

生理学



目录

01 第一章 绪论

02 第二章
细胞的基本功能

03 第三章 血液

04 第四章 血液循环

05 第五章 呼吸

06 第六章 消化和吸收



目录

07

第七章
能量代谢与体温

08

第八章
尿的生成和排出

09

第九章
神经系统的功能

10

第十章 内分泌

11

第十一章 生殖



生理学考点集中于绪论、细胞基本功能、血液系统、血液循环系统、消化和吸收。



第一章-绪论



本章框架

绪论

机体的内环境和稳态

机体生理功能的调节



第一节 机体内环境和稳态

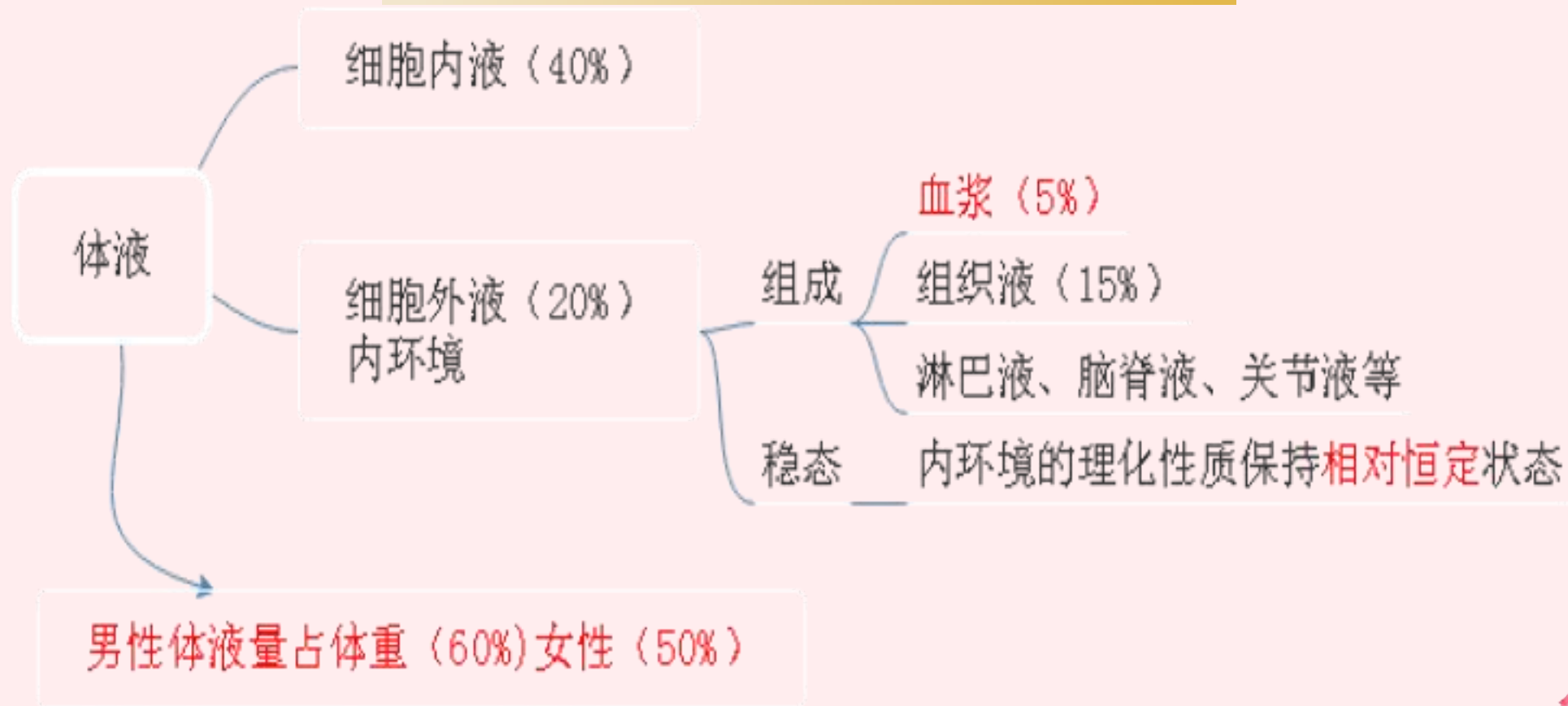
一、机体的内环境

(一) 体液及其组成

人体内的液体称为体液。正常成年人的体液量约占体重的 60 %，其中约 2/3 分布于细胞内，称为细胞内液；其余约 1/3 分布于细胞外，称为细胞外液，包括血浆、组织液、淋巴液和脑脊液等。



第一节 机体内环境和稳态



第一节 机体内环境和稳态

(二) 体液的分隔和相互沟通

人体各部分体液彼此隔开，因而各部分体液的成分有较大的差别，但各部分体液又相互沟通。**毛细血管壁**既是分隔血浆与组织液的屏障，也是两者之间相互沟通的门户，体液跨毛细血管壁移动也取决于管壁两侧的渗透压和静水压梯度。

血浆是沟通各部分体液并与外界环境进行物质交换的重要媒介，因而是各部分体液中最为活跃的部分。***考点链接***



第一节 机体内环境和稳态

二、内环境的概念与稳态

由于体内细胞直接接触的环境就是细胞外液，所以生理学中**通常把细胞外液称之为内环境。**

注意：体内有些液体，如胃内、肠道内、汗腺管内、尿道内、膀胱内的液体，都是与外环境连通的，所以**不属于**内环境的范畴。

稳态是指**内环境**的理化性质，如温度、pH、渗透压和各种液体成分等的**相对恒定状态**。

稳态的维持是机体自我调节的结果。维持各种生理功能活动的稳态主要依靠体内的**负反馈控制系统**。



随堂练习

1. (单选) 机体内的内环境是指:

A. 体液

B. 细胞内液

C. 细胞外液

D. 尿液

E. 组织液



随堂练习

1. (单选) 机体内的内环境是指:

A. 体液

B. 细胞内液

C. 细胞外液

D. 尿液

E. 组织液



随堂练习

2. (单选) 有关内环境的各项叙述, 错误的是:
- A. 体内细胞所直接生存的环境
 - B. 由组织液和血液组成
 - C. 能接受细胞代谢产物
 - D. 可为细胞提供必要的理化条件
 - E. 处于相对恒定状态

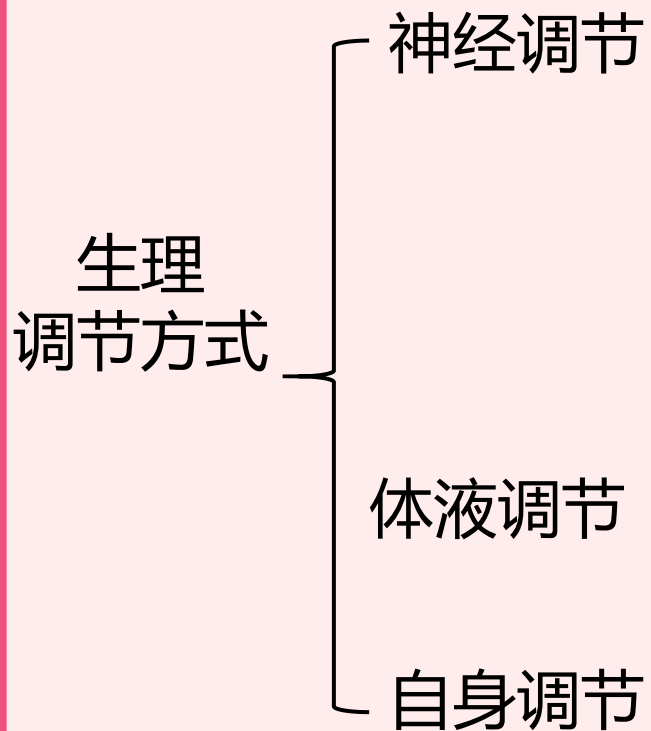


随堂练习

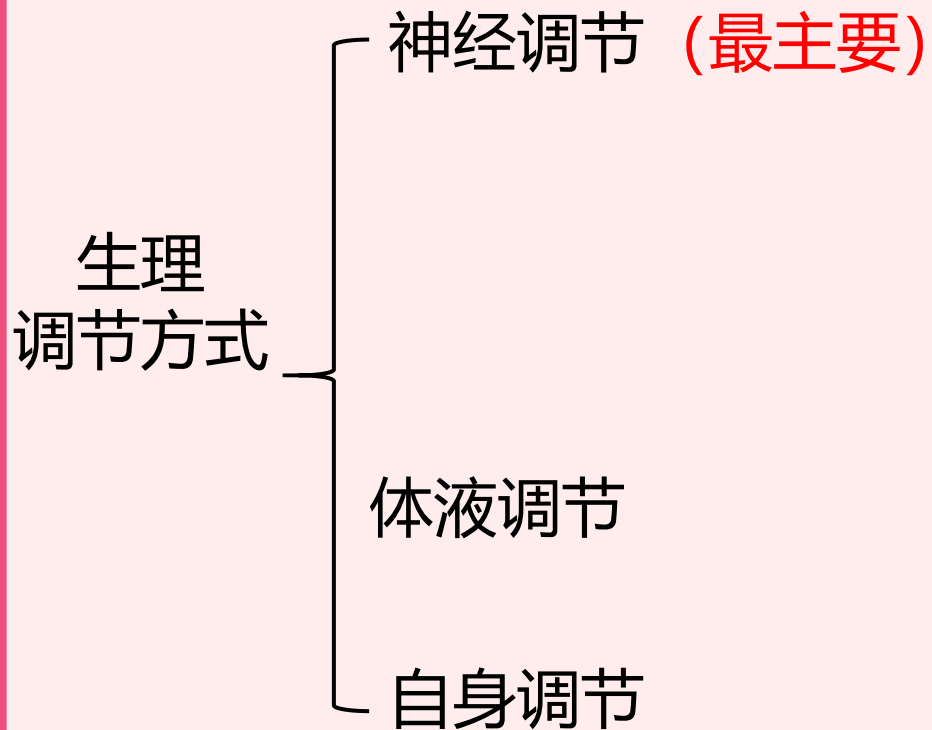
2. (单选) 有关内环境的各项叙述, 错误的是:
- A. 体内细胞所直接生存的环境
 - B. 由组织液和血液组成**
 - C. 能接受细胞代谢产物
 - D. 可为细胞提供必要的理化条件
 - E. 处于相对恒定状态



