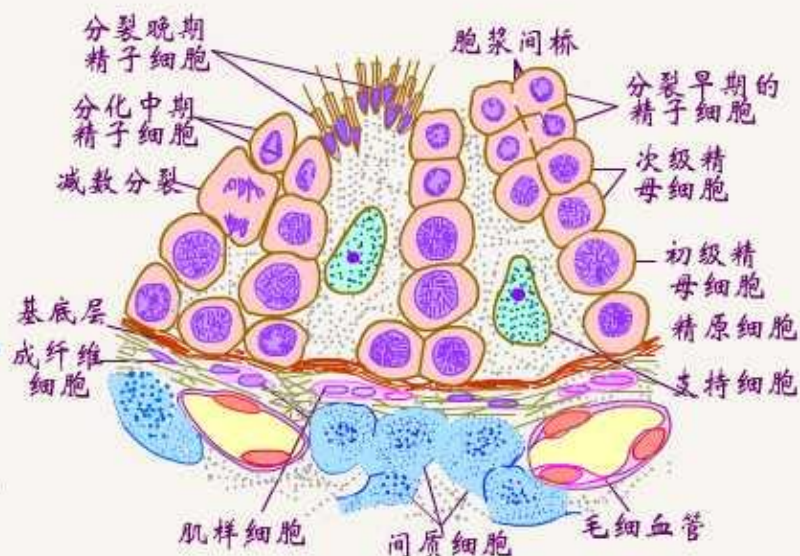


第二节 精子的发生和形态结构



第二节 精子的发生和形态结构

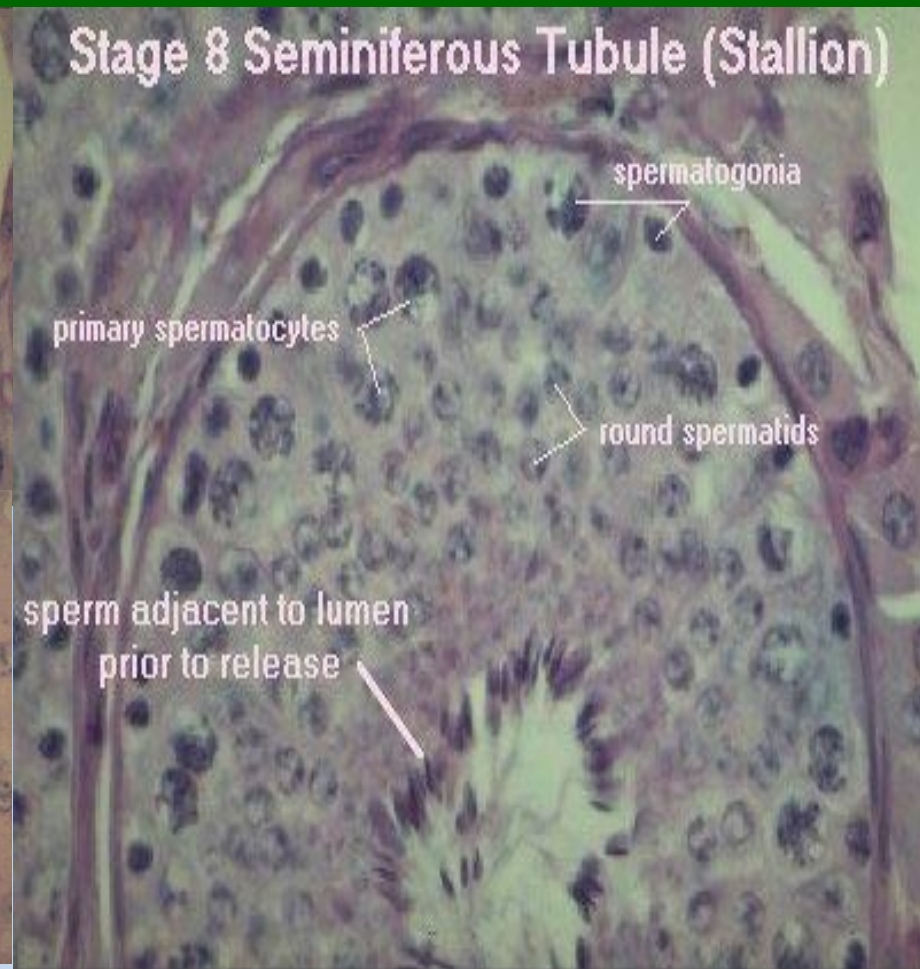
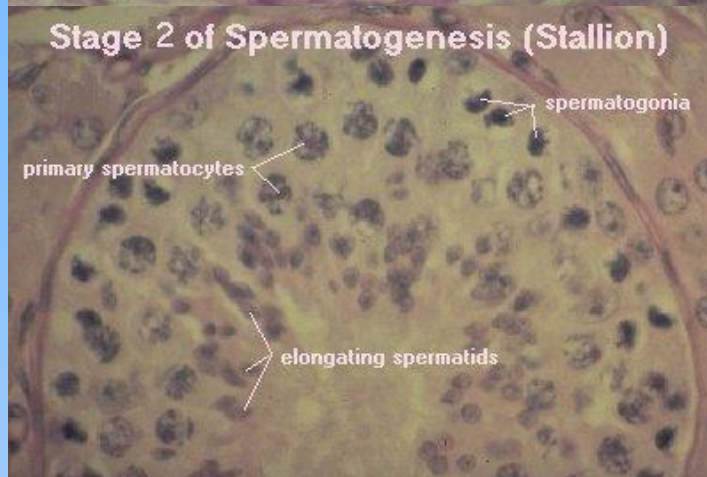
每一个精小叶
由发育不同阶段
的生精细胞和支
持细胞组成。
各期生精细胞的
排列是有顺序的