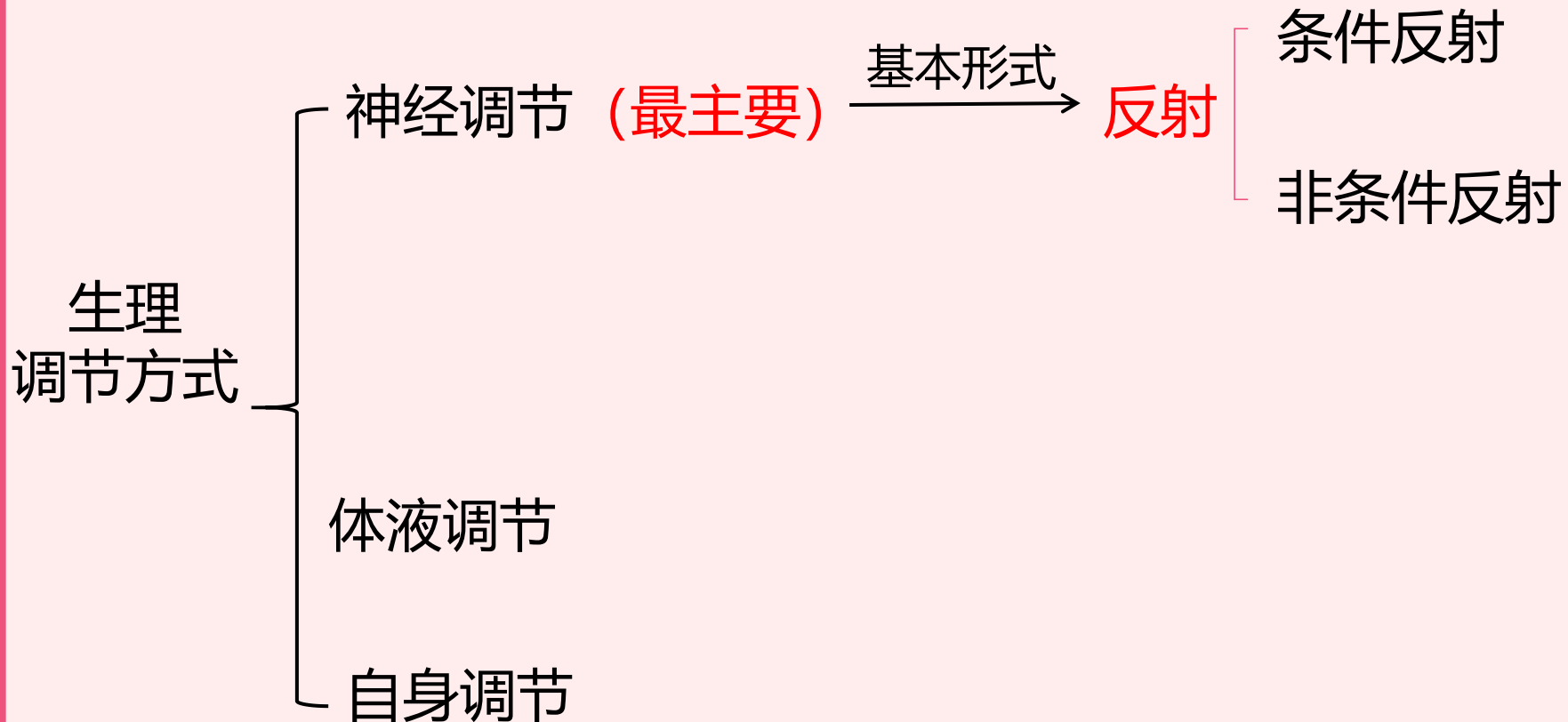
第二节 机体生理功能的调节



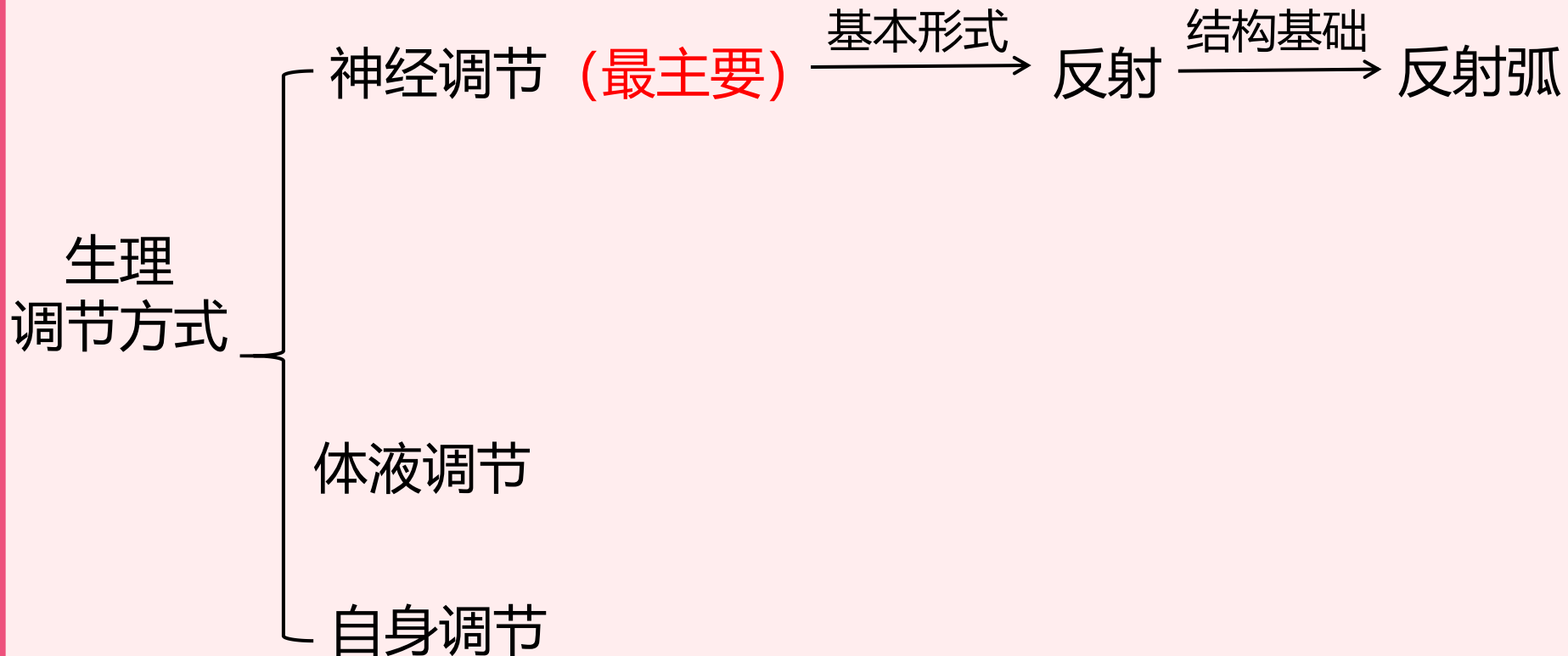
第二节 机体生理功能的调节



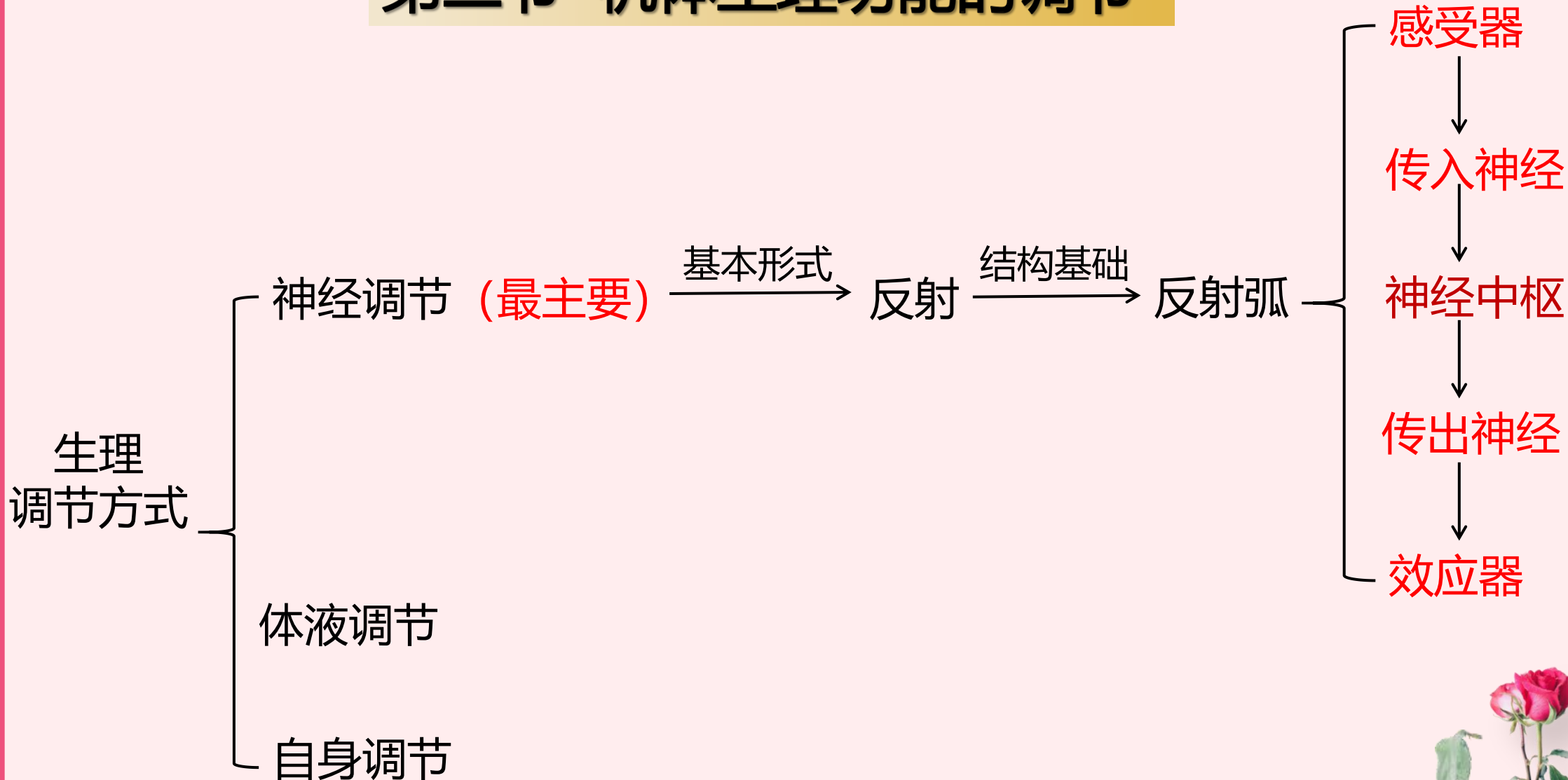
第二节 机体生理功能的调节



第二节 机体生理功能的调节



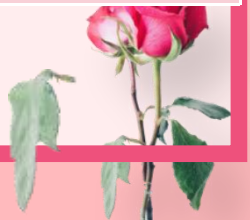
第二节 机体生理功能的调节



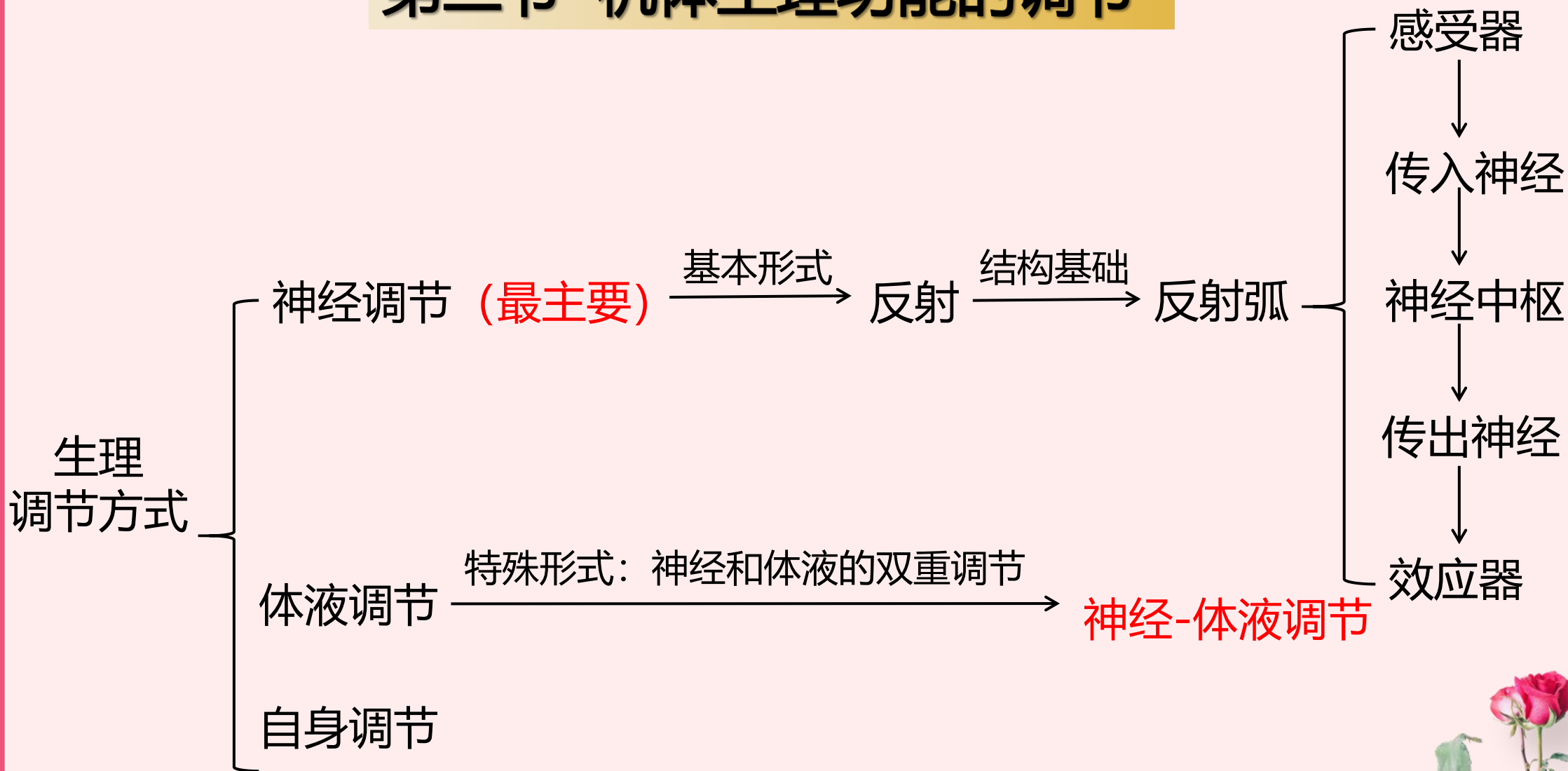
体液调节的作用方式：包括**远距分泌**、**旁分泌**、**神经内分泌**。

补充了解

| | 体液调节作用方式 | 示例 |
|-------|---------------------------------|---------------------------------|
| 远距分泌 | 经 血液 途径作用于全身各处的靶细胞 | 甲状腺素 输送至全身组织影响 |
| 旁分泌 | 激素 不经血液 ，而经组织液扩散，作用于邻旁细胞 | 生长抑素 在胰岛内抑制 α 细胞 |
| 神经内分泌 | 神经元合成化学物质释放入血 | 下丘脑神经元合成 血管升压素 经神经垂体释放入血 |



第二节 机体生理功能的调节





第二节 机体生理功能的调节

生理
调节方式

神经调节 **(最主要)**

基本形式

反射

结构基础

反射弧

感受器

传入神经

神经中枢

传出神经

效应器

体液调节

特殊形式：神经和体液的双重调节

神经-体液调节

自身调节：① **肾灌注压**在70-180mmHg范围内变动时，肾血流量基本保持稳定。② **平均动脉压**在60-140mmHg变动时，脑血流量基本保持稳定。



第二节 机体生理功能的调节

※考点链接※

| | 神经调节 (最主要) | 体液调节 | 自身调节 |
|----|---------------|---------------------------|-------------------|
| 特点 | 快速、精准 时间短暂 | 速度慢、不够精准 作用时间长、范围 广 | 范围小、局限 幅度小、不灵敏 |



随堂练习

1. (单选) 关于反射, 下述哪项是错误的:
- A. 是机体在神经中枢参与下发生的反应
 - B. 可分为条件反射和非条件反射两种
 - C. 机体通过反射, 对外界环境变化作出适应性的反应
 - D. 没有大脑, 就不能发生反射
 - E. 非条件反射是先天性反射

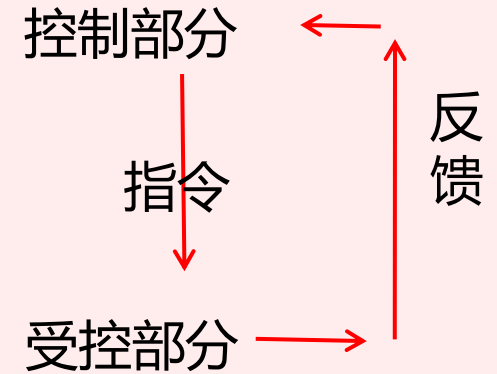


随堂练习

1. (单选) 关于反射, 下述哪项是错误的:
- A. 是机体在神经中枢参与下发生的反应
 - B. 可分为条件反射和非条件反射两种
 - C. 机体通过反射, 对外界环境变化作出适应性的反应
 - D. 没有大脑, 就不能发生反射
 - E. 非条件反射是先天性反射



二 体内的控制系统★★



反馈

负反馈

方向相反

例子：减压反射、动脉血压的压力感受性反射、体温、pH、血糖、渗透压

正反馈

方向相同

例子：排尿/便反射、血液凝固、分娩



随堂练习

1. (单选) 下列属于负反馈调节的是:
- A. 排尿反射
 - B. 排便反射
 - C. 血液凝固
 - D. 动脉压力感受性反射
 - E. 分娩



随堂练习

1. (单选) 下列属于负反馈调节的是:
- A. 排尿反射
 - B. 排便反射
 - C. 血液凝固
 - D. 动脉压力感受性反射
 - E. 分娩



总结提升

本章重点:

- 1.内环境
- 2.神经调节
- 3.正负反馈的例子



第二章-细胞的基本功能



教学目标

细胞的基本功能

细胞膜的物质转运功能

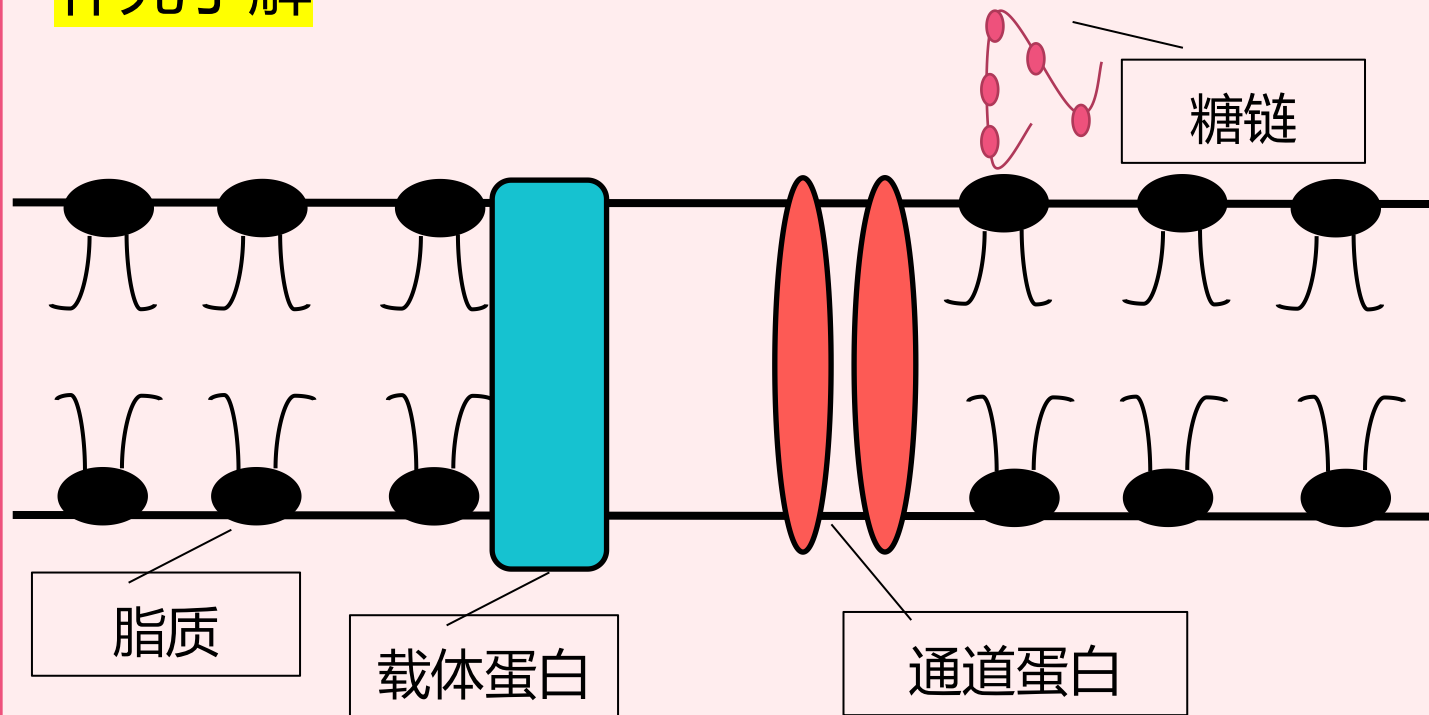
细胞的信号转导及细胞电活动

肌细胞的收缩



第一节 细胞膜的物质转运功能

补充了解



第一节 细胞膜的物质转运功能

补充了解

| 细胞膜 | 成分 | 特点 | 液态镶嵌模型 |
|-----|-----------|--------------------|--------|
| | 脂质 (主) | 磷脂、胆固醇和少量糖脂 | |
| | 蛋白质 | 细胞膜的功能主要是通过膜蛋白来实现的 | |
| | 糖类 | 少量 | |



第一节 细胞膜的物质转运功能

物质的跨膜转运

小分子

被动转运

高→低
顺浓度
不耗能

单纯扩散： O_2 、 CO_2 、乙醇
(分子间隙)

经载体：

易化扩散

(膜蛋白)

经通道：

主动转运

低→高
逆浓度
耗能

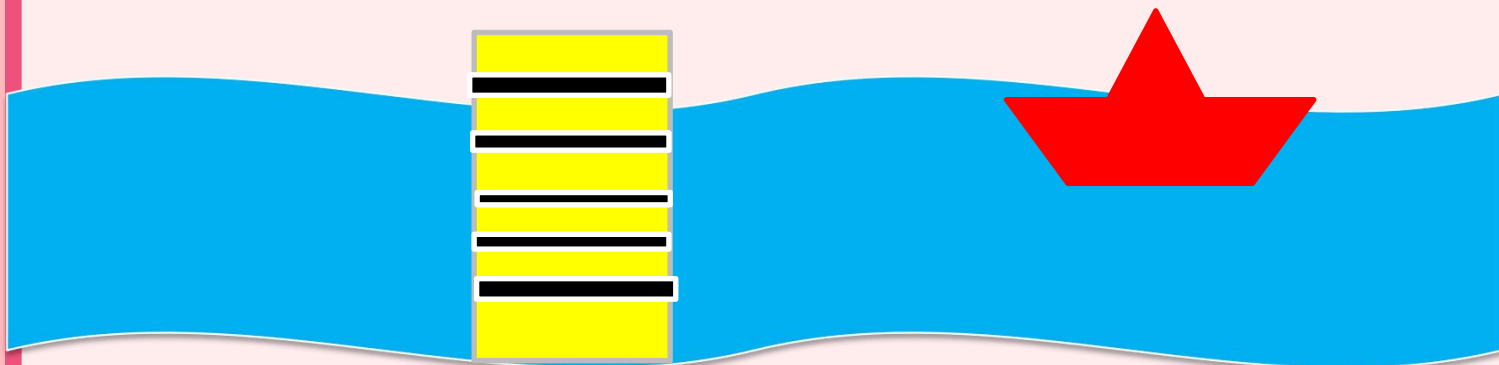
大分子
囊泡

出胞： 释放、分泌

入胞： 吞噬、吞饮



第一节 细胞膜的物质转运功能



通道蛋白：

门控特性

离子选择性

载体蛋白：

结构特异性

饱和现象

竞争性抑制

考点链接 经载体介导的易化扩散易发生饱和现象，是由于细胞膜中载体的数量和转运速率有限 所导致



第一节 细胞膜的物质转运功能

物质的跨膜转运

小分子

被动转运
高→低
顺浓度
不耗能

单纯扩散:
(分子间隙)

O_2 、 CO_2 、乙醇

经载体: **葡萄糖氨基酸进出细胞 (红细胞)**

易化扩散
(膜蛋白)

经通道: Na^+ 内流 K^+ 外流

离子选择性
门控特性

结构特异性
饱和现象
竞争性抑制

主动转运
低→高
逆浓度
耗能

大分子
囊泡

出胞: 释放、分泌
入胞: 吞噬、吞饮



第一节 细胞膜的物质转运功能

物质的跨膜转运

小分子

被动转运
高→低
顺浓度
不耗能

单纯扩散：
(分子间隙)

O_2 、 CO_2 、乙醇

经载体：**葡萄糖氨基酸进出细胞（红细胞）**

易化扩散
(膜蛋白)

经通道： Na^+ 内流
 K^+ 外流

离子选择性
门控特性

结构特异性
饱和现象
竞争性抑制

主动转运
低→高
逆浓度
耗能

原发性（**直接**利用ATP）：**钠钾泵**

继发性（**间接**利用ATP）

大分子
囊泡

出胞：释放、分泌

入胞：吞噬、吞饮



第一节 细胞膜的物质转运功能

原发性主动转运：介导这一过程的膜蛋白或载体称为**离子泵**（本质是ATP 酶）

(1) 钠-钾泵：钠泵每分解一分子ATP 可逆浓度差将3个 Na^+ 移出胞外，将2个 K^+ 移入胞内，其直接效应是维持细胞膜两侧 Na^+ 和 K^+ 的浓度差，使细胞外液中的 Na^+ 浓度达到胞质内的**10倍**左右，细胞内的 K^+ 浓度达到细胞外液的**30倍**左右（胞外高钠，胞内高钾）。产生一个正电荷的净外移，故钠泵具有生电效应。



第一节 细胞膜的物质转运功能

物质的跨膜转运

小分子

被动转运
高→低
顺浓度
不耗能

单纯扩散：
(分子间隙)

O_2 、 CO_2 、乙醇

经载体：**葡萄糖氨基酸进出细胞（红细胞）**

易化扩散
(膜蛋白)