睾丸精曲小管生精过程



第二节 精子的发生和形态结构



第二节 精子的发生和形态结构

(3) 精子形成

指精子细胞发生复杂的形态结构变化而成为精子的过程（圆形精细胞形成蝌蚪状的精子）

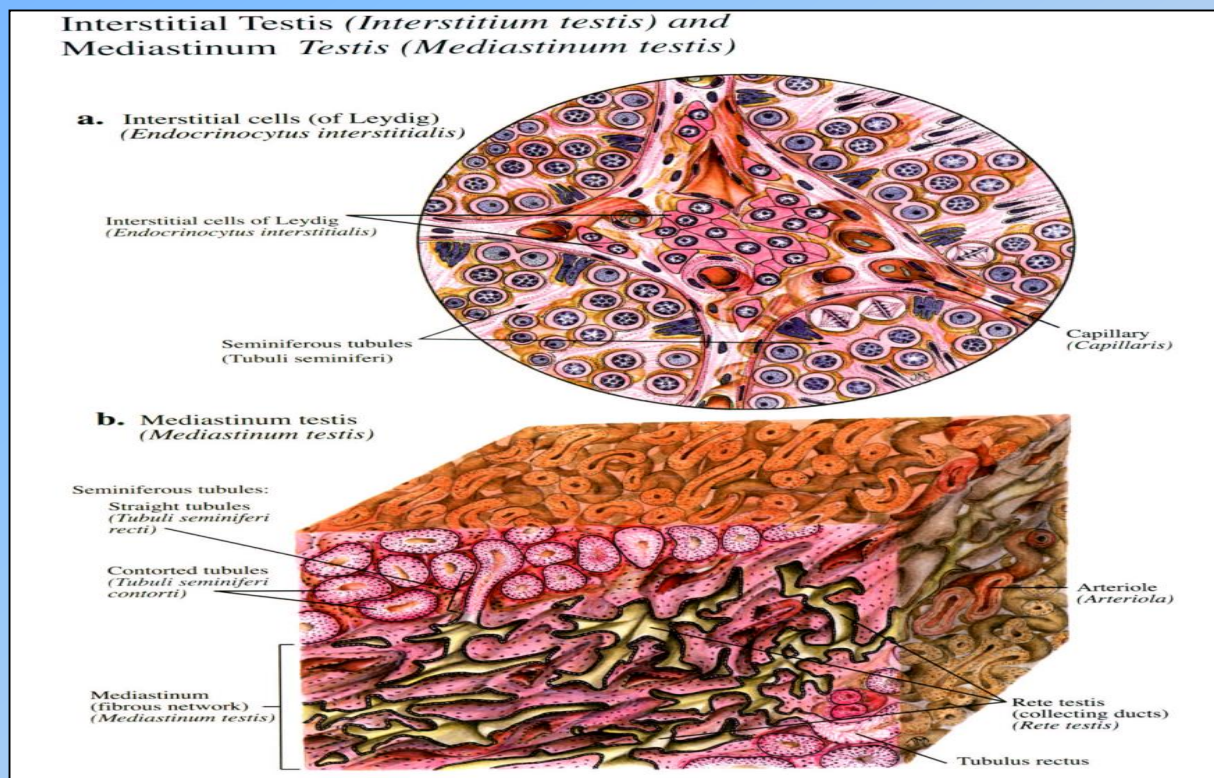
精子细胞形成后不分裂，附着在支持细胞顶端。

精子形成包括：顶体发生(高尔基复合体)、核的浓缩、拉长、尾的形成(中心小体及线粒体)及多余细胞质的脱落等。

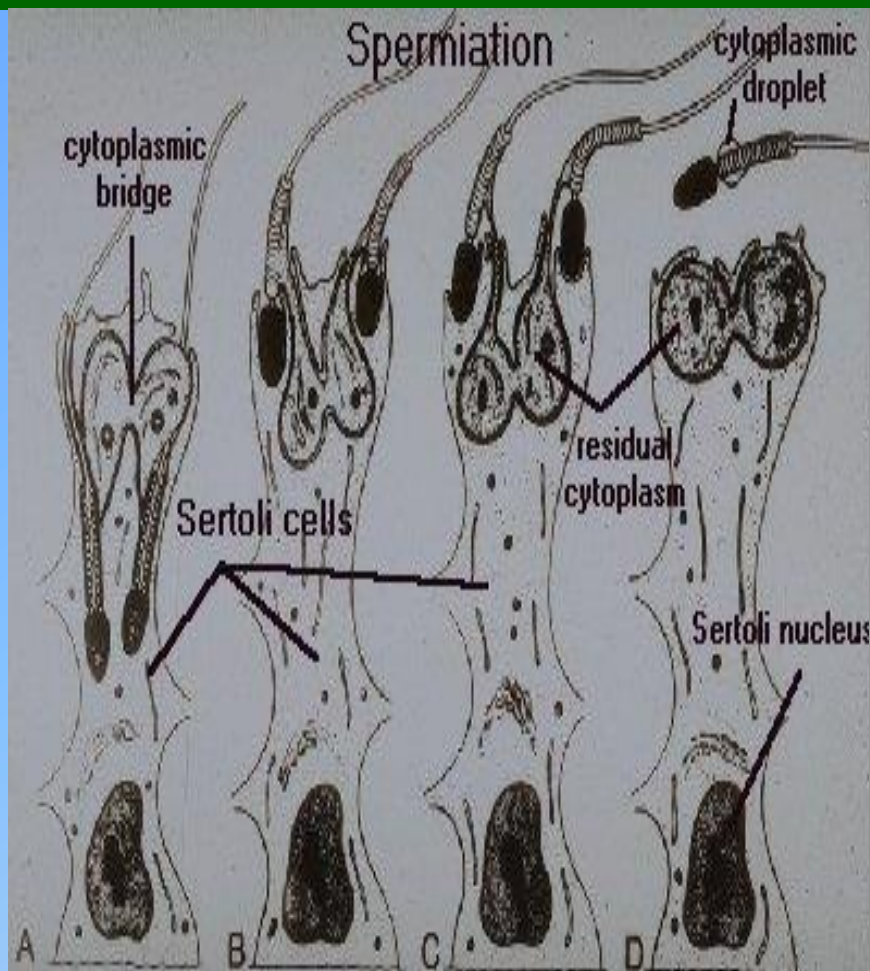


第二节 精子的发生和形态结构

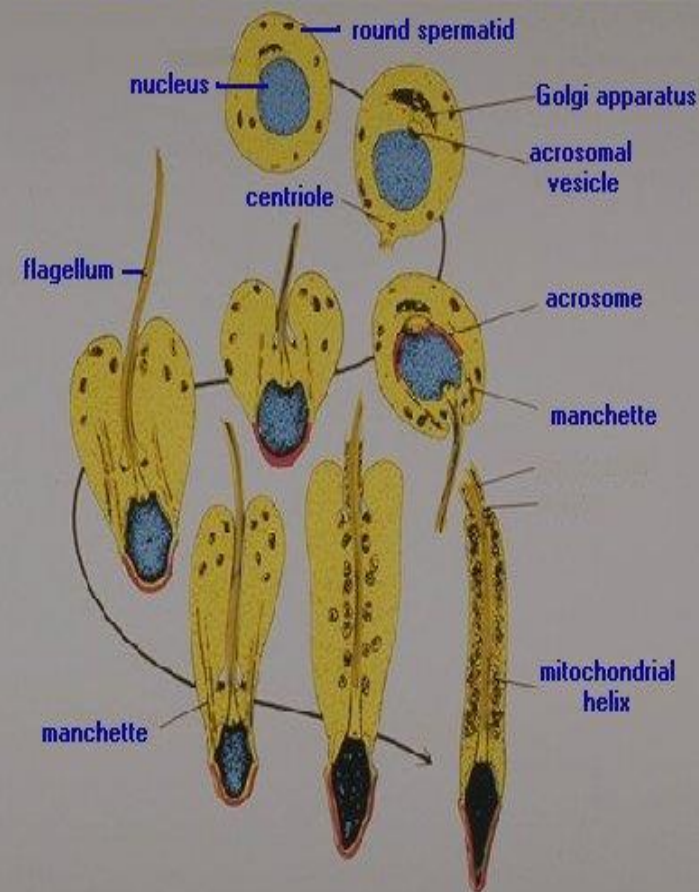
一、精子的发生



第二节 精子的发生和形态结构



Spermiogenesis of Mammalian Sperm



第二节 精子的发生和形态结构

2、精子发生周期

从A型精原细胞直至精子细胞变成精子的过程所需要的时间。

- 猪44-35天
- 牛54-60天
- 绵羊49-50天
- 山羊60天。



第二节 精子的发生和形态结构

3、精细管上皮周期

随着精子发生的进程，精细管上皮的细胞组合发生有规律的变化，呈现出周期性。精细管横切面中反复出现某一特定细胞组合的间隔时间称精细管上皮周期。

猪8.6天；羊10.3天；牛13.5天



第二节 精子的发生和形态结构

4、精细管上皮波

精子发生过程中，精细管上皮不仅可以随**时间进程**而在同一个横段面发生周期性变化，而且还可以因纵长方向的**空间位置或距离的变化**而发生有规律的变化。

这种在同一时间沿纵长方向变化的细胞排列形成一定长度的片段，但某些局部也有异常或混乱的顺序排列，称之为**变序现象**。

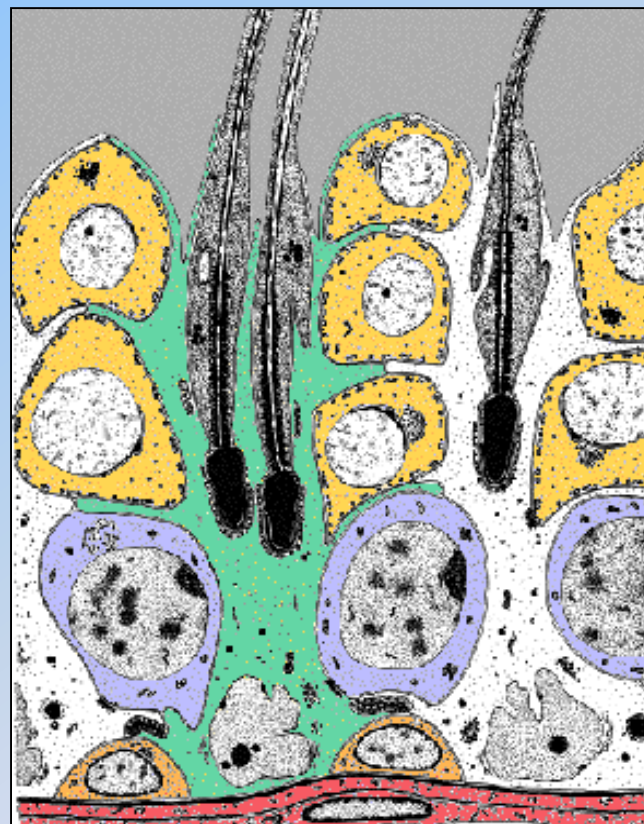


第二节 精子的发生和形态结构

5、支持细胞

一种外形不规则的高柱状细胞，一端与精细管基底膜相贴，顶端直达管腔，侧面及顶端有许多凹窝，嵌入各级发育时期的生精细胞。

位置：附着于基底膜，并与管壁垂直，染色质细，着色浅，有明显的核仁。

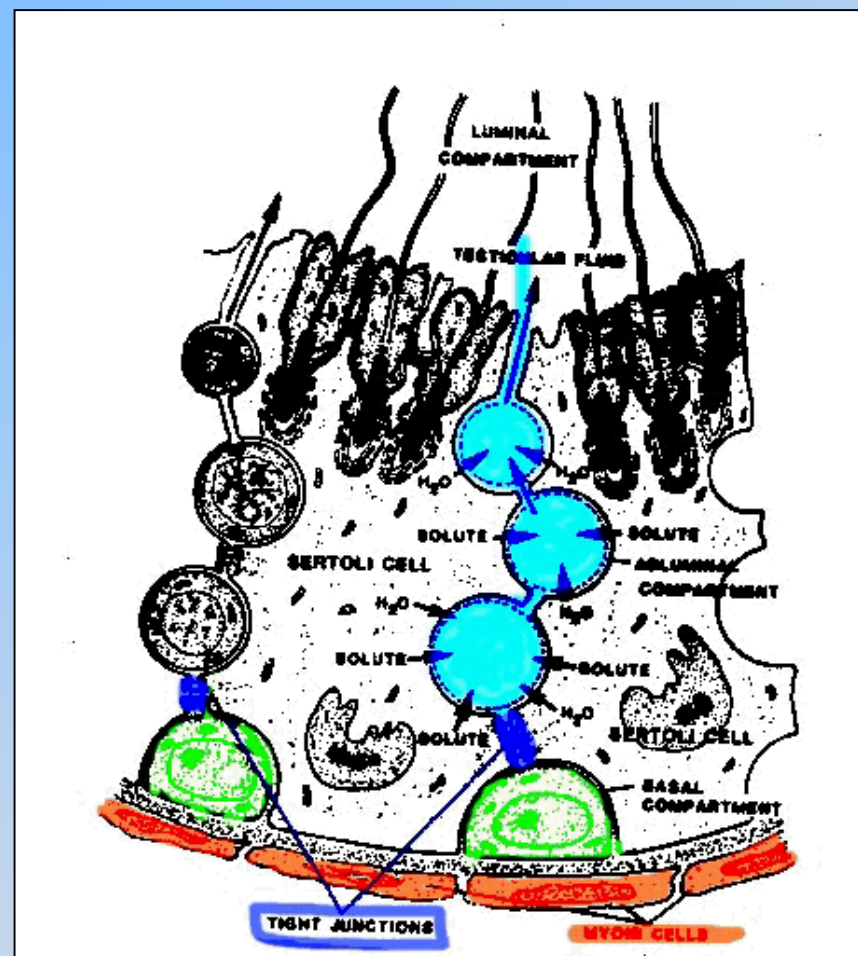


第二节 精子的发生和形态结构

5、支持细胞

作用：

- ◆ 提供各级细胞营养
- ◆ 提供合适的微环境
- ◆ 形成血睾屏障
- ◆ 对各生精细胞起支持作用
- ◆ 合成与分泌雄激素结合蛋白



第二节 精子的发生和形态结构

6、血睾屏障

概念：血液和淋巴不能直接进入精细管，使发育中的精细胞免受血液化学变化的影响，使靠精细管的肌细胞和足细胞间的特殊连接来完成。这种结构称为**BTB** (blood-testis-barrier)