经通道： Na^+ 内流
 K^+ 外流

离子选择性
门控特性

结构特异性
饱和现象
竞争性抑制

主动转运
低→高
逆浓度
耗能

原发性（**直接**利用ATP）：**钠钾泵**

继发性（**间接**利用ATP）：**葡萄糖氨基酸（肾、肠）**

大分子
囊泡

出胞：释放、分泌

入胞：吞噬、吞饮



第二节 细胞的电活动

静息电位：（ K^+ 的外流）

1.概念：安静时细胞膜两侧处于内负外正的状态称为静息电位（极化）

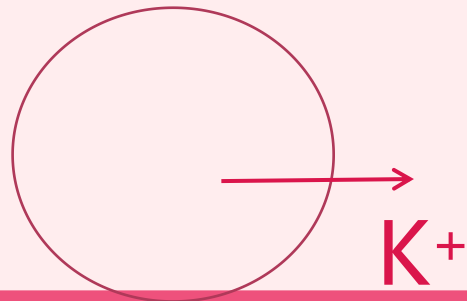
2.机制：

(1) 细胞膜两侧离子的浓度差与平衡电位；

(2) 安静时细胞膜对离子的相对通透性；

K^+ 通透性较大 \rightarrow K^+ 外流 \rightarrow 静息电位接近 K^+ 的平衡电位

(3) 钠泵的生电作用：维持胞外高 Na^+ 和胞内高 K^+ 。



第二节 细胞的电活动

二、动作电位

1.动作电位：细胞在静息电位基础上接受有效刺激后产生的一个迅速的可向远处传播的膜电位波动。



第二节 细胞的电活动

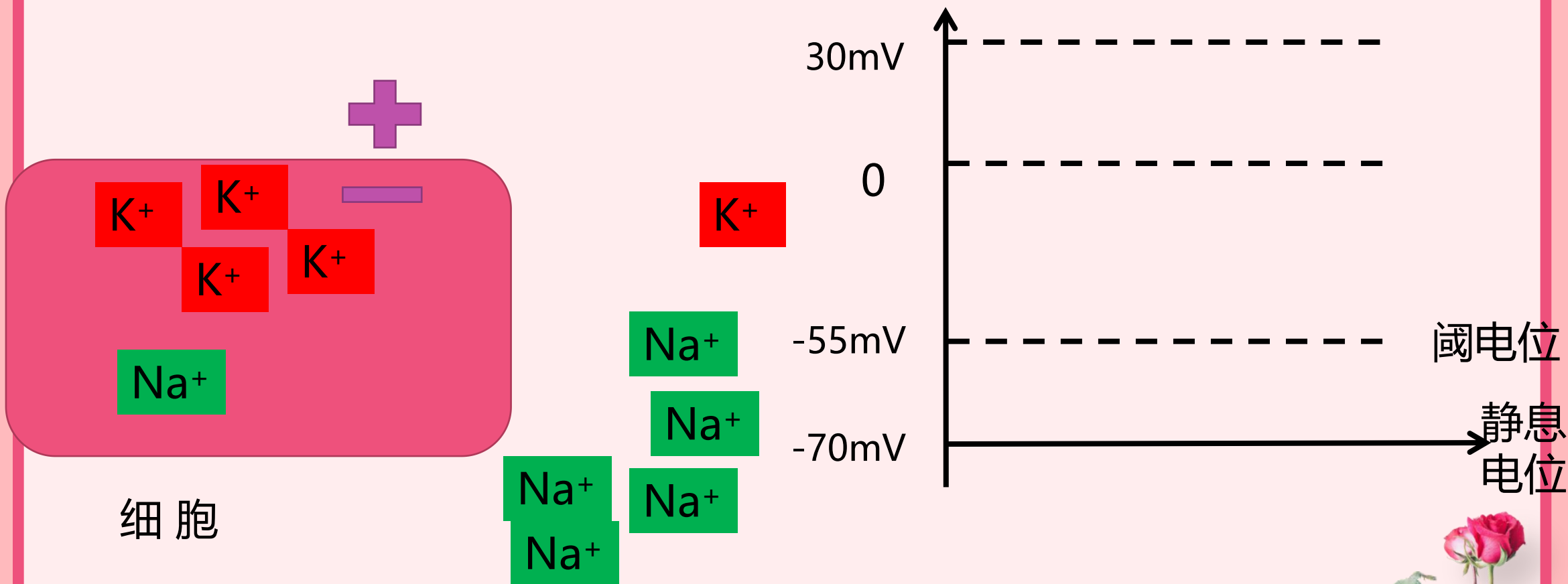
二、动作电位

1.动作电位：细胞在静息电位基础上接受有效刺激后产生的一个迅速的可向远处传播的膜电位波动。刺激是指细胞所处环境的变化，包括物理、化学和生物等性质的环境变化。

能使细胞产生动作电位的最小刺激强度，称为阈强度或阈值。所谓有效刺激，指的就是能使细胞产生动作电位的阈刺激或阈上刺激。

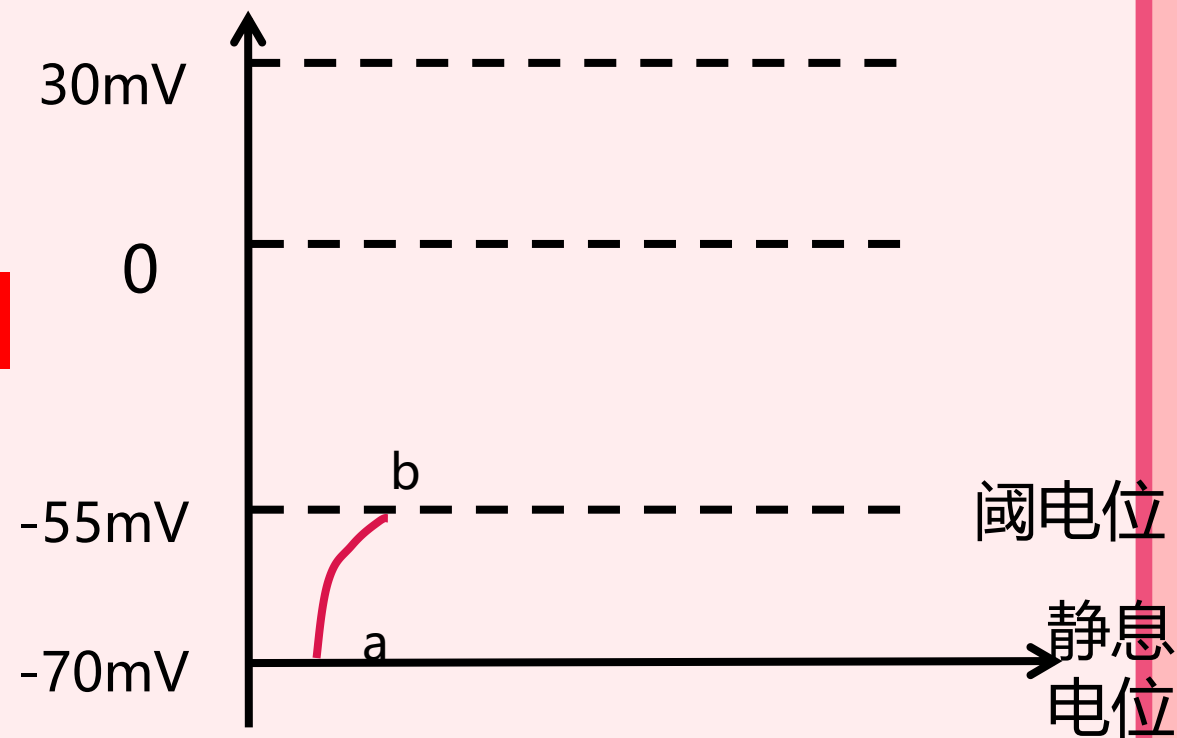
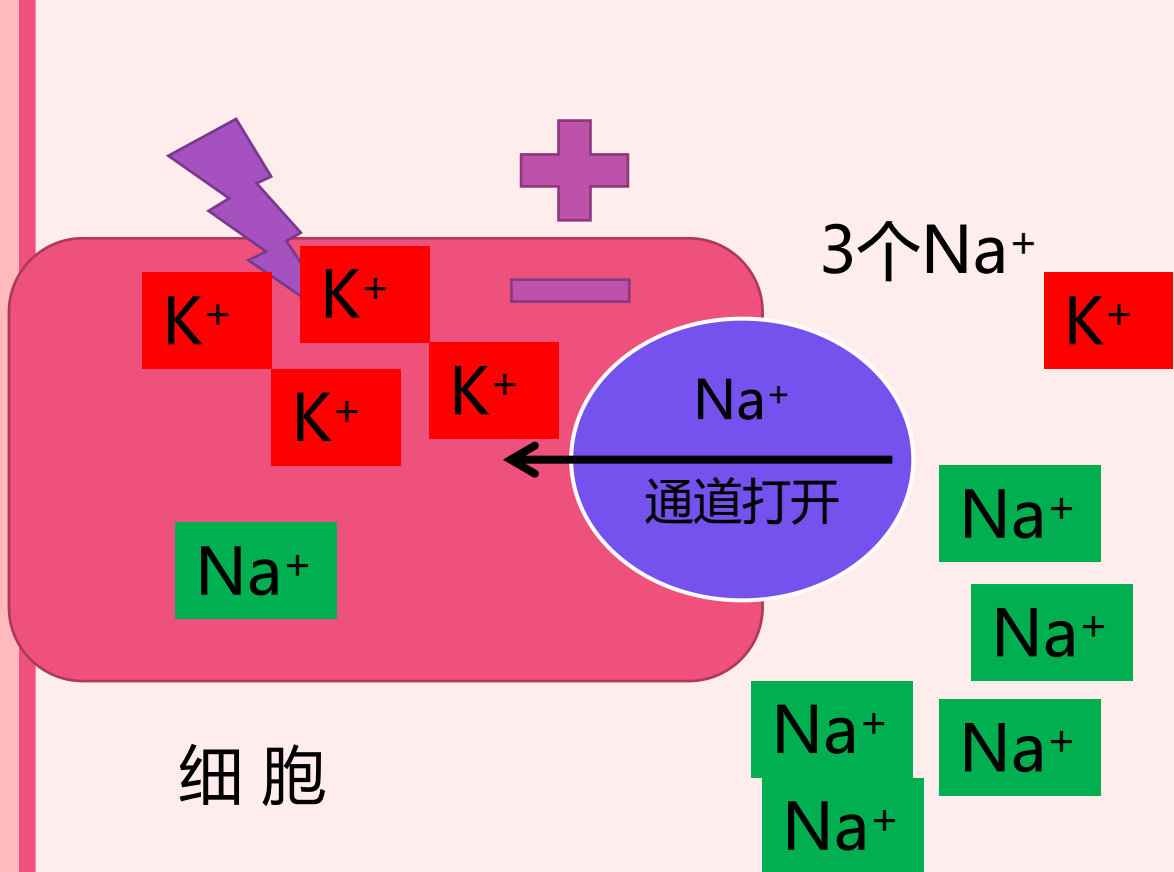
第二节 细胞的电活动

(一) 以神经细胞为例：动作电位的过程



第二节 细胞的电活动

过程:

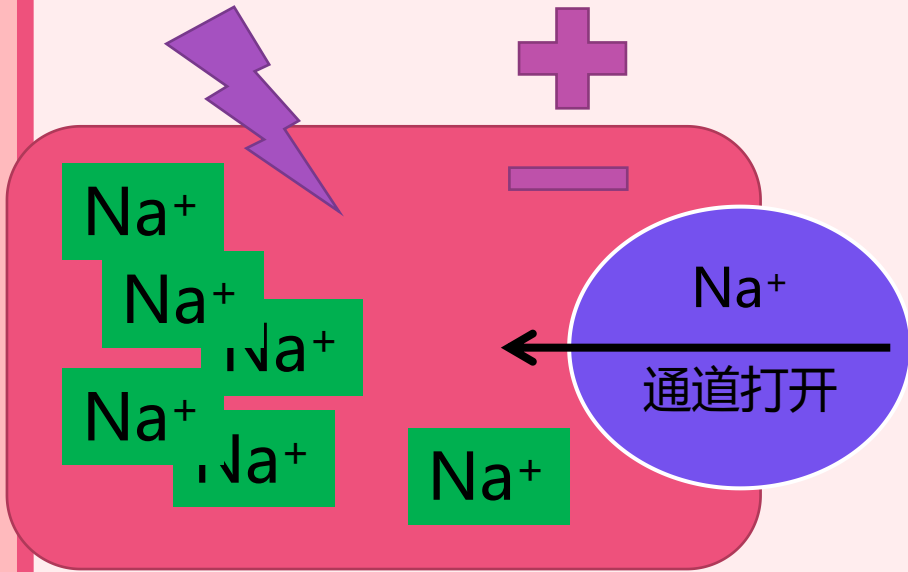


钾离子外流与钠钾泵的共同作用

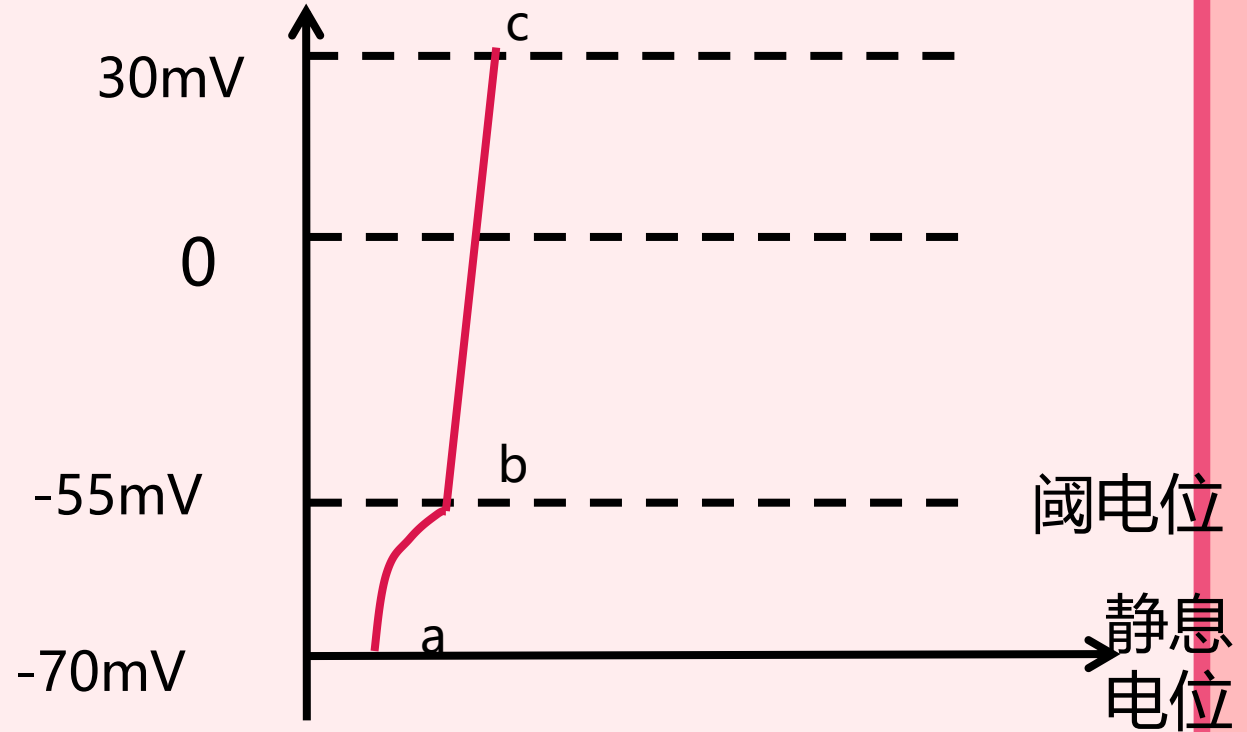


第二节 细胞的电活动

过程:



细胞

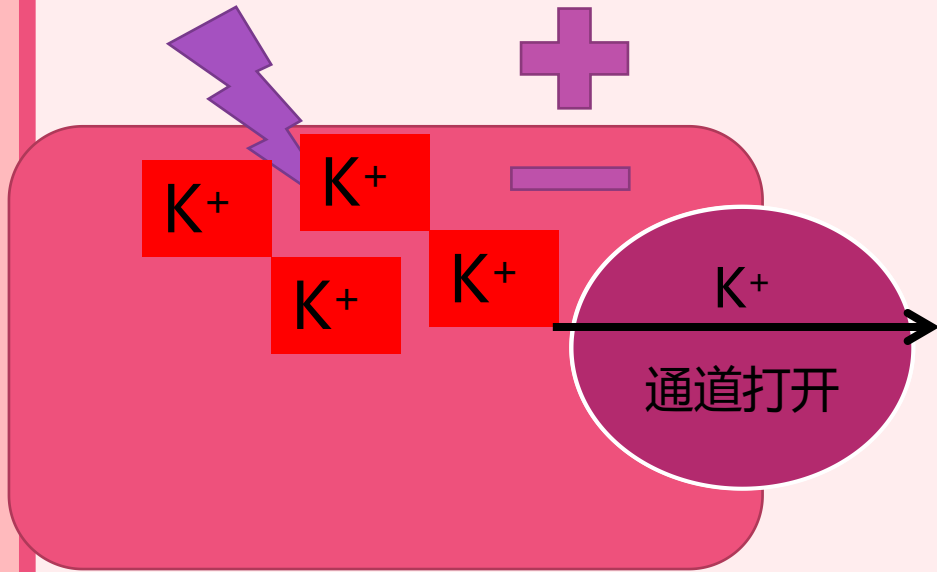


钾离子外流与钠钾泵的共同作用

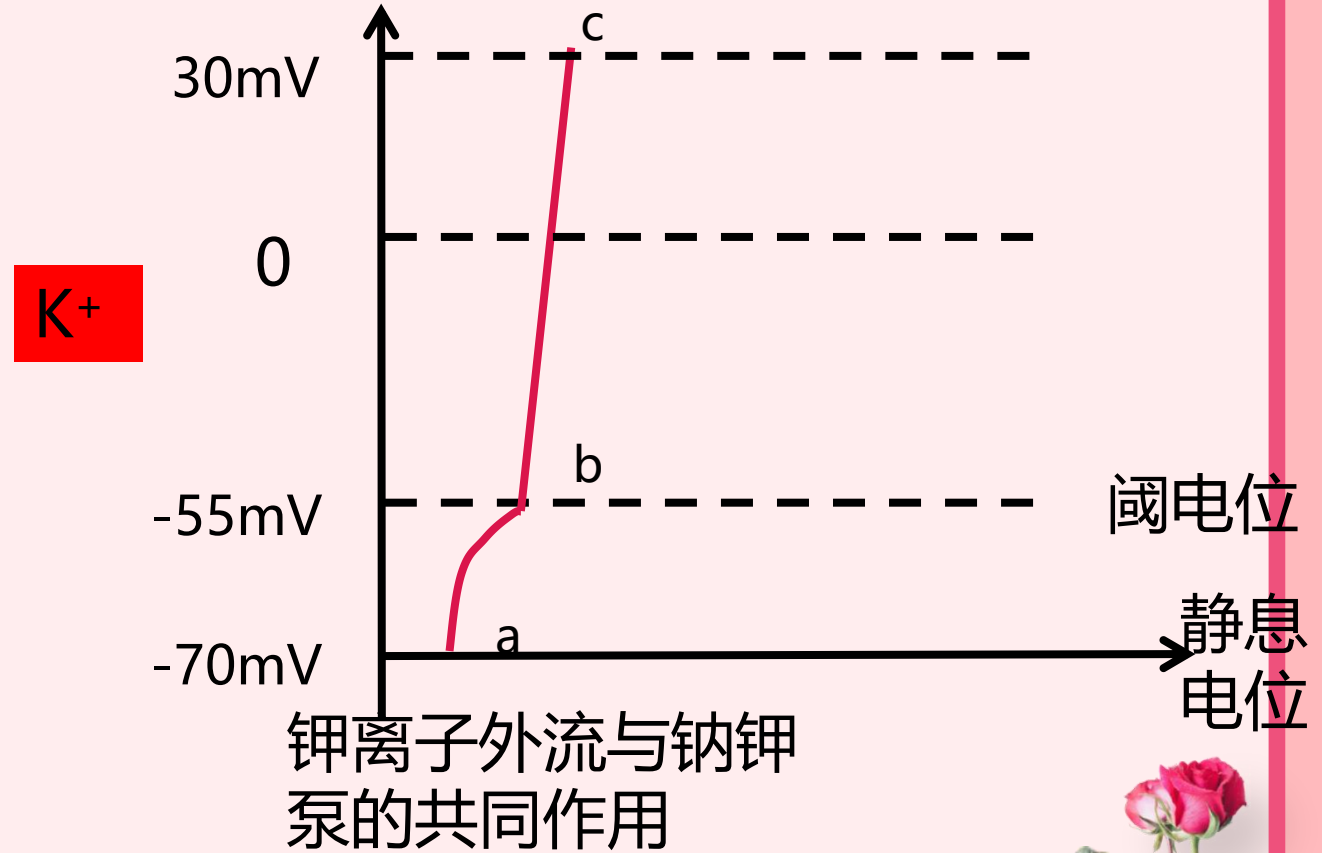


第二节 细胞的电活动

过程:

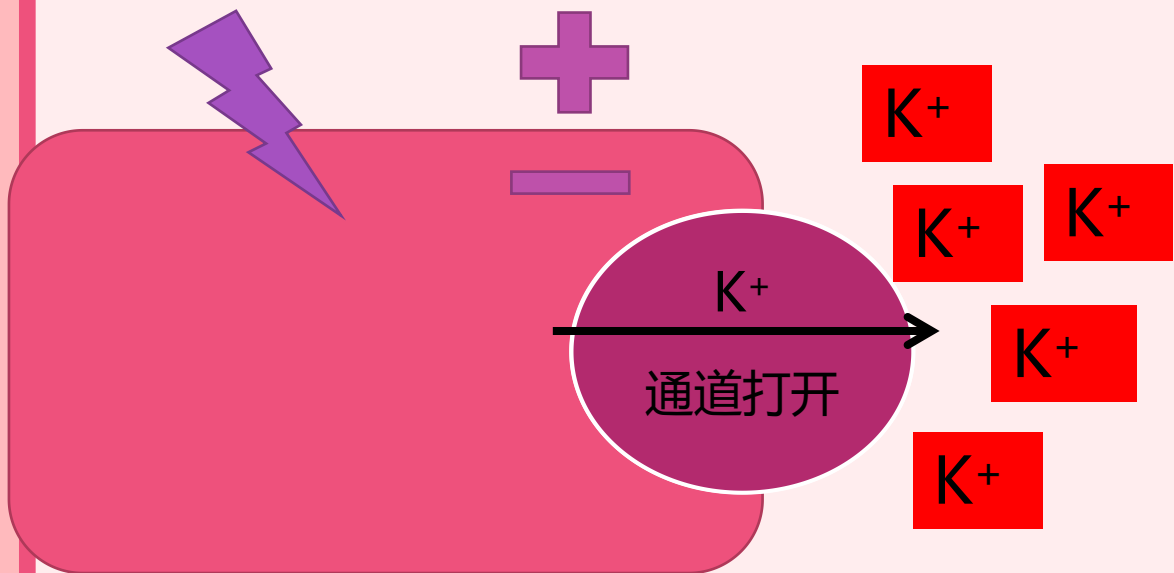


细胞

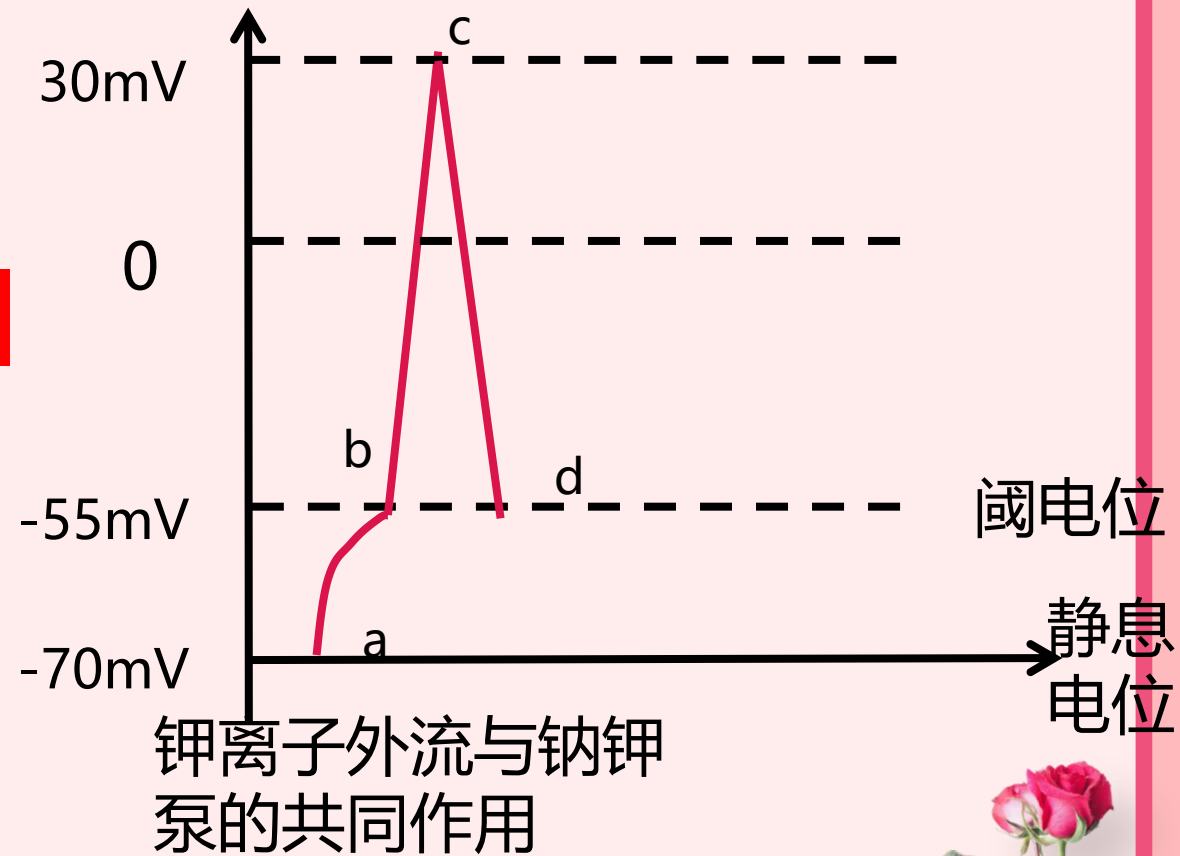


第二节 细胞的电活动

过程:

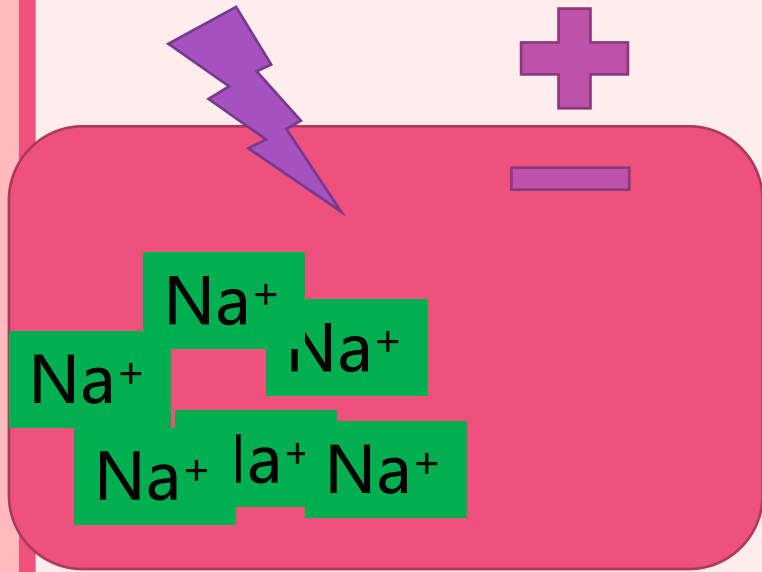


细胞

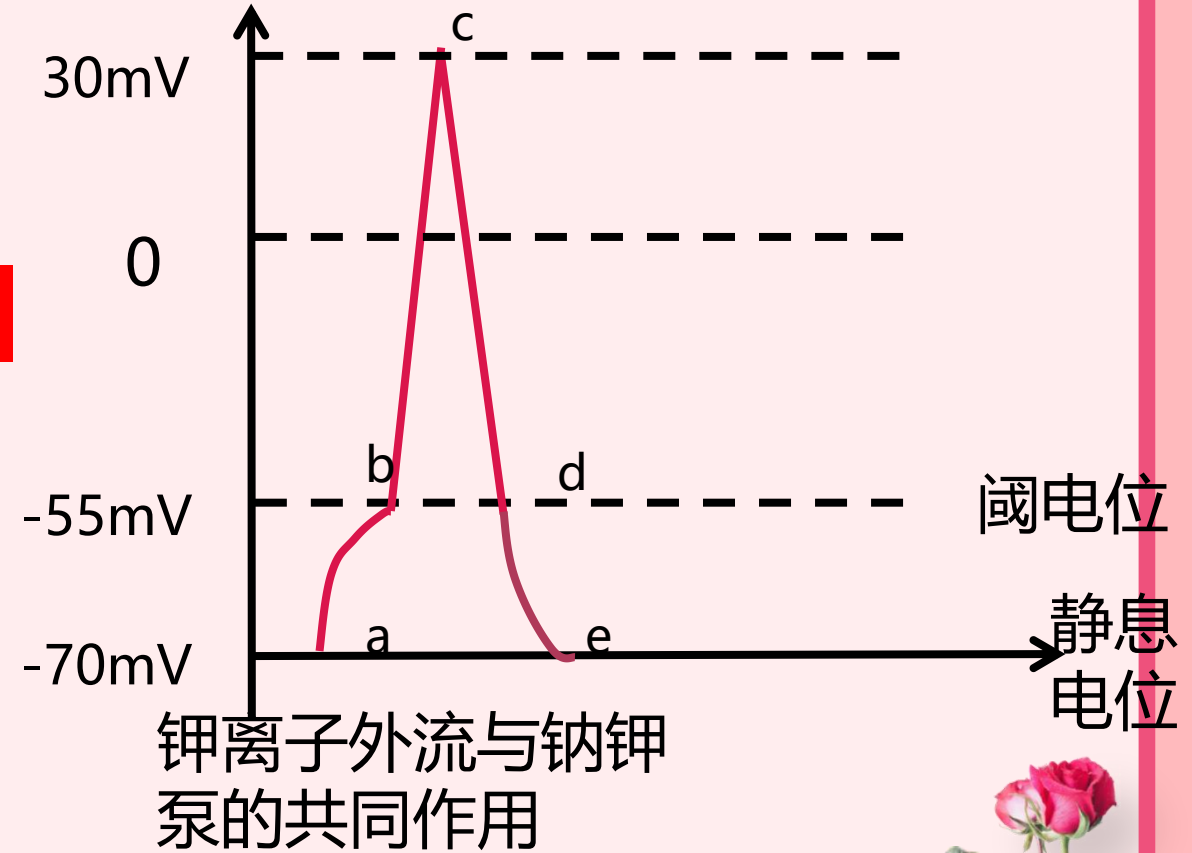
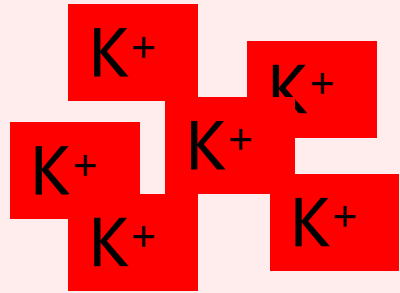


第二节 细胞的电活动

过程:

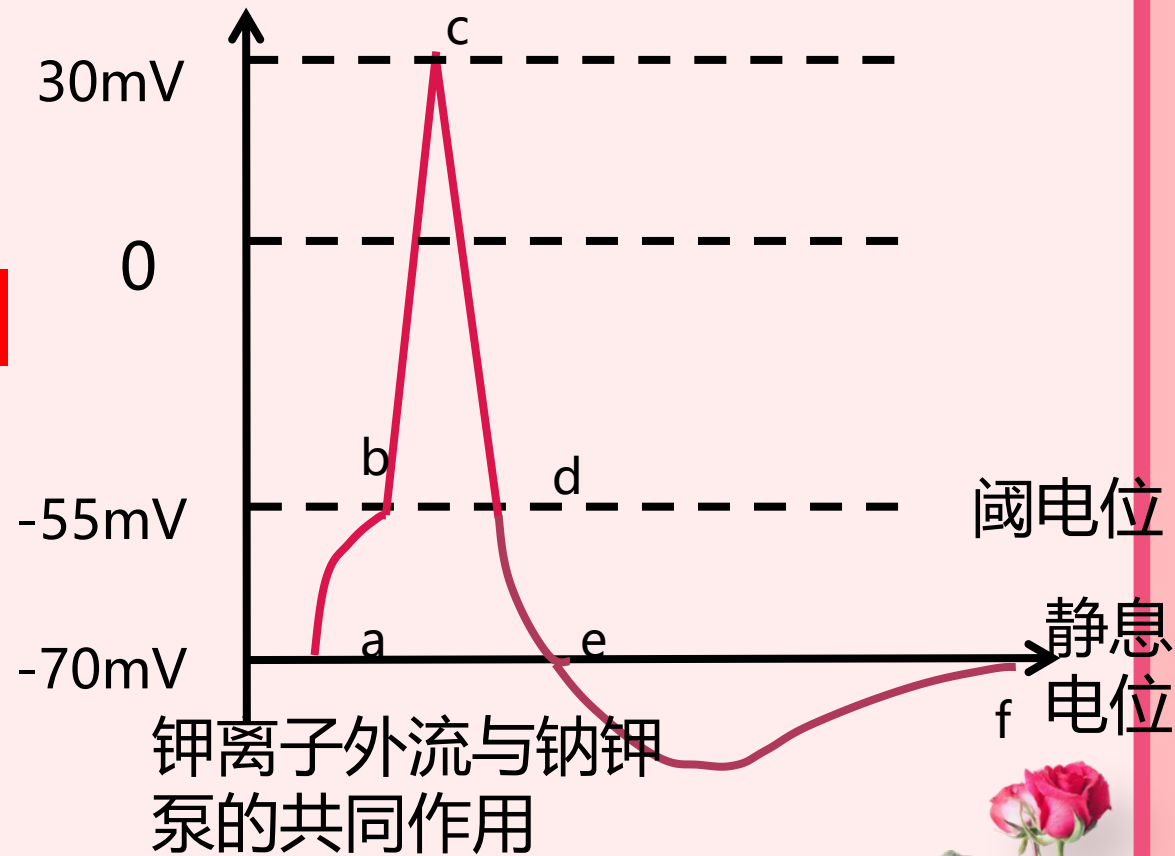
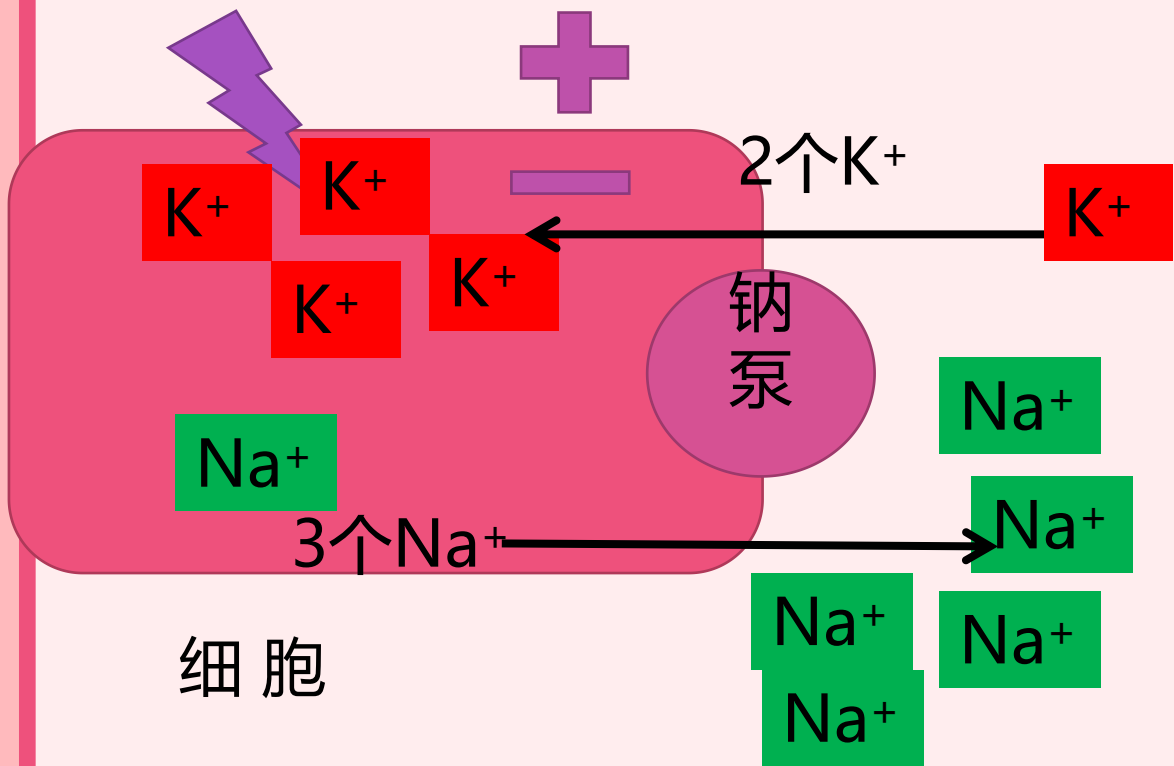


细胞



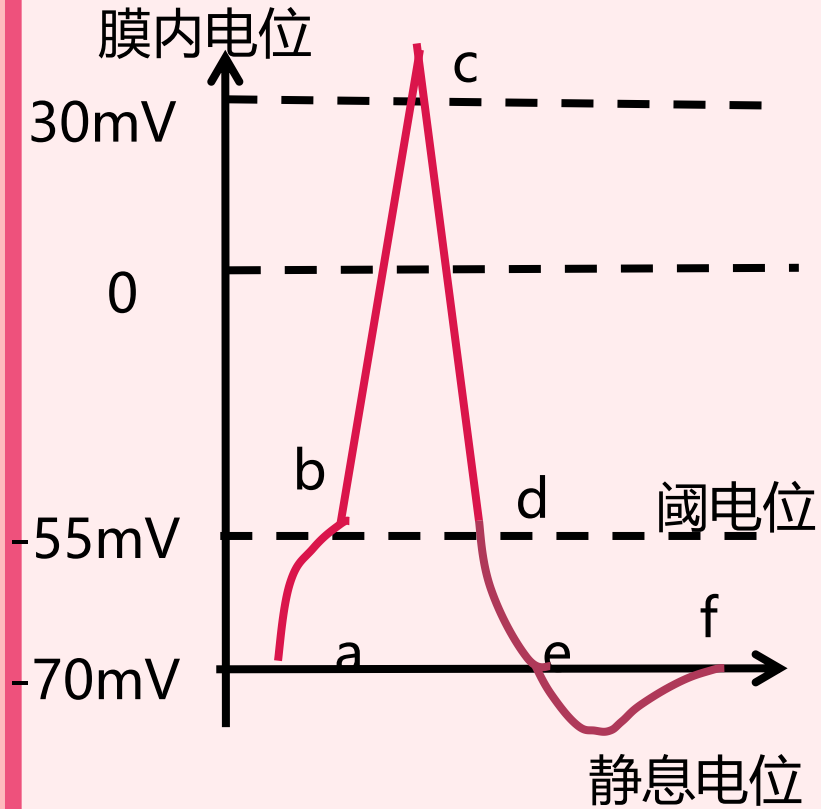
第二节 细胞的电活动

过程:



二、动作电位

以神经细胞为例：**动作电位的过程**

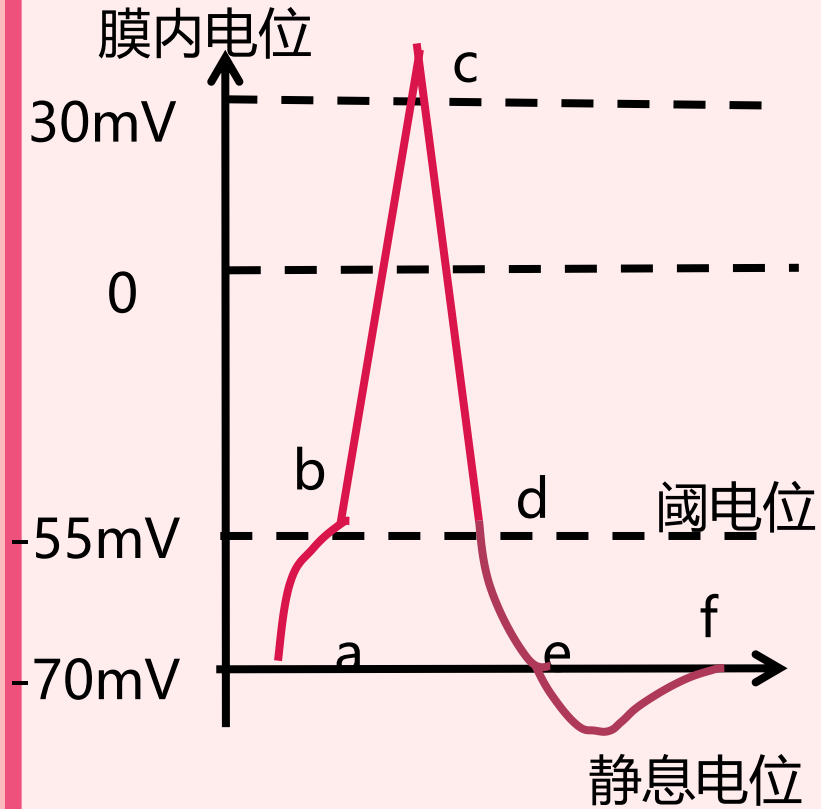


- a. 静息电位 (极化) : (K^+ 外流)
- b. 阈电位
- ab: 去极化 (静息电位减小 (如细胞内电位由-70mV变为-50mV) 表示膜的极化状态减弱, 这种静息电位减小的过程或状态称为去极化) ; (Na^+ 内流)