作用：①形成有利于精子生成的微环境；

②阻止对精子有害的物质进入；

③防止精子进入血液循环系统产生抗体。



第二节 精子的发生和形态结构

在精子发生过程中，血液-睾丸屏障可以阻止血液和淋巴液直接进入精细管，起到保护生精细胞发育的作用，使之能够免受血液化学变化的影响。

BTB主要由精细管外周的肌样细胞层和支持细胞的特殊连接两部分组成。



第二节 精子的发生和形态结构

相邻的支持细胞以其细胞膜相互靠近，并在精细管基部的精原细胞附近形成紧密连接的特殊结构，构成BTB的主要部分。

紧密连接的屏障作用使具备自身抗原的单倍体精子细胞和精子能够免于自身免疫系统的攻击，此外还能防止有害物质对精子发生的不利影响。



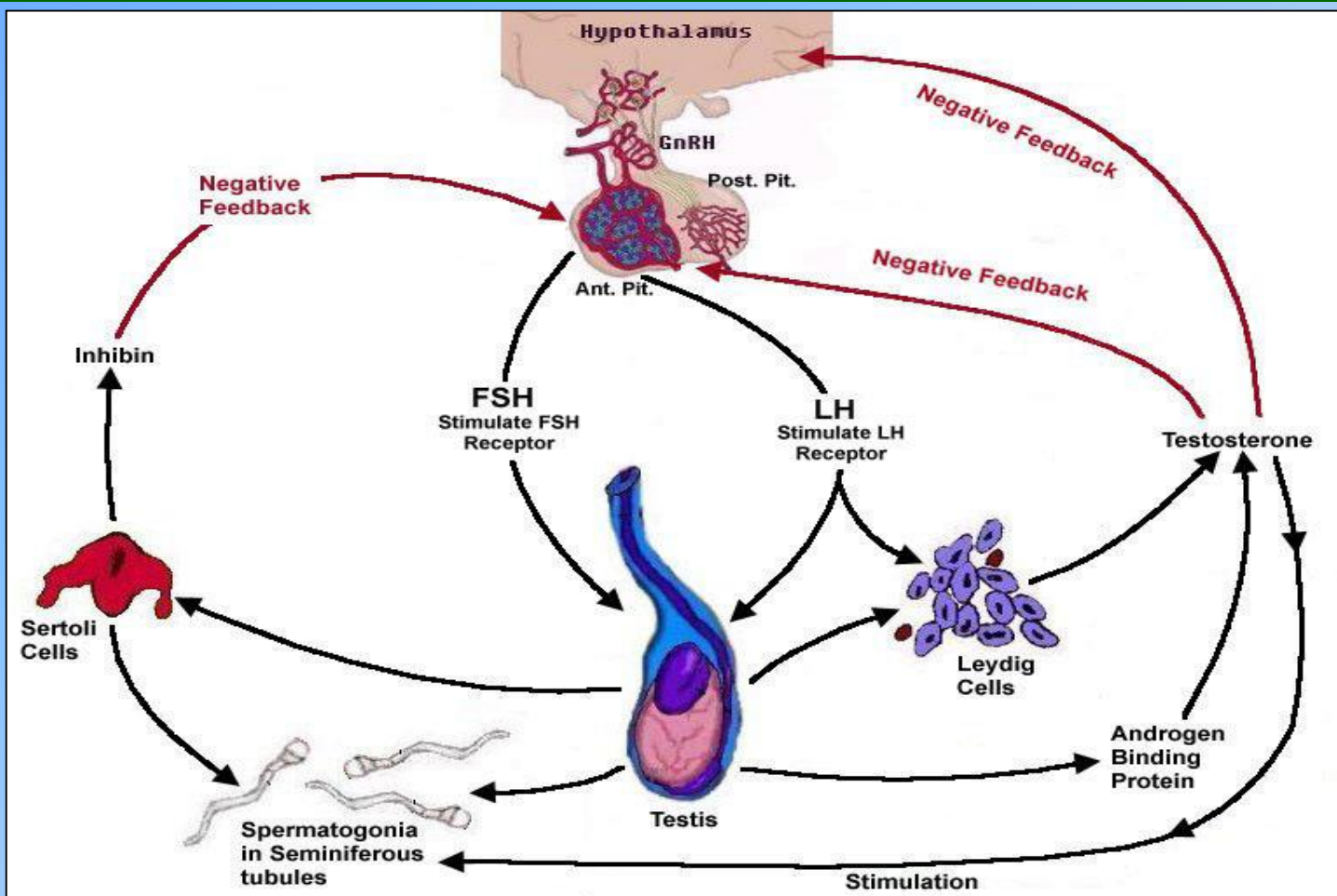
第二节 精子的发生和形态结构

7、内分泌调控

- 下丘脑-垂体-睾丸系统
- 自上而下的正向调节
- 自下而上的反馈调节
- ✓ PRL、GH和TSH对睾丸功能产生间接的刺激作用
- ✓ 雄激素与雄激素结合蛋白
- ✓ Ibn可反馈性抑制FSH的分泌



第二节 精子的发生和形态结构



第二节 精子的发生和形态结构

二、精子在附睾内的成熟与贮存

1、精子的成熟

睾丸生成的精子不具备运动与受精的能力，需要在附睾内的转运过程中完成精子成熟所发生的某些形态与机能等的变化，才能获得受精潜能和运动能力，这个过程称为**精子的成熟**。



第二节 精子的发生和形态结构

2、精子成熟的附睾环境

较低的pH：曲精细管7.4，附睾头6.5

较高的渗透压：有利于脱去多余细胞质

T含量高：使精子成熟并获得受精能力

分泌多种蛋白质和酶：可能于精子成熟和运动有关

某些离子浓度发生改变：

精子膜及其有关的代谢功能有影响



第二节 精子的发生和形态结构

3、精子成熟的主要变化

形态变化：变化不大，体积缩小

结构变化：二硫键增加

膜的变化：为受精准备；暂时阻止受精功能

精子运动方式：运动方式有规律变化

精子代谢基质变化：乳酸、甘油、脂类



第二节 精子的发生和形态结构

4、精子在附睾内的贮存

附睾中的环境有利于精子较长时间的贮存

温度相对较低：比体温低4~7℃

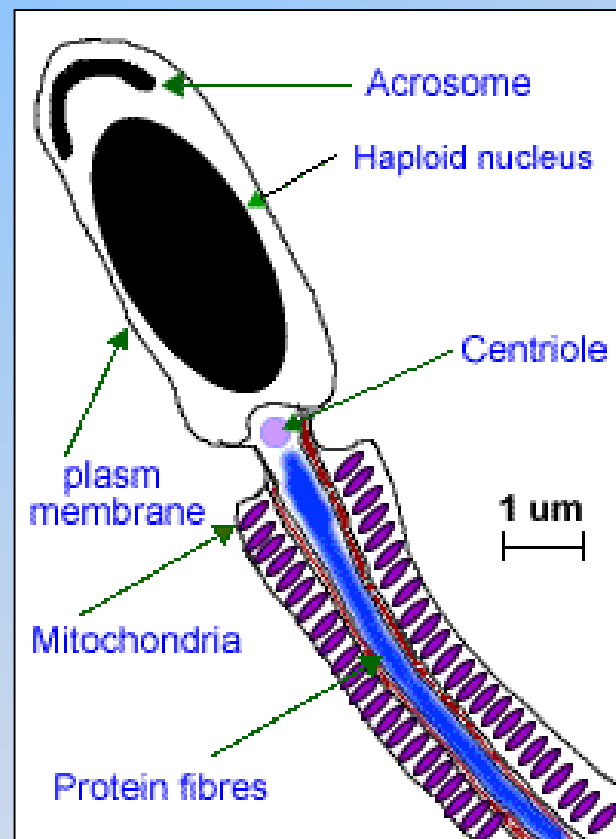
呈弱酸性：可抑制精子运动



第二节 精子的发生和形态结构

三、精子形态结构

- 精子的形态和结构
- 精子生活力
- 环境因素对精子的影响



第二节 精子的发生和形态结构

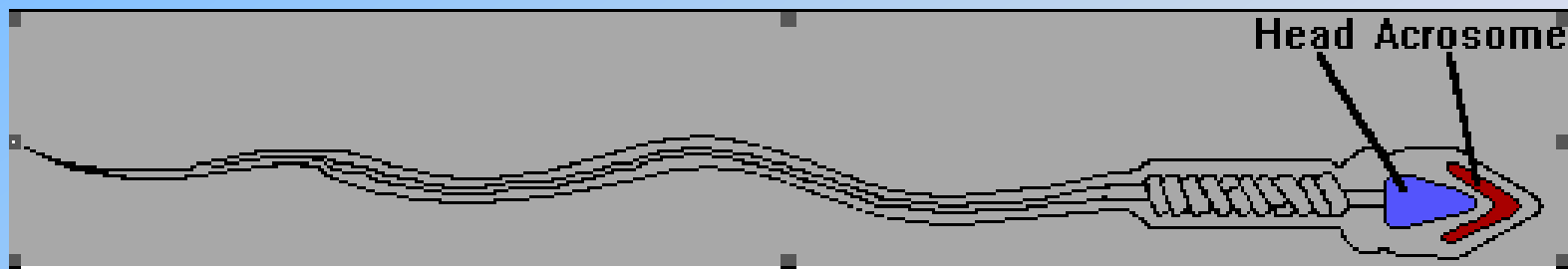
1、精子的形态和结构

各种动物精子形状及内部结构大体相似的。

头部、颈部和尾部组成。

精子的长度和体积与动物个体大小不成正比。

大象精子：50 μm 大鼠精子：190 μm

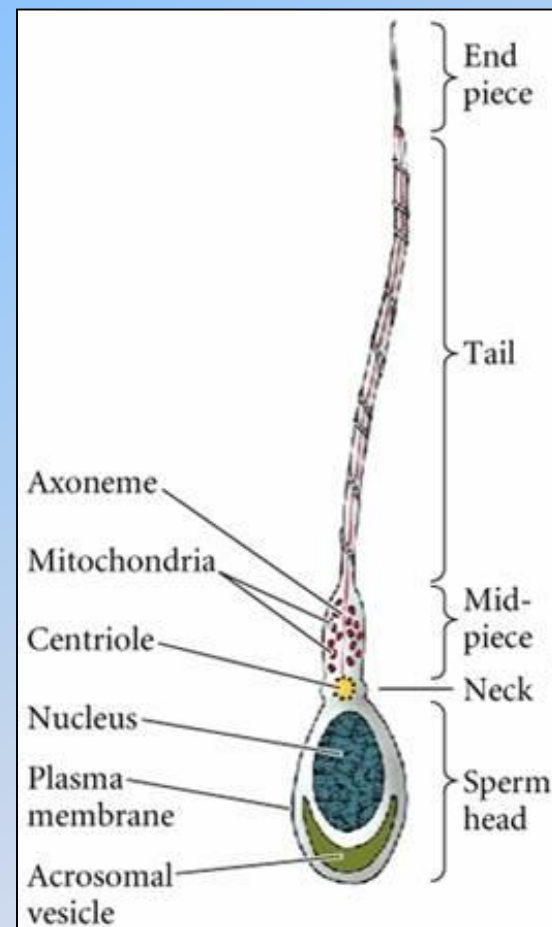


第二节 精子的发生和形态结构

头部:细胞核演变而成，贮存遗传物质。

颈部:由中心体演变而成，是精子头部和尾部的连接物。