二、动作电位

以神经细胞为例：**动作电位的过程**



bc: 快速去极相 (当受到一个有效刺激时, 其膜电位从-70mV逐渐去极化到达阈电位水平, 此后迅速上升至+30mV, 形成动作电位的升支

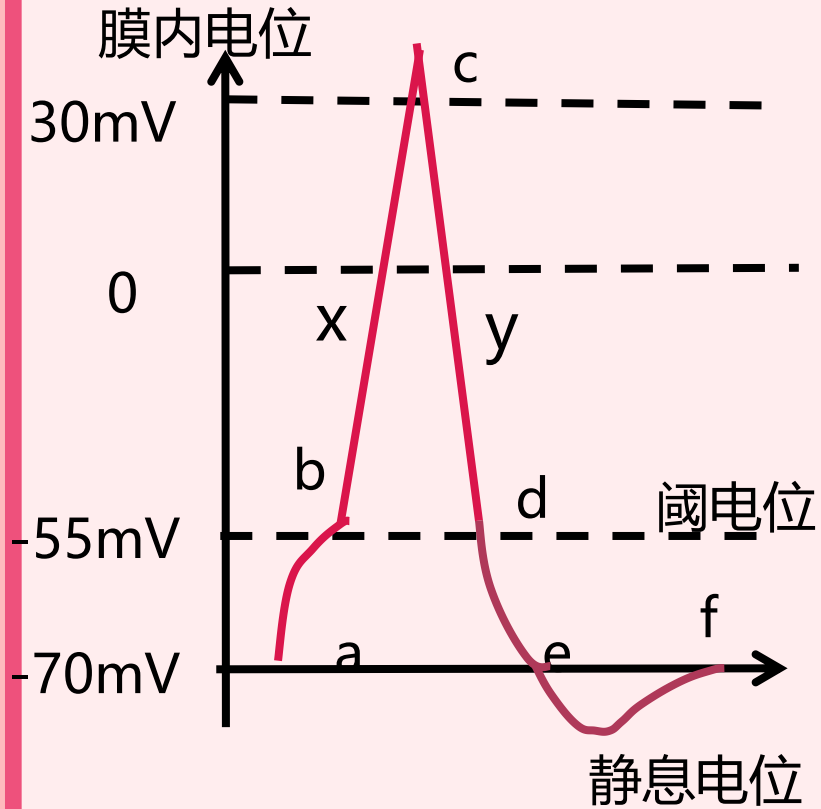
(去极相) (Na^+ 内流)

cd.复极相: K^+ 外流



二、动作电位

以神经细胞为例：**动作电位的过程**

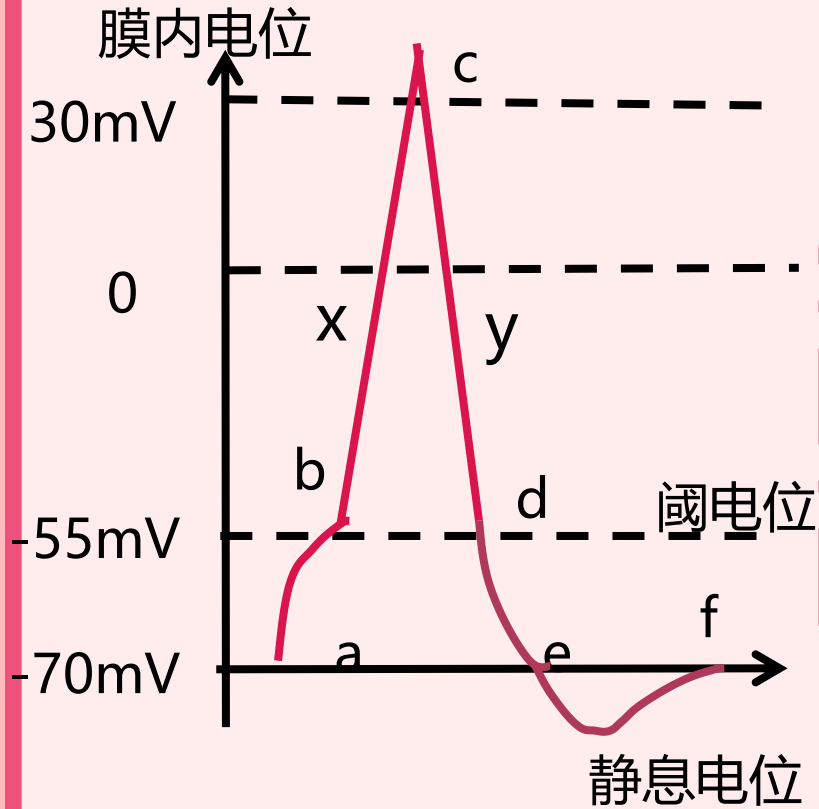


bcd.锋电位（去极相+复极相）：
是动作电位的主要部分，被视为**动作电位的标志**。



二、动作电位

以神经细胞为例：**动作电位的过程**



df: 后电位
de: 负后电位
ef: 正后电位 (超极化)



二、动作电位★★

(二) 兴奋性及其变化

1.概念和机制:

兴奋性: 兴奋性是指机体的组织或细胞接受刺激后发生反应的能力或特性, 它是生命活动的基本特征之一。

①细胞兴奋性高低可用刺激的阈值大小来衡量。

②**阈值愈小, 兴奋性就愈高; 阈值愈大, 兴奋性则愈低。**



二、动作电位★★

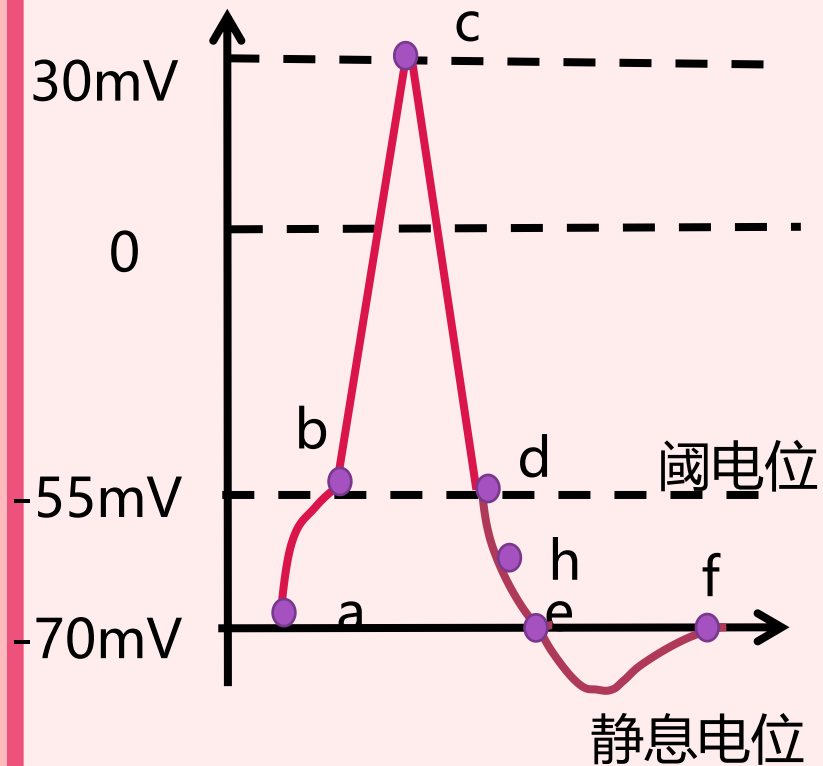
2.兴奋性的变化

细胞兴奋后兴奋性会发生变化，呈周期性改变。



二、动作电位★★

以神经细胞为例：动作电位的过程




| 兴奋性 | 对应点 | 其他 |
|-------|-----|-----------------------|
| 绝对不应期 | bd | 兴奋性为0 阈值无限大 |
| 相对不应期 | dh | 兴奋性逐渐恢复 阈上刺激 |
| 超常期 | he | 有的细胞兴奋性轻度升高 (负后电位) |
| 低常期 | ef | 有的细胞兴奋性轻度降低 (正后电位) |

第二节 细胞的电活动

二、动作电位

特点

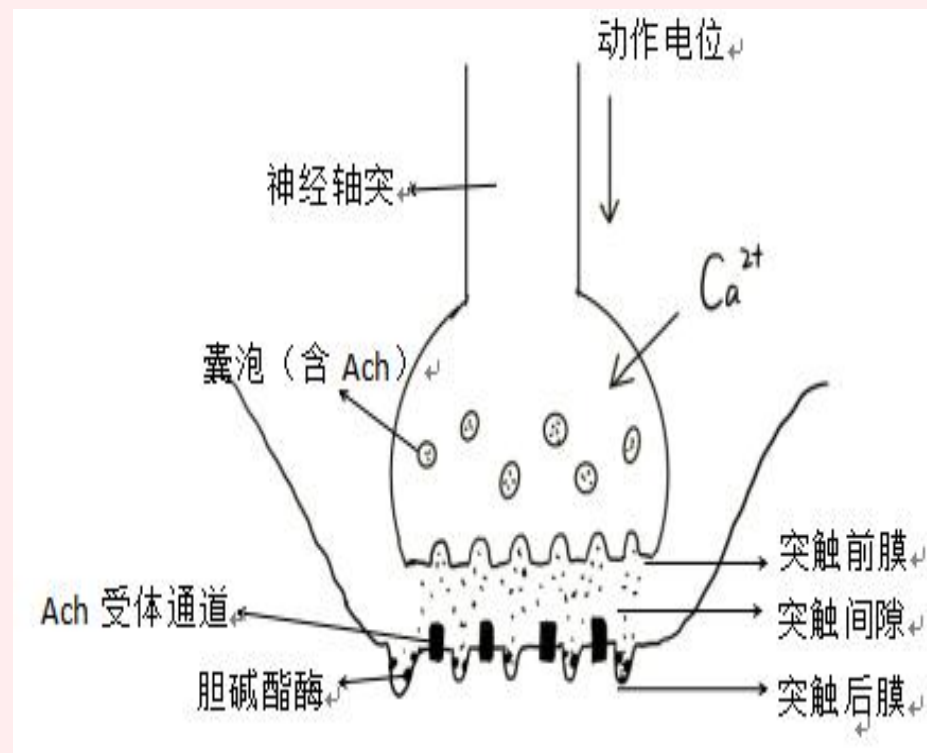
- ① **有“全或无”现象**：若刺激未达到一定强度，动作电位就不会产生（无）；当刺激达到一定强度时，所产生的动作电位，其幅度便达到该细胞动作电位的最大值，不会随刺激强度的继续增强而增大（全）。
 - ② **不衰减传播**：幅度和波形在传播的过程中始终保持不变。
 - ③ **脉冲式发放**：连续多个动作电位之间有一定间隔，呈现是分离的脉冲式发放。
- 