尾部:为精子代谢器和运动器、线粒体分解能量，纤丝收缩帮助精子运动。

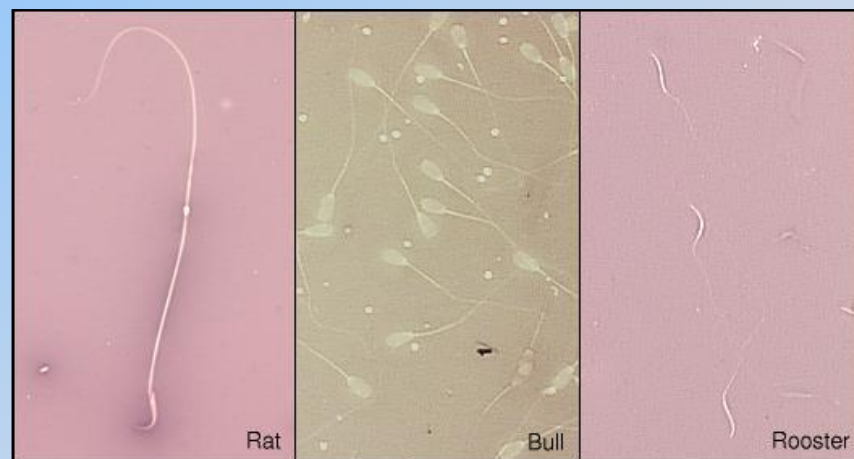


第二节 精子的发生和形态结构

1、精子的形态和结构

(1)头部

家畜一般为**扁卵圆形**，
狗为梨状，鼠类为镰状、
鸡为微弯曲的圆锥形，由
细胞核、顶体和顶体后区
等组成。

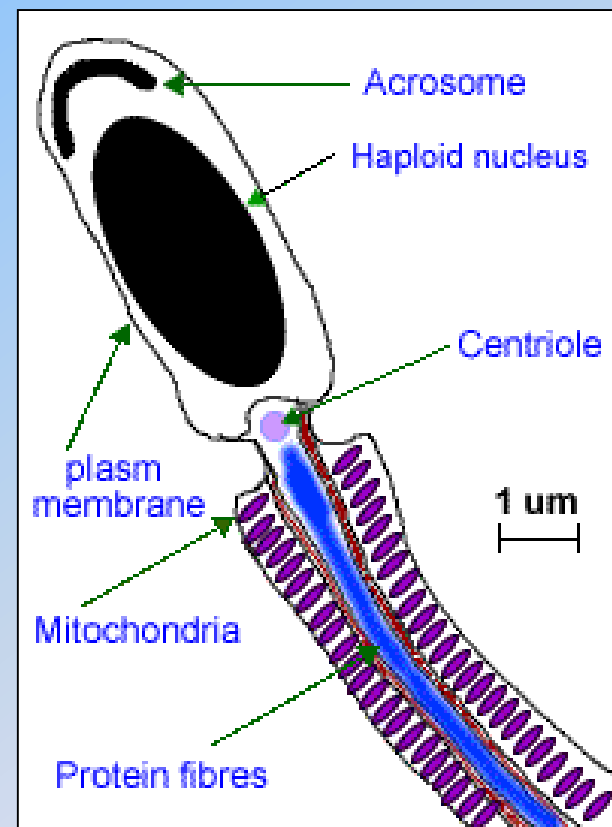


第二节 精子的发生和形态结构

细胞核为头部的主要部分，有核膜。

顶体 (apical body)是膜的囊状结构，呈帽状覆盖在核的前部。

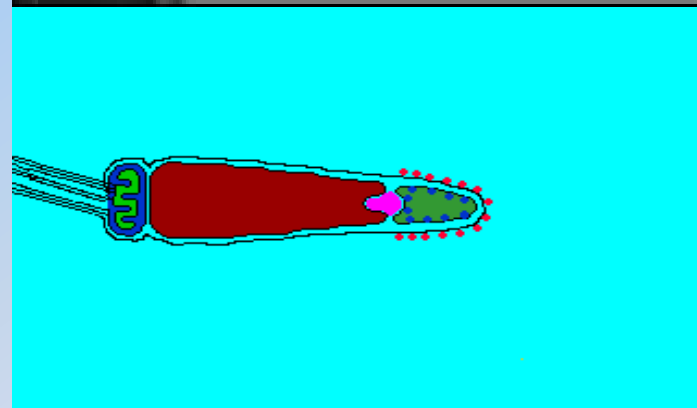
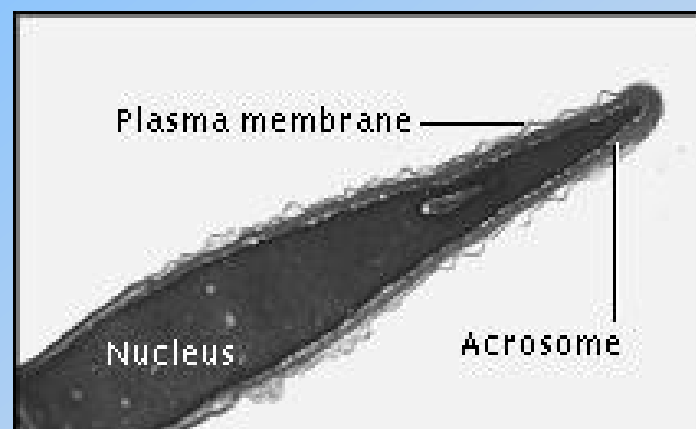
顶体后区(Postacrosomal region)是细胞质特化为环状的一层薄的致密带。



第二节 精子的发生和形态结构

顶体可分为**顶节**、**主节**和**赤道节**三个部分。

顶体外膜靠近精子质膜，内膜与核膜贴近。顶体内含有多种与受精过程有关的水解酶。赤道节是精子首先与卵子发生融合的部位。



第二节 精子的发生和形态结构

(2)颈部

连接头和尾，呈短圆柱状。

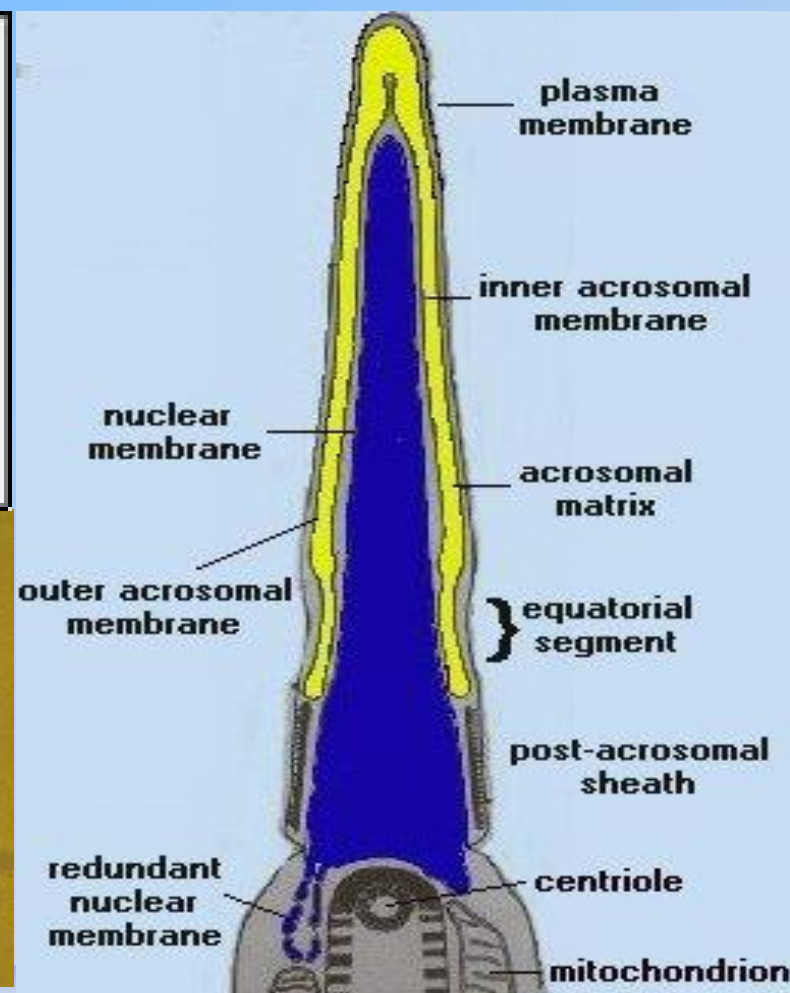
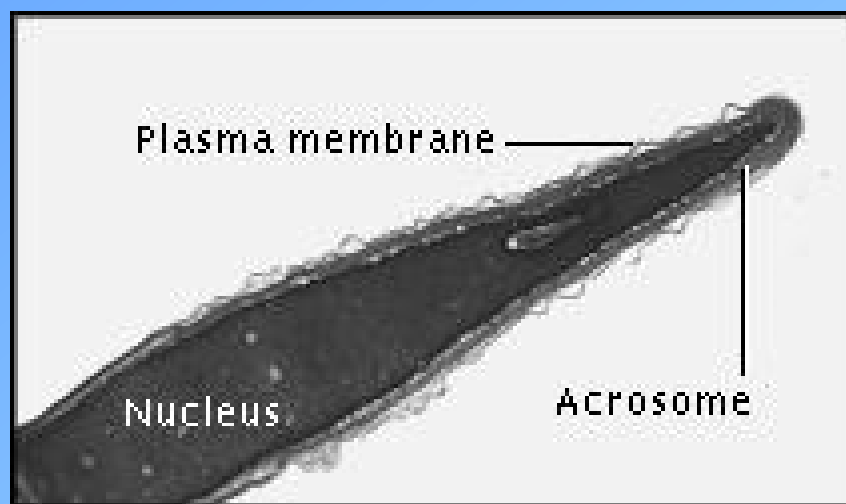
颈部前端有一凸起的基板与核后端的植入窝相嵌合
基板以后是由中心小体发生而来的近端中心粒，远端中心粒变为基体。

基板向后延伸，在外周形成9条纵行粗纤维，构成尾部轴丝外面的纤维带。

长约 $0.5\mu\text{m}$ ，是最脆弱的部分



第二节 精子的发生和形态结构



第二节 精子的发生和形态结构

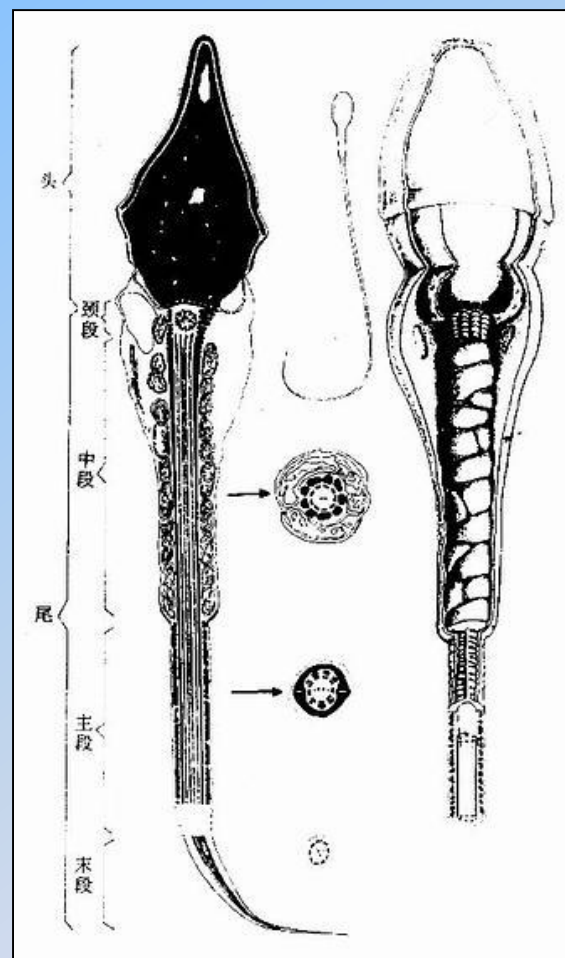
(3)尾部

运动和代谢器官，是最长的部分，长40—50μm，分为：

中段：轴丝 + 致密纤维 + 线粒体鞘

主段：轴丝 + 致密纤维

末段：轴丝



第二节 精子的发生和形态结构

(3)尾部

中段：位于颈与终环之间，长8—15 μm ，是尾部粗大部分。

轴丝：2条单微管+9条二联微管

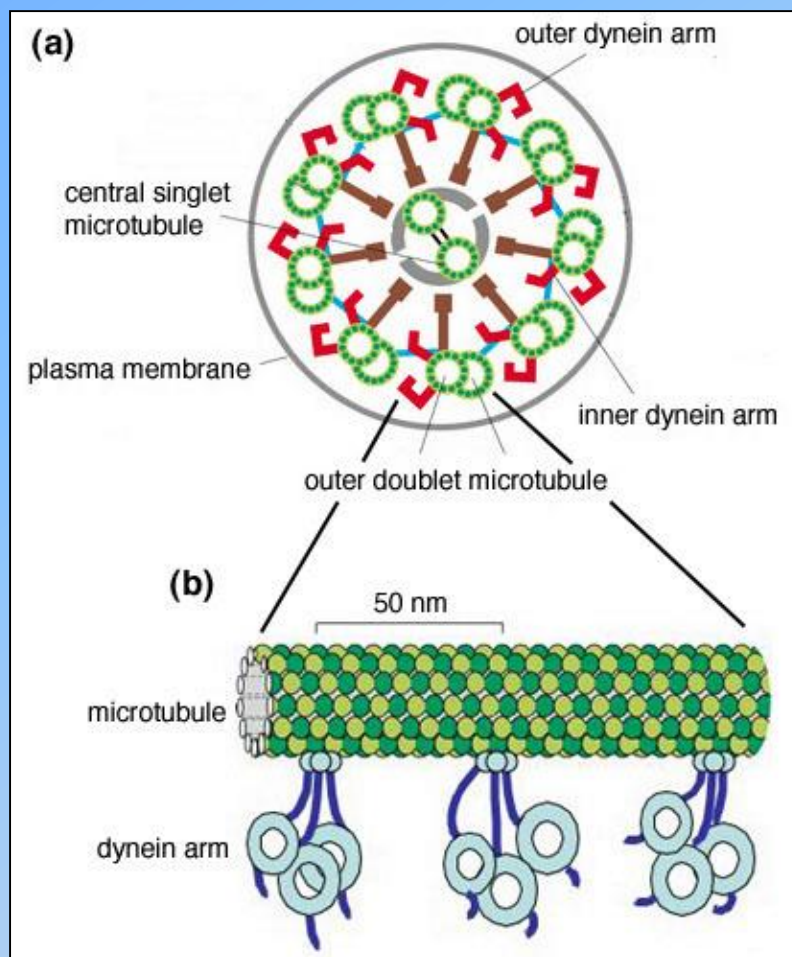
纤维带：9条粗纤维，圆锥形。

线粒体鞘：能量代谢中心。

线粒体鞘最后一圈处的质膜内摺形成致密环形板状结构的终环，防止精子运动时鞘向尾部移位。



第二节 精子的发生和形态结构

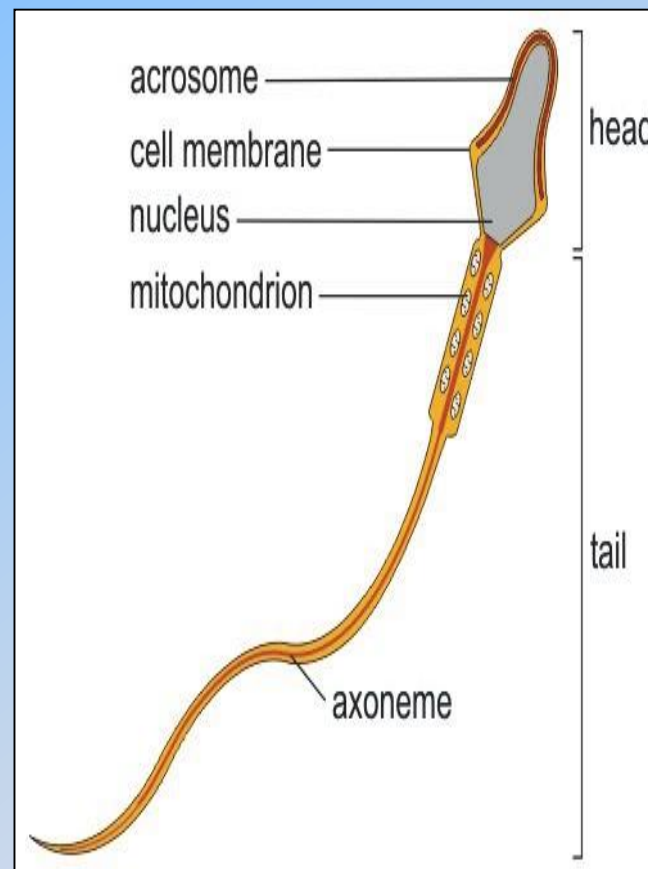


第二节 精子的发生和形态结构

1、精子的形态和结构

主段：长 $30\sim 40\mu\text{m}$ ，尾最长部位，没有线粒体的变形物环绕，外有强韧的蛋白质包扎着。

末段：很短，长 $3\sim 5\mu\text{m}$ ，纤维鞘已消失，结构仅有轴丝及包在外面的精子膜组成。



本节小结

- 1、精子的发生机理
- 2、精子在附睾内的成熟与储存
- 3、精子的形态结构特点



本节结束



青岛农业大学
QINGDAO AGRICULTURAL UNIVERSITY

成人高等教育省级特色课程-家畜繁殖学

第三节 精子的生理特性

本节主要内容

- 1、精子的运动方式
- 2、精子的生理特性
- 3、外界因素对精子存活的影响



第三节 精子的生理特性

一、精子的运动方式

直线运动：是正常的运动方式。精子在适宜的条件下，以直线前进。

摆动：头部左右摆动，没有推进力量。

转圈运动：精子围绕一处作圆周运动，不能直线向前行进。



第三节 精子的生理特性

二、精子的生活力

1、精子的存活时间

在雄性生殖器官内：牛精子在附睾中保存37d尚有70%以上有活力，最多可存活60d以上。

体外：降低保存温度、pH值可延长精子的保存时间。

雌性生殖道内：精子在阴道内存活时间短，在子宫颈约可存活30h，在子宫液内可存活7h。



第三节 精子的生理特性

1、精子的存活时间

动物种类	存活时间	保持受精时间	动物种类	存活时间	保持受精时间
牛	30~48	24~48	兔	96以内	24~30
马	40~60	48	犬	48	——
绵羊	34~46	22.5	鼠	13.5	6
猪	43	25~30			



第三节 精子的生理特性

2、精子的代谢活动

糖酵解：必须依靠精清中外源基质为精子提供能量来源，维持其活动力和生命。

呼吸：主要在尾部进行。过于旺盛的呼吸，会大量消耗氧和代谢基质，导致短时间内力竭而衰；

对脂类的代谢：精子能对卵磷脂进行氧化，分解脂类，释放脂肪酸，而获得能量。



第三节 精子的生理特性

三、外界因素对精子存活的影响

温度：高温和低温都对精子不利，但超低温（-78℃/-196℃）可以保存精子。

光线和辐射：对精子进行日光照射，能显著促进呼吸，产生代谢中间产物 H_2O_2 ，对精子有害。

pH值：精子适宜的pH范围

人：7.4~7.8 牛：6.9 ~7.0

绵羊：7.0 ~7.2 猪：7.2 ~7.5

家兔：6.8 鸡：7.3。



本节小结

- 1、精子的运动方式
- 2、精子的代谢活动
- 3、外界因素对精子存活的影响



本节结束



青岛农业大学
QINGDAO AGRICULTURAL UNIVERSITY

家畜繁殖学

第四节：精液的组成及理化特性

本节主要内容

- 精液的组成
- 精液的理化性状
- 影响精液性状的因素