第三节 肌细胞的收缩

一、骨骼肌神经-肌接头处的兴奋传递

1.结构

- 接头前膜
- 接头间隙
- 接头后膜

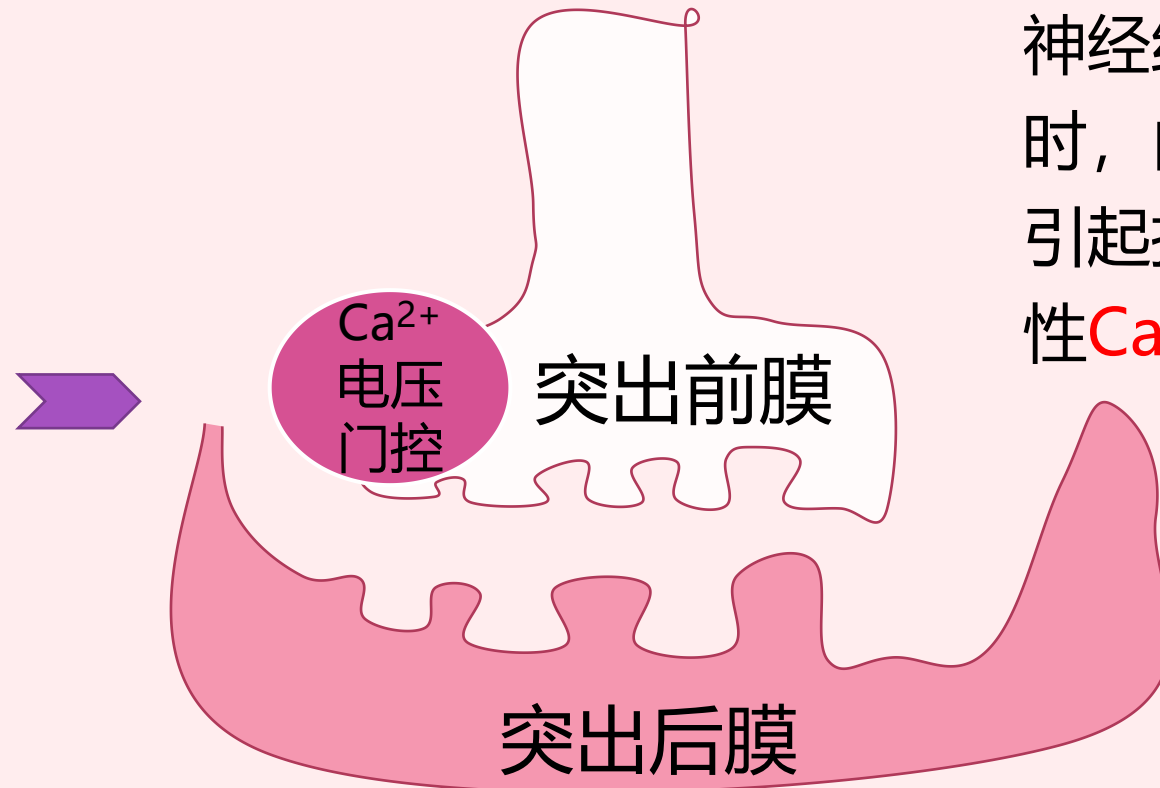


第三节 肌细胞的收缩

2. 兴奋传递过程

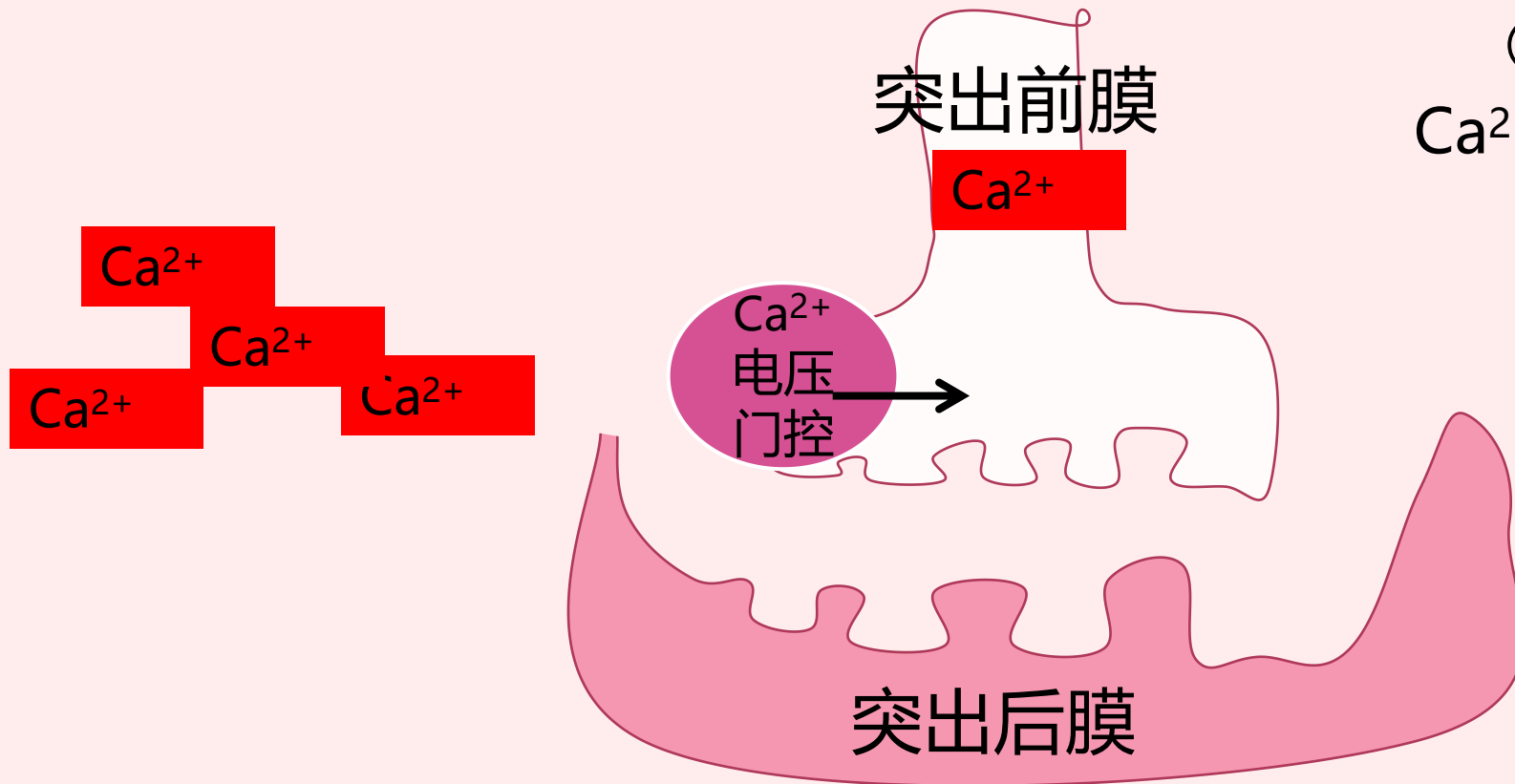
骨骼肌神经-肌接头由接头前膜→接头间隙→接头后膜（终板膜）

①当动作电位沿着神经纤维传至神经末梢时，由于生物电现象，引起接头前膜电压门控性 Ca^{2+} 通道开放。



第三节 肌细胞的收缩

2. 兴奋传递过程

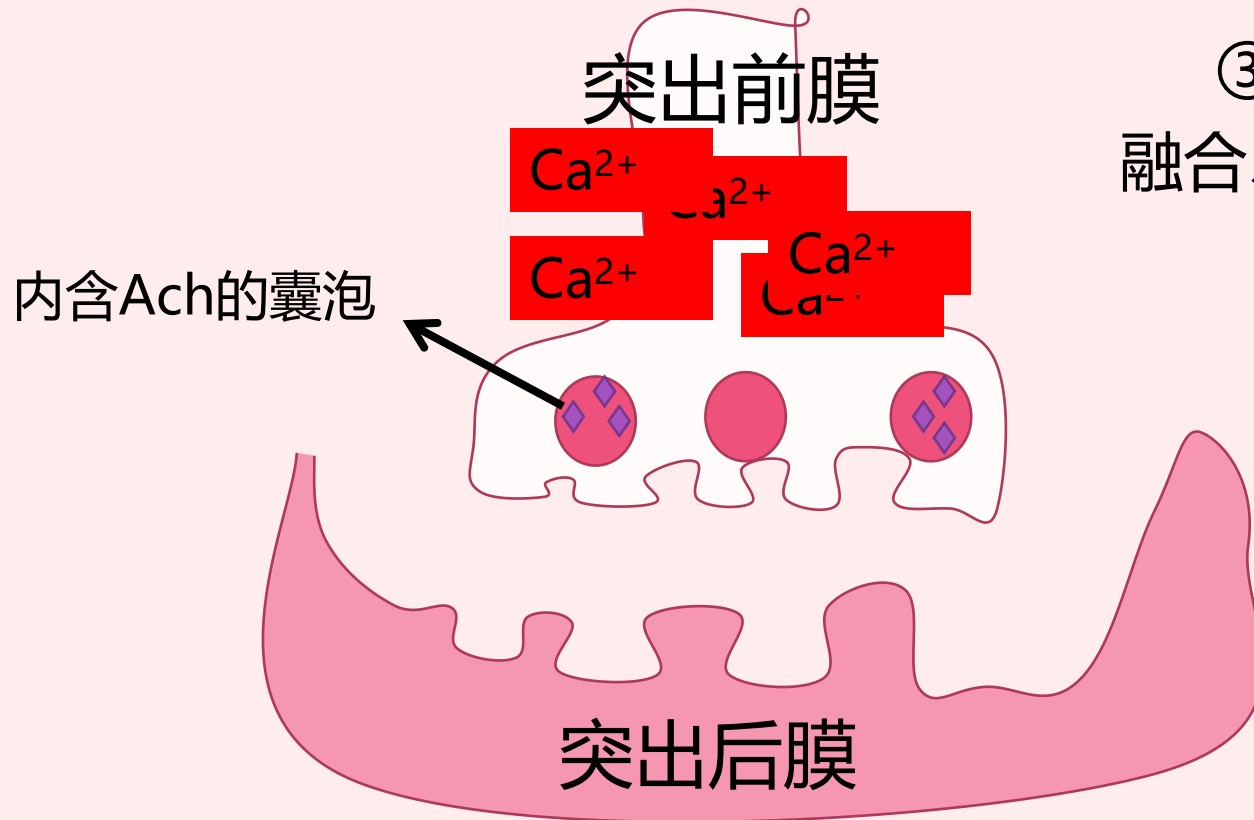


②膜对 Ca^{2+} 通透性增加,
 Ca^{2+} 内流进入轴突末梢。



第三节 肌细胞的收缩

2. 兴奋传递过程

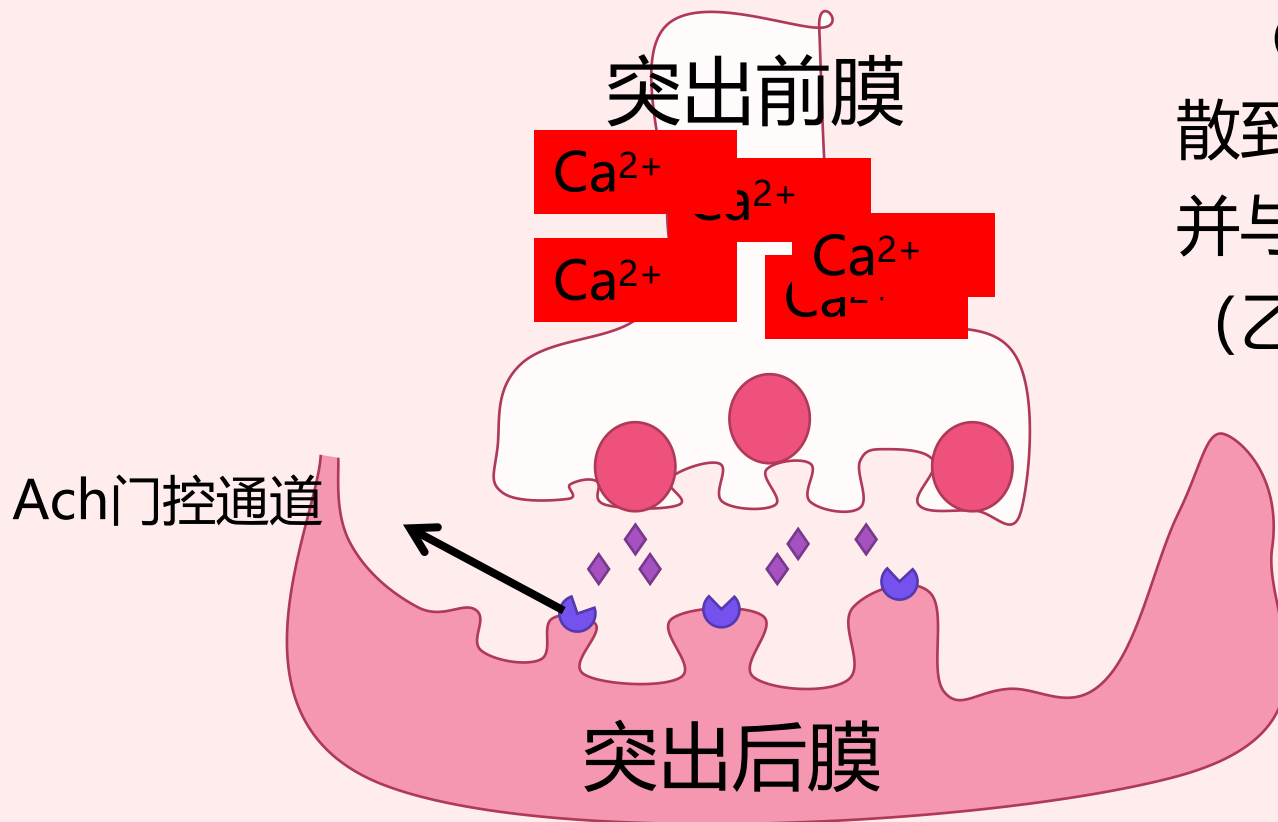


③触发囊泡向前膜靠近、融合、破裂、释放递质ACh



第三节 肌细胞的收缩

2. 兴奋传递过程

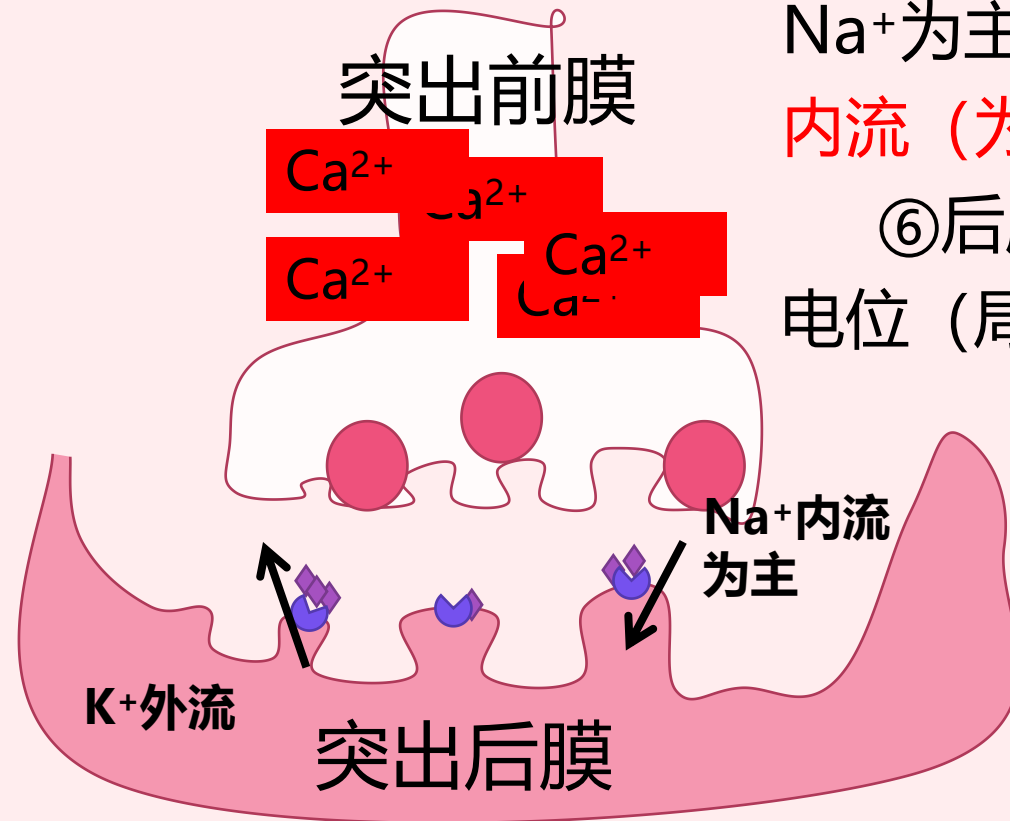


④ACh通过接头间隙扩散到接头后膜（终板膜）并与后膜上ACh门控通道（乙酰胆碱受体）结合



第三节 肌细胞的收缩

2. 兴奋传递过程



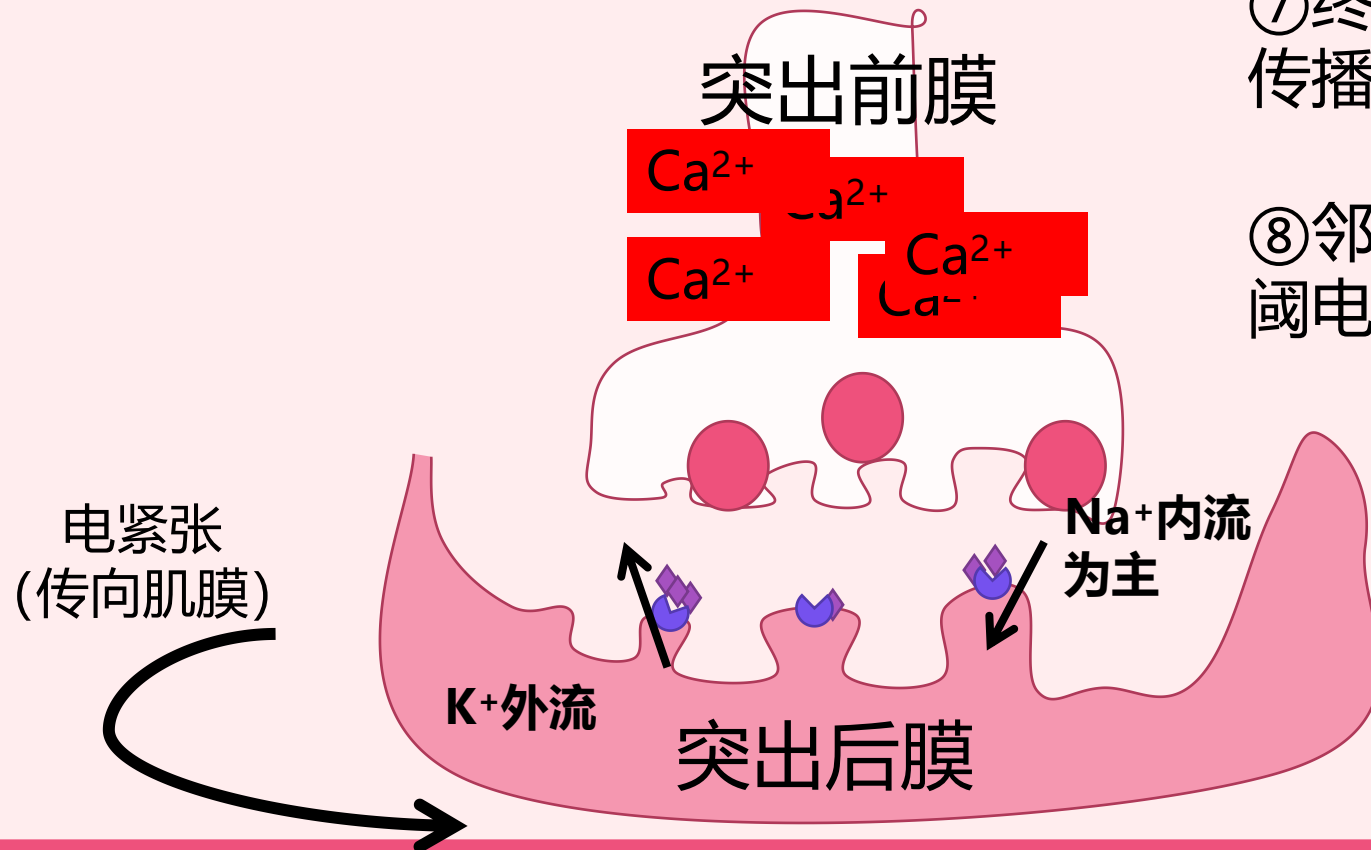
⑤终板膜对Na⁺、K⁺（以Na⁺为主）通透性增高，Na⁺内流（为主）和K⁺外流

⑥后膜去极化，称为终板电位（局部电位）



第三节 肌细胞的收缩

2. 兴奋传递过程



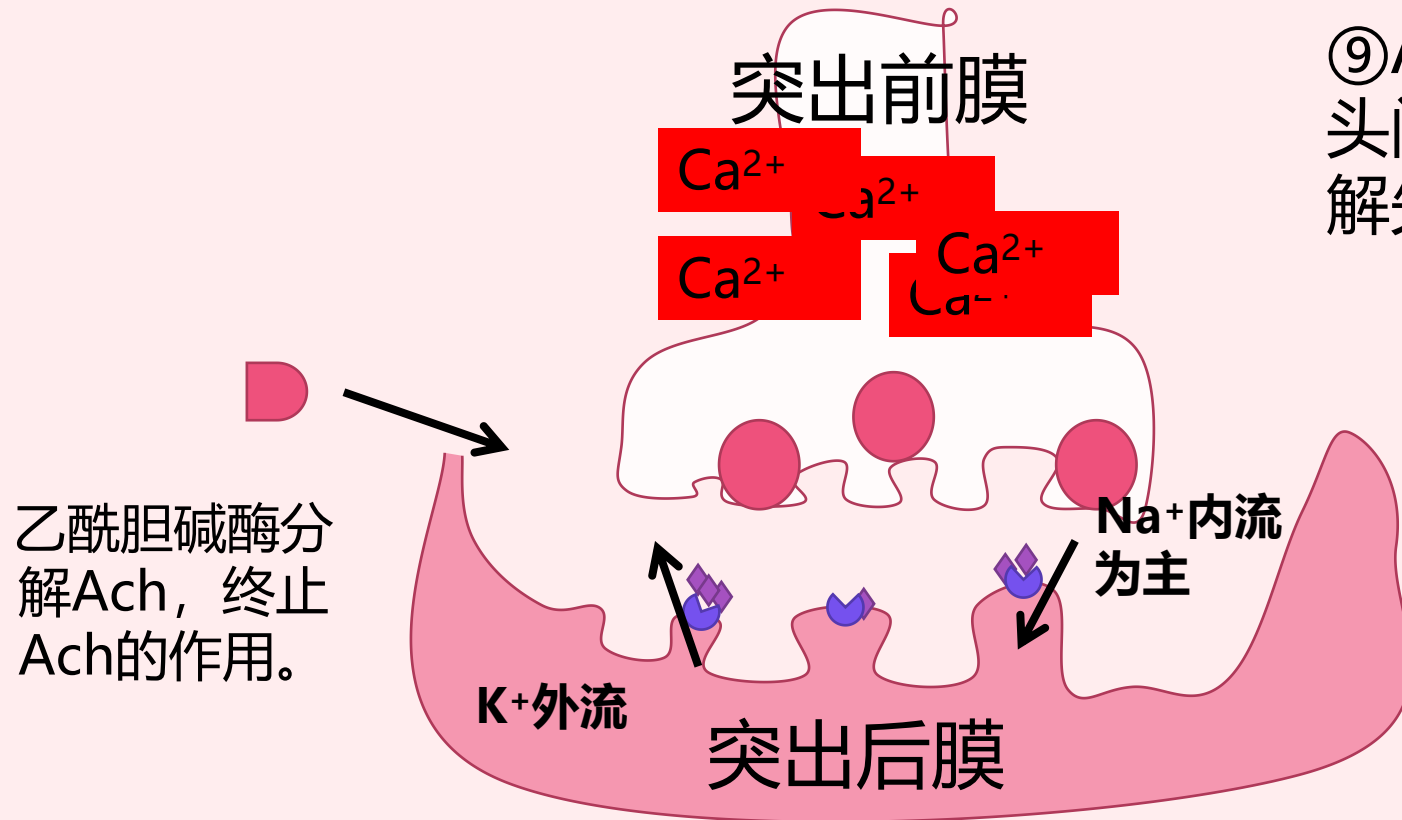
⑦终板电位以电紧张的方式传播至肌膜，肌膜去极化。

⑧邻近肌细胞膜去极化达到阈电位水平而产生动作电位。



第三节 肌细胞的收缩

2. 兴奋传递过程



⑨ACh发挥作用后被接头间隙中的胆碱酯酶分解失活。



考点链接

1. ACh 发挥作用后被接头间隙中的胆碱酯酶分解失活。
2. 在骨骼肌神经-肌接头处的兴奋传递过程中，ACh 释放是一个关键性步骤。接头前膜的 ACh 释放具有 Ca^{2+} 依赖性。接头前膜产生的动作电位需通过激活前膜中的电压门控钙通道，导致 Ca^{2+} 内流而触发囊泡的出胞。ACh 的释放是以囊泡为单位进行的。



第三节 肌细胞的收缩

(二) 横纹肌细胞的兴奋—收缩耦联

将横纹肌细胞产生动作电位的电兴奋过程与肌丝滑行的机械收缩联系起来的中介机制或过程，称为兴奋-收缩耦联。

兴奋-收缩耦联的耦联因子是 Ca^{2+} 。



随堂练习

1. (单选) 在神经-骨骼肌接头完成信息传递后, 能消除接头处神经递质的酶是:

A. 钠离子-钾离子-ATP 酶

B. 肌酸激酶

C. 腺苷酸环化酶

D. 磷酸二酯酶

E. 乙酰胆碱酯酶



随堂练习

1. (单选) 在神经-骨骼肌接头完成信息传递后, 能消除接头处神经递质的酶是:

A. 钠离子-钾离子-ATP 酶

B. 肌酸激酶

C. 腺苷酸环化酶

D. 磷酸二酯酶

E. 乙酰胆碱酯酶



随堂练习

2. (单选) 静息电位产生的原因是:

A. Na^+ 内流

B. K^+ 外流

C. Na^+ 外流

D. K^+ 内流



随堂练习

2. (单选) 静息电位产生的原因是:

A. Na^+ 内流

B. K^+ 外流

C. Na^+ 外流

D. K^+ 内流



总结提升

本章重点:

- 1.物质的跨膜转运
- 2.动作电位



第三章-血液



本章架构

血液

血液生理概述

血细胞生理

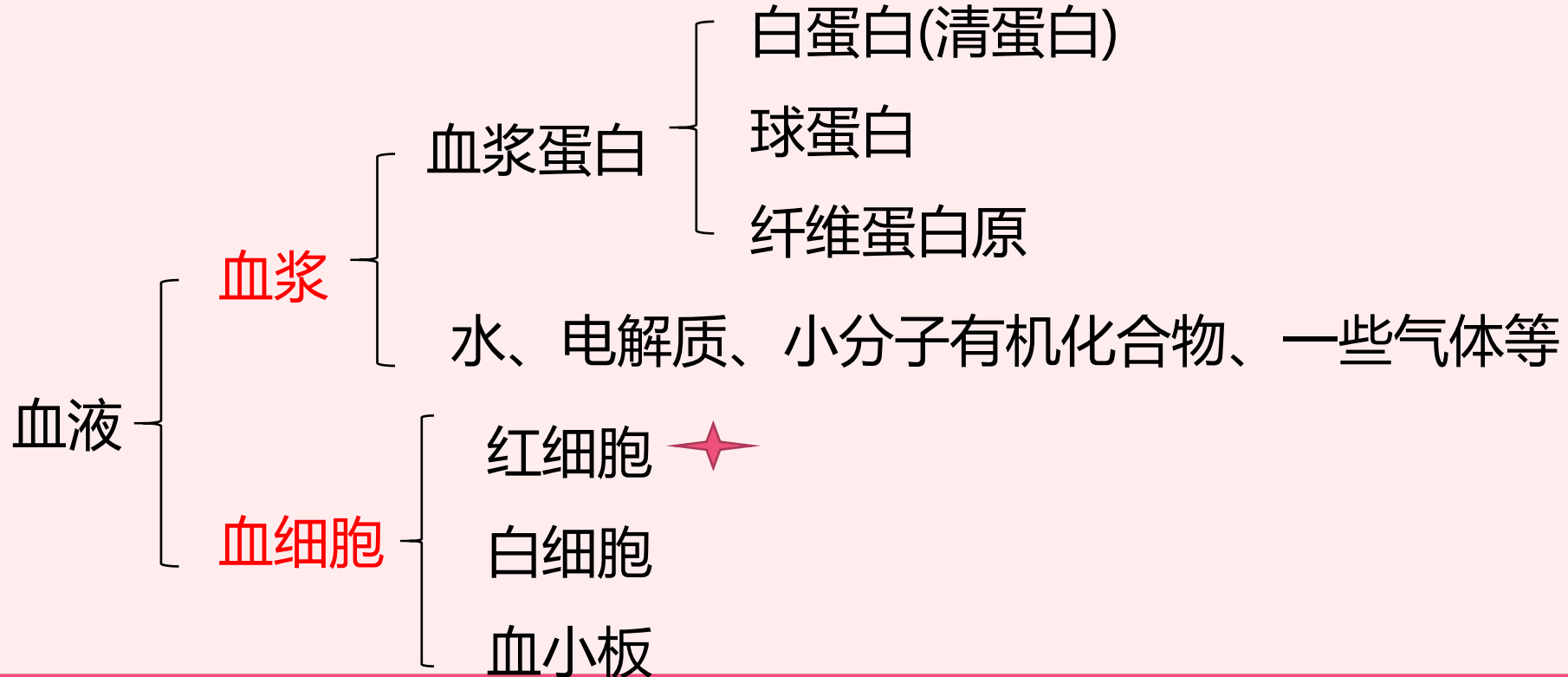
生理性止血

血型和输血原则



第一节 血液生理概述

一、血液组成



(二) 血细胞

血细胞可分为**红细胞 (RBC)**、**白细胞 (WBC)** 和**血小板**三类，其中**红细胞的数量最多**，约占血细胞总数的99%，**白细胞最少**。

血细胞在血液中所占的**容积百分比**称为**血细胞比容**。正常成年男性的血细胞比容为40%~50%，成年女性为37%~48%。由于血液中白细胞和血小板仅占总容积的0.15%~1%，故**血细胞比容可反映血液中红细胞的相对浓度**。



第一节 血液生理概述

二、血液的理化特性

(一) 血液的比重

1. 正常人全血的比重为1.050~1.060。
2. 血液中**红细胞数量最多**，全血比重就越大。
3. 血浆的比重为1.025~1.030，其高低主要取决于血浆蛋白的含量。



第一节 血液生理概述

二、血液的理化特性

(二) 血液的黏度

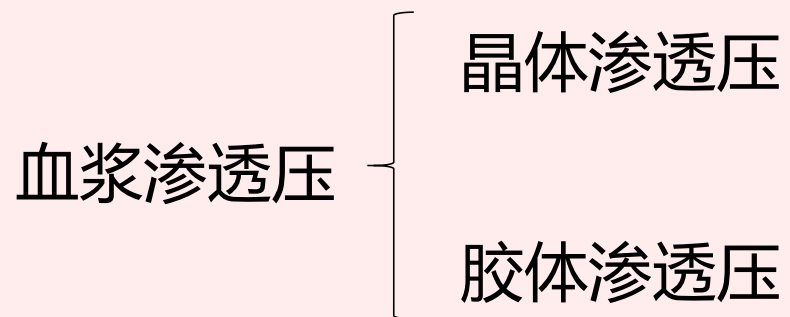
全血的黏度**主要取决于血细胞比容的高低**，血浆的黏度主要取决于血浆蛋白的含量。



第一节 血液生理概述

二、血液的理化特性

(三) 血浆渗透压



第一节 血液生理概述

二、血液的理化特性

(三) 血浆渗透压

| | 血浆晶体渗透压 | 血浆胶体渗透压 | 血浆渗透压 |
|------|---|--------------------------------|-----------------------------------|
| 正常值 | 298.7mOsm/ (Kg·H ₂ O) | 1.3mOsm/ (Kg·H ₂ O) | 300mOsm/ (Kg·H ₂ O) |
| 产生原因 | 80%来自Na⁺和Cl⁻ | 75% ~ 80%来自 白蛋白 | |
| 作用 | 对细胞内、外水平衡起作用 | 对血管内、外水平衡起作用 | |

其渗透压与血浆渗透压相等，称为等渗溶液，0.9 %NaCl 溶液既是等渗溶液，也是等张溶液。



随堂练习

1. (单选) 血浆渗透压的高低主要决定于:
- A. 血浆蛋白总量
 - B. 白蛋白含量
 - C. NaCl 浓度
 - D. KCl 浓度
 - E. 水的多少



随堂练习

1. (单选) 血浆渗透压的高低主要决定于:
- A. 血浆蛋白总量
 - B. 白蛋白含量
 - C. NaCl 浓度
 - D. KCl 浓度
 - E. 水的多少



第一节 血液生理概述

二、血液的理化特性

(四) 血浆的酸碱度



第一节 血液生理概述

二、血液的理化特性

(四) 血浆的酸碱度

正常人血浆pH为7.35 ~ 7.45。



第一节 血液生理概述

二、血液的理化特性

(四) 血浆的酸碱度

正常人血浆pH为7.35 ~ 7.45。

血浆pH相对恒定因素

最重要和持久：肺和肾

最迅速：缓冲对



第一节 血液生理概述

二、血液的理化特性

(四) 血浆的酸碱度

正常人血浆pH为7.35 ~ 7.45。

血浆pH相对恒定因素

最重要和持久：肺和肾

最迅速：缓冲对

$\text{NaHCO}_3/\text{H}_2\text{CO}_3$ (最重要)

蛋白质钠盐/蛋白质

$\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$



第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

成年人各类血细胞均起源于骨髓造血干细胞。

(一) 数量和形态

红细胞是血液中数量最多的血细胞。



第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

(一) 数量和形态

红细胞是血液中**数量最多**的血细胞。

正常值 {
红细胞
血红蛋白



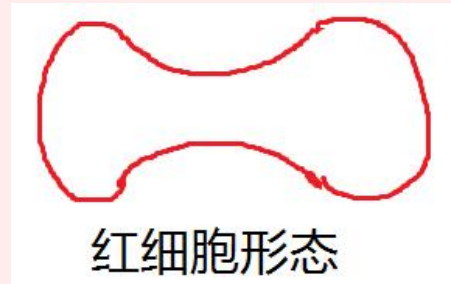
第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

(一) 数量和形态

红细胞是血液中**数量最多**的血细胞。

| | | |
|-----|------|---|
| 正常值 | 红细胞 | 成年男性: $(4.0 \sim 5.5) \times 10^{12}/L$ |
| | | 成年女性: $(3.5 \sim 5.0) \times 10^{12}/L$ |
| | 血红蛋白 | 成年男性: 120 ~ 160g/L |
| | | 成年女性: 110 ~ 150g/L |



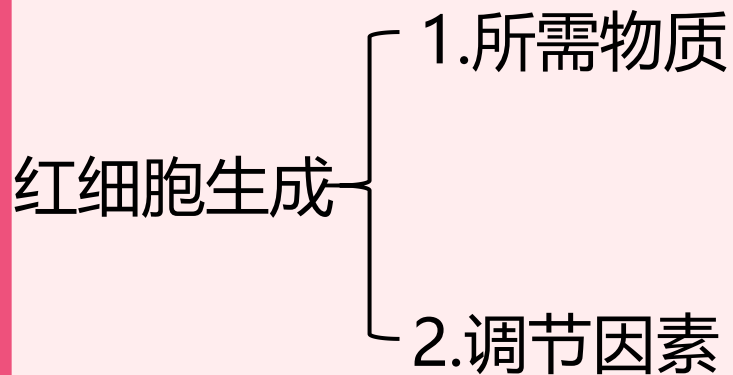
正常成熟红细胞**无核**，呈**双凹圆碟形**，直径7 ~ 8 μm 。



第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

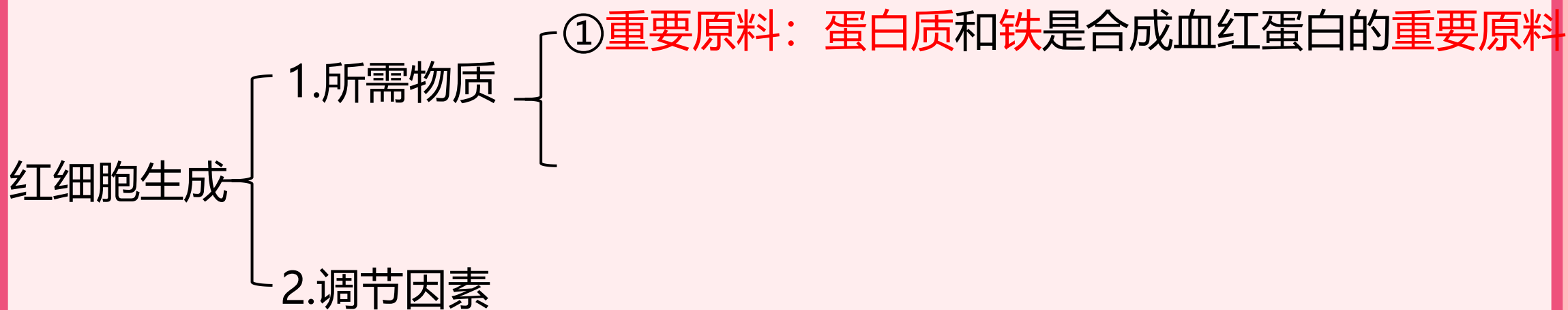
(二) 红细胞生成的调节



第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

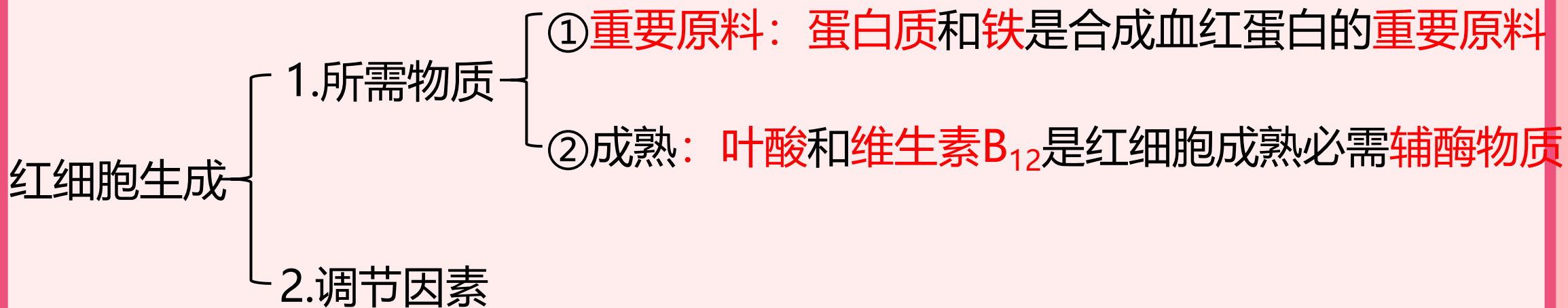
(二) 红细胞生成的调节



第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

(二) 红细胞生成的调节



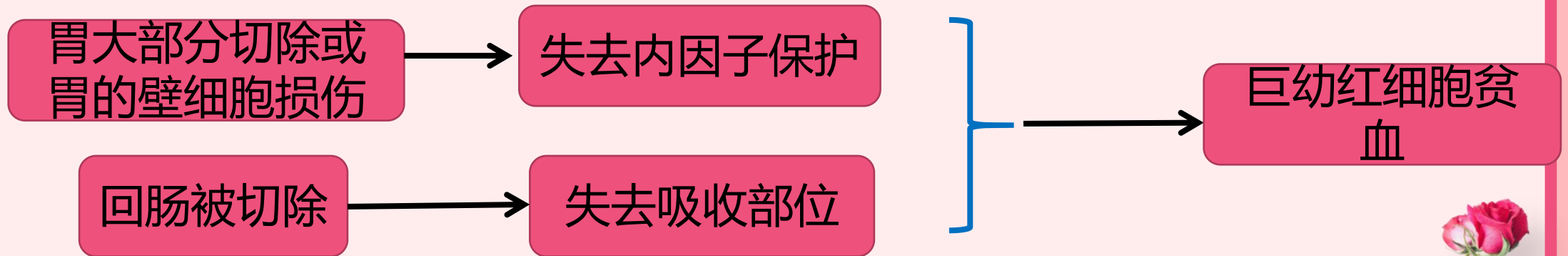
第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

(二) 红细胞生成的调节

1. 生成

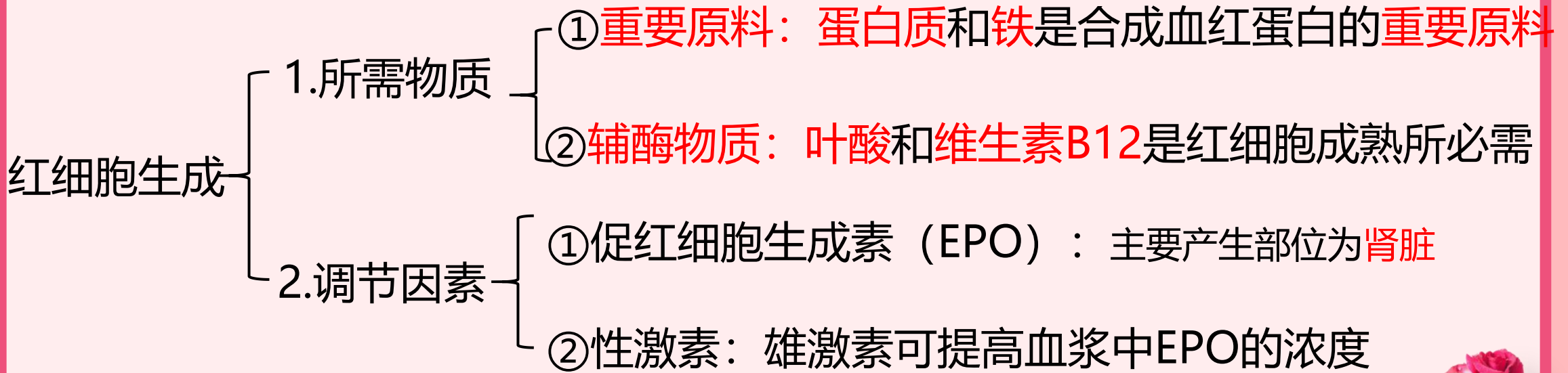
②成熟：叶酸和维生素B₁₂是红细胞成熟所必需辅酶物质。



第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

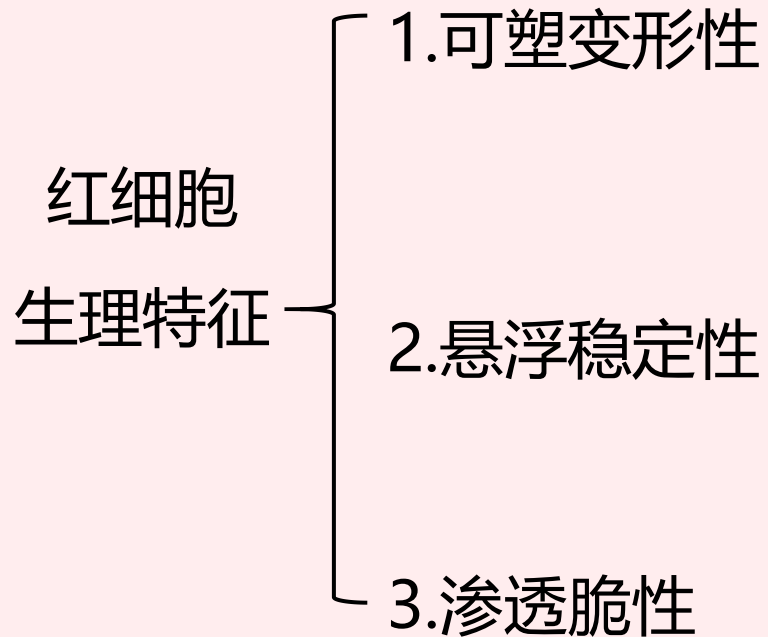
(二) 红细胞生成的调节



第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

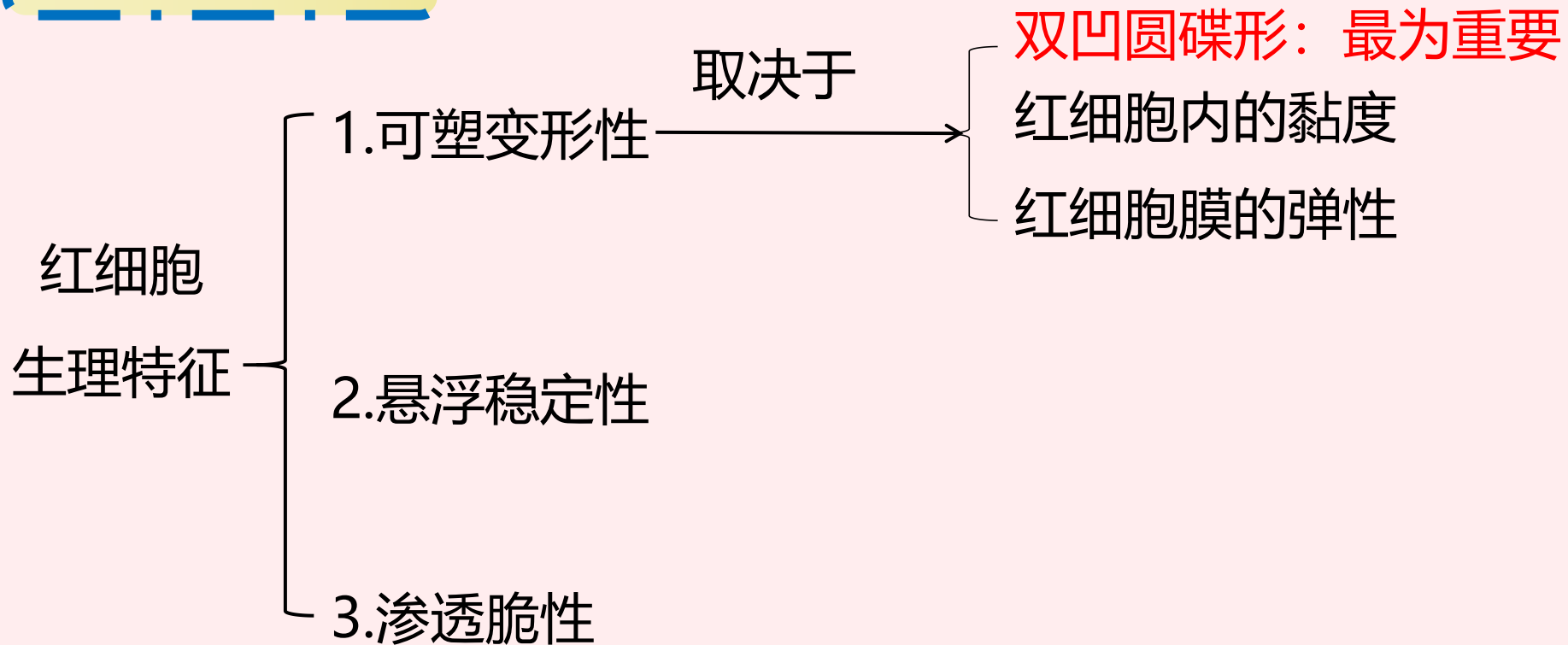
(三) 生理特征



第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

(三) 生理特征



第二节 血细胞生理

2.生理特征

(2) 悬浮稳定性: (了解) 将盛有抗凝血的血沉管垂直静置, 尽管红细胞的比重大于血浆, 但正常时红细胞下沉缓慢, 表明红细胞能相对稳定地悬浮于血浆中, 红细胞的这一特性称为悬浮稳定性。



第二节 血细胞生理

2.生理特征

(2) 悬浮稳定性：**(了解)** 将盛有抗凝血的血沉管垂直静置，尽管红细胞的比重大于血浆，但正常时红细胞下沉缓慢，表明红细胞能相对稳定地悬浮于血浆中，红细胞的这一特性称为悬浮稳定性。

沉降率愈快，表示红细胞的悬浮稳定性愈小。



第二节 血细胞生理

2.生理特征——悬浮稳定性的影响因素

红细胞
因素

红细胞叠连：总表面积与总体积比减小，摩擦力相对减小，红细胞沉降加快；



第二节 血细胞生理

2.生理特征——悬浮稳定性的影响因素

红细胞
因素

红细胞叠连：总表面积与总体积比减小，摩擦力相对减小，红细胞沉降加快；

血浆因素

如果将正常人的红细胞置于红细胞沉降快者的血浆中，沉降率将加快。

而将红细胞沉降率快者的红细胞置于正常人的血浆中，则沉降率正常。



第二节 血细胞生理

2.生理特征——悬浮稳定性的影响因素

红细胞
因素

红细胞叠连：总表面积与总体积比减小，摩擦力相对减小，红细胞沉降加快；

沉降
加快

血浆中纤维蛋白原、球蛋白和胆固醇含量增高时，加速红细胞叠连和沉降率

血浆因素

白蛋白、卵磷脂含量增加时可抑制叠连发生，使沉降率减慢

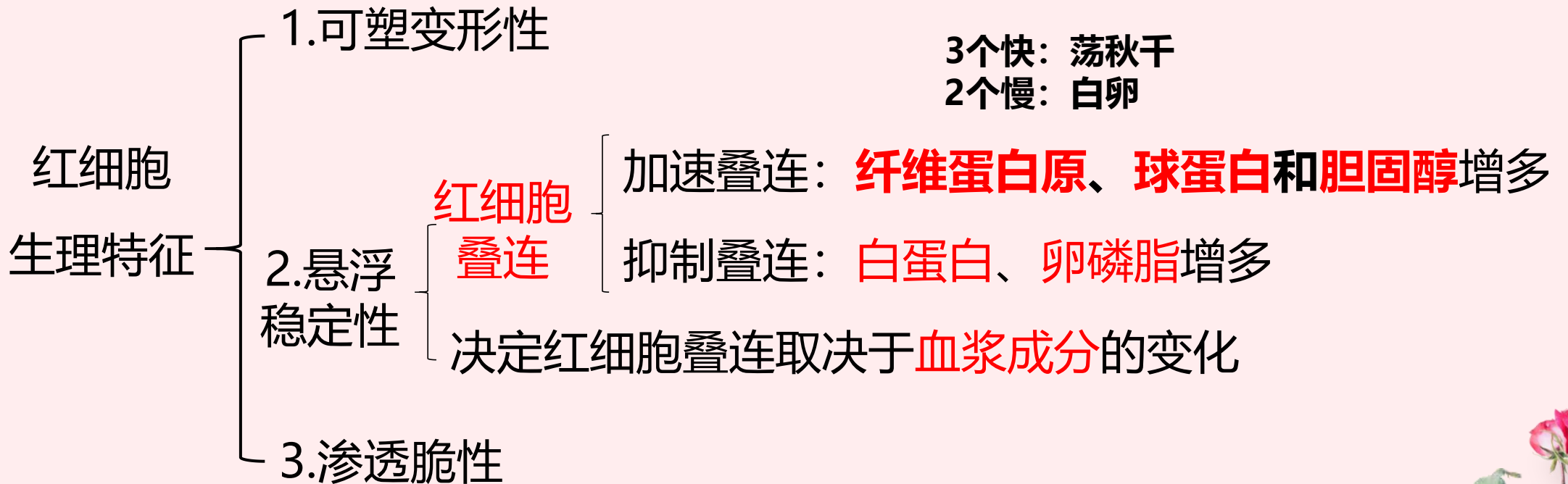
沉降
减慢



第二节 血细胞生理

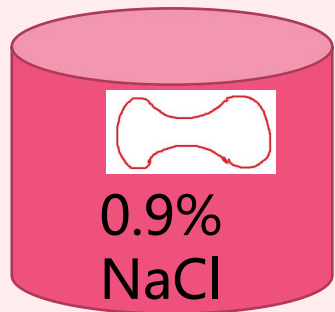
二、红细胞生理

(二) 生理特征



第二节 血细胞生理

2.生理特征——渗透脆性



等渗盐溶液

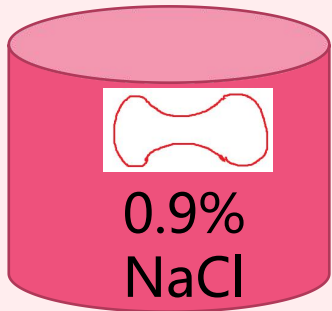
原则:

- ①红细胞与0.9%NaCl溶液等渗
- ②NaCl含量越多, 渗透压越高
- ③高渗溶液可吸水

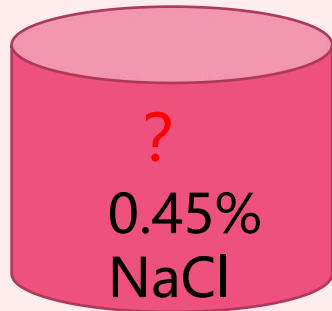


第二节 血细胞生理

2.生理特征——渗透脆性



等渗盐溶液



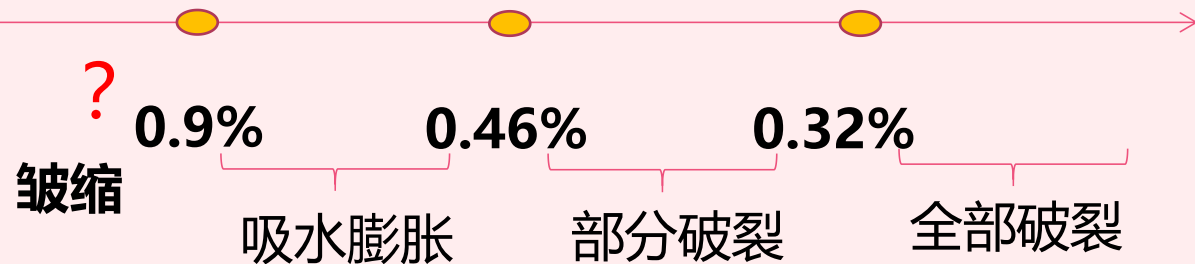
低渗盐溶液

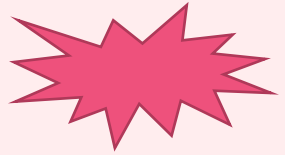


第二节 血细胞生理

2.生理特征

- 红细胞生理特征
- (1) 可塑变形性
 - (2) 悬浮稳定性
 - (3) 渗透脆性
 - 0.9%NaCl溶液保持正常形态和大小
 - 0.42%~0.46%时, 部分破裂
 - 0.28%~0.32%时, 全部溶血





这一现象表明**红细胞对低渗盐溶液具有一定的抵抗力**，且同一个体的红细胞对低渗盐溶液的抵抗力并不相同。生理情况下，**衰老红细胞对低渗盐溶液的抵抗力弱，即脆性高**；而初成熟的红细胞的抵抗力强，即脆性低。



第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

(四) 红细胞的功能



第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

(四) 红细胞的功能

红细胞功能

运输 O_2

运输 CO_2



第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

(四) 红细胞的功能

红细胞功能

运输 O_2 : 98.5%以**氧合血红蛋白**的形式存在和运输的

运输 CO_2



第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

(四) 红细胞的功能

红细胞功能

运输 O_2 : 98.5%以**氧合血红蛋白**的形式存在和运输的

运输 CO_2

88%以碳酸氢盐的形式运输

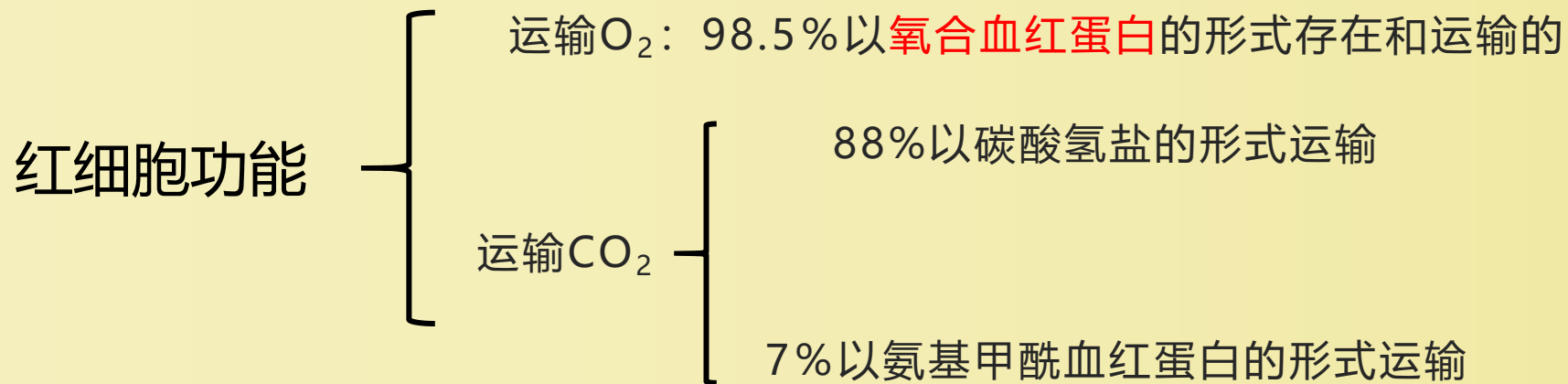
7%以氨基甲酰血红蛋白的形式运输



第二节 血细胞生理

二、红细胞生理

(四) 红细胞的功能



红细胞内含有丰富的**碳酸酐酶**，在它的催化下， CO_2 迅速与 H_2O 反应生成 H_2CO_3 ，后者再解离为 HCO_3^- 和 H^+ 。



第二节 血细胞生理

三、白细胞

(一) 白细胞的分类与数量

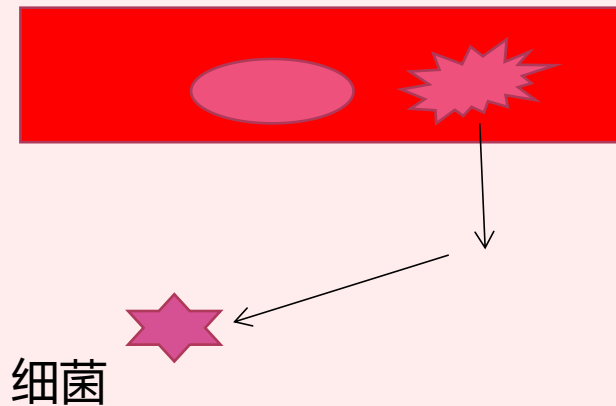
白细胞为无色、有核的细胞，在血液中一般呈球形。白细胞可分为中性粒细胞、嗜酸性粒细胞、嗜碱性粒细胞、单核细胞和淋巴细胞五类。前三者因其胞质中含有嗜色颗粒，故总称为粒细胞，正常成年人血液中，白细胞数为 $(4.0 \sim 10.0) \times 10^9/L$ ，其中中性粒细胞占50% ~ 70%。



第二节 血细胞生理

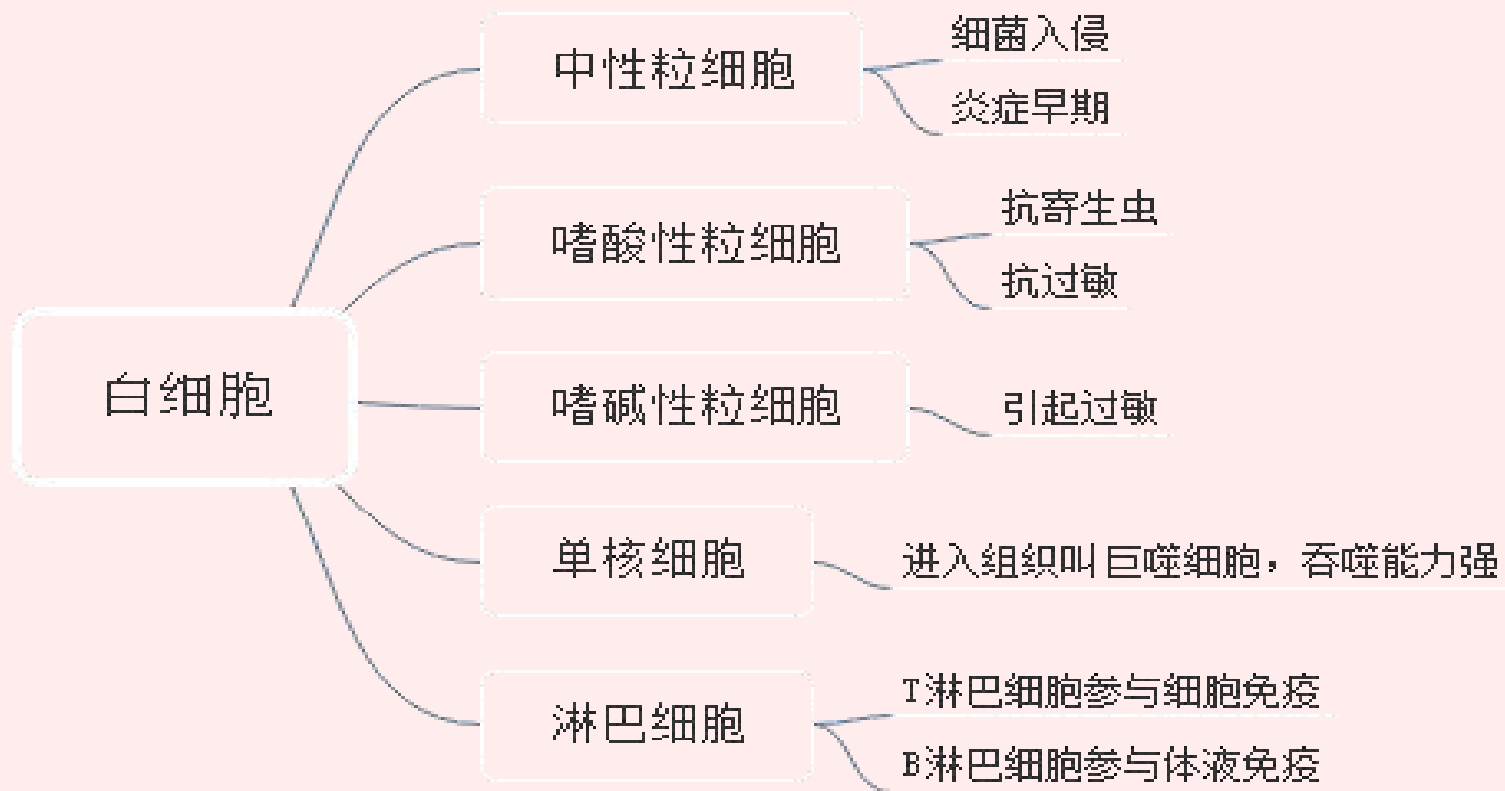
2. 白细胞的生理特性和功能

白细胞所具有的变形、游走、趋化、吞噬（具有选择性）和分泌等特性，是执行防御功能的生理基础。



第二节 血细胞生理

2. 白细胞的生理特性和功能



第二节 血细胞生理

四、血小板生理

1. 血小板的数量和功能

正常成年人血小板数量为 $(100 \sim 300) \times 10^9/L$ 。

2. 血小板的生理特性

黏附、释放、聚集、收缩、吸附。

3. 血小板的生成和调节

来源：骨髓成熟的巨核细胞胞质裂解脱落下来具有生物活性的小块胞质。

生理调节因子：血小板生成素（TPO），产生：肝。



第三节 生理性止血

一、生理性止血的基本过程

生理性止血过程：

- ①血管收缩
- ②血小板血栓形成
- ③血液凝固



第三节 生理性止血

二、血液凝固

血液凝固的实质就是血浆中的可溶性纤维蛋白原转变成不溶性的纤维蛋白的过程。



第三节 生理性止血

二、血液凝固

(一) 凝血因子

该死

凝血因子 { FIV: Ca^{2+} , 唯一一个不属于蛋白质的凝血因子
依赖维生素K的凝血因子: FII、FVII、FIX、FX

儿子妻子就是皇帝

除FIII(组织因子)外, 其他凝血因子均存在于新鲜血浆中, 且多数在肝内合成。



第三节 生理性止血

凝血因子小结

FⅢ因子（组织因子）——唯一一个存在于组织中的因子（其余均存在于血浆中）

FⅣ因子（钙离子）——唯一一个不属于蛋白质凝血因子。

FⅤ因子（易变因子）——最不稳定，最易变身。

FⅩⅡ因子——内源性凝血的启动因子

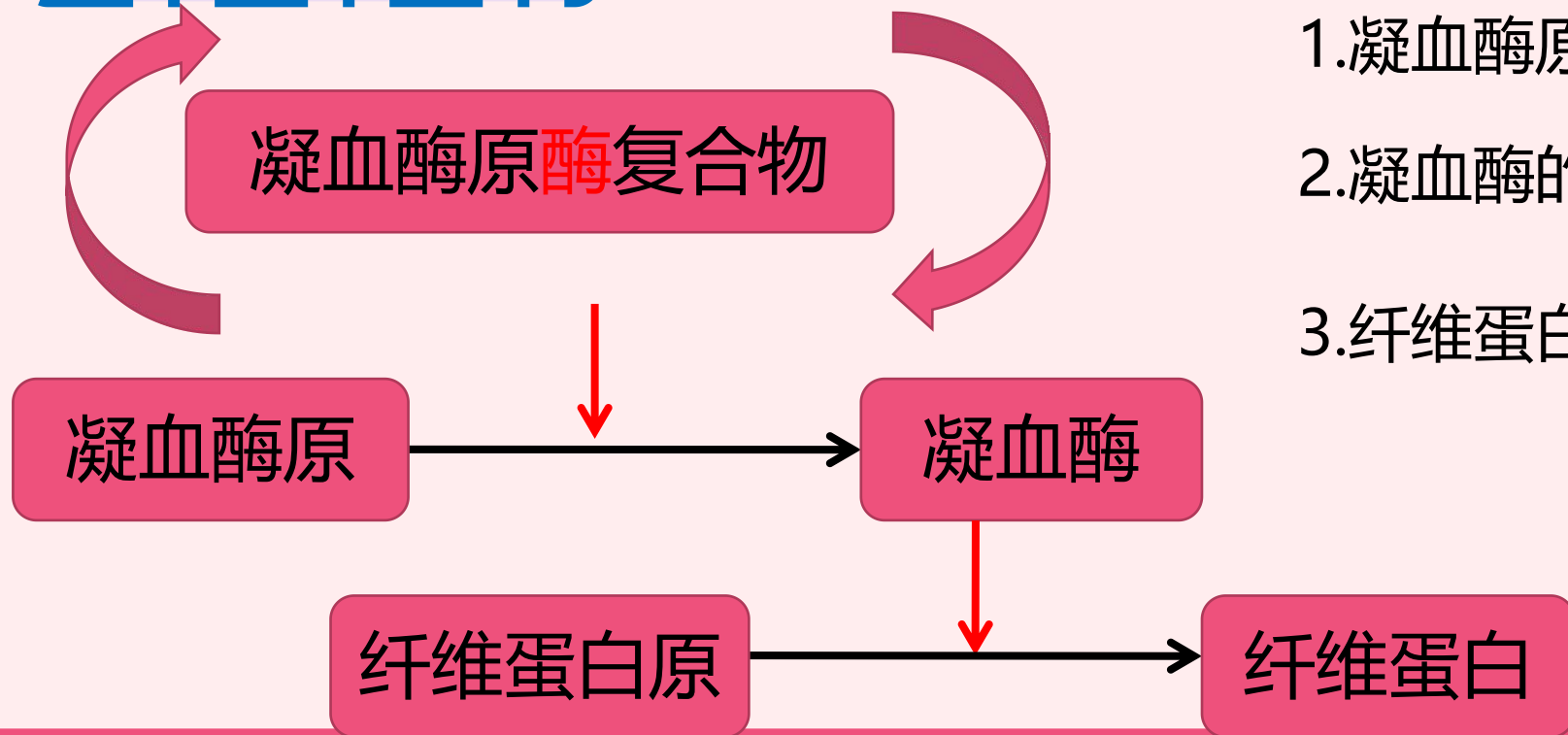
FⅡ（2），Ⅶ（7），Ⅸ（9），Ⅹ（10）的生成需要维生素K的参与
(儿子妻子就是皇帝King)



第三节 生理性止血

二、血液凝固

(二) 凝血的过程



- 1.凝血酶原酶复合物形成
- 2.凝血酶的激活
- 3.纤维蛋白生成



第三节 生理性止血

二、血液凝固

(二) 凝血的过程

| | 内源性凝血途径 | 外源性凝血途径 |
|--------|--------------------|------------|
| 发生条件 | 血管损伤或血管内凝血 | 组织损伤 |
| 凝血因子分布 | 全部存在于血液中 | 存在于血液和组织中 |
| 启动因子 | 血管内膜下胶原纤维或异物激活FXII | 组织损伤产生FIII |
| 共同途径 | FX | FX |

第三节 生理性止血

2.凝血酶原的激活和纤维蛋白的生成:

凝血酶原在凝血酶原酶复合物的作用下激活成为凝血酶。

血清与血浆的区别在于前者缺乏**纤维蛋白原**和 F II、F V、F VIII、F X III 等**凝血因子**，但也增添了少量凝血过程中**由血小板释放的物质**。



随堂练习

(三) 血液凝固的负性调控（延缓血液凝固的因素）

1. 肝素：肝素主要通过增强抗凝血酶的活性而间接发挥抗凝作用。
2. 降低温度
3. 增加异物表面的光滑度（如表面涂有硅胶或石蜡）
4. 减少 Ca^{2+} 。
5. 枸橼酸钠、草酸铵和草酸钾：血液