第四节：精液的组成及理化特性

一、精液的组成

1、精清的组成

糖类：精清中含有大量的糖类及糖醇，如果糖、山梨醇和肌醇。主要由精囊腺分泌。

蛋白质和氨基酸：蛋白质含量为3%-7%，在酶作用下，产生许多氨基酸。唾液酸是一种可保护精子的粘蛋白。

酶类：是糖和蛋白质分解的催化剂。



第四节：精液的组成及理化特性

脂类：主要为磷脂类，如磷脂腺胆碱，乙胺醇等。在母畜生殖道分解为磷酸甘油，为精子提供能量。磷脂可使精子耐受低温打击。

维生素：具有抗氧化作用，可以提高精子活力并保护精子免受伤害。

无机离子： Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 PO_4^{3-} 、 CL^- 。



第四节：精液的组成及理化特性

3、精清的生理作用

- (1) 稀释精子，扩大精液容量。
- (2) 为精子提供营养物质。
- (3) 调整精液pH值，促进精子运动。
- (4) 对精子具有保护作用，主要为缓冲和防止氧化。
- (5) 清洗尿道，润滑尿道
- (6) 在母畜生殖道，形成胶状凝固，防止精液逆流。



第四节：精液的组成及理化特性

二、精液的理化性状

外观：一般为不透明的灰白色或乳白色，精子密度大的混浊度大，粘度及白色度强。

精液量：由于动物种类不同，生殖器官特别是副性腺的形态和构造各异，射精量相差很多。同一品种或同一个体也因遗传、营养、气候、采精频率等而有差异。

气味：一般为无味或略带腥味，若有异味，证明精液已变坏。



第四节：精液的组成及理化特性

精子密度：又称精子浓度，是指每毫升精液中所含的精子数。

pH值：决定精液pH的主要是副性腺分泌液，精子生存的最低pH值为5.5，最高为10

渗透压：精液的渗透压以冰点下降度表示，它的正常范围为 $-0.55^{\circ}\text{C} \sim -0.65^{\circ}\text{C}$ 之间。

比重：精液的比重比水大。

粘度：粘度与密度有关，同时还与精清中所含的粘蛋白唾液酸的多少有关。

导电性、光学特性等



第四节：精液的组成及理化特性

三、精子的化学组成

主要化学成分为**核酸**、**蛋白质**和**脂类**。

顶体含有多种酶（**透明质酸酶**、**顶体素**等）。

尾部有结构蛋白、酶和脂类。



第四节：精液的组成及理化特性

四、精子的凝集性

凝集的原因：理、化学凝集和免疫学凝集。

精液的稀释、精子的洗涤、冷休克、pH、渗透压的变化、金属盐类处理及某些有机化合物的杀精作用。

很多种化学物质能引起精子的凝集，如一定浓度的酸碱离子、铝盐、铅盐等能使人精子凝集；而柠檬酸钠有抗凝集作用。



第四节：精液的组成及理化特性

精子的免疫学凝集

精子具有抗原性，这种抗原性可诱发机体产生抗精子抗体。在有补体存在的情况下，这种抗体可以抑制精子的运动，干扰受精活动。



第四节：精液的组成及理化特性

五、影响精液性状的因素

种和品种：不同种间有很大差异

年龄：一般从性成熟到壮龄，精液量和精子密度增加，壮龄后逐年下降。

个体：视个体的健康程度不同而定

营养：饲料营养水平低，精液的生产量显著下降，精液性状也差。



第四节：精液的组成及理化特性

季节与温度：季节性繁殖的动物（狐狸），在繁殖季节精液质量好；非季节性繁殖的动物，在夏季高温期和早秋精液的质量显著下降。

运动：适当的运动能增强公畜的健康，提高精液的质量。



本节小结

- 1、精液的组成及其理化性质
- 2、影响精液性状的因素



本节结束



青岛农业大学
QINGDAO AGRICULTURAL UNIVERSITY

家畜繁殖学

第三章：雄性的生殖生理

本章小结

理解精子发生和形成的概念，理解精子上皮周期、精子发生周期、精子上皮的概念，掌握血—睾屏障的概念及作用以及外界因素对精子存活的影响，能够理解精子发生的主要过程和特点



第三章：雄性的生殖生理

本章结束

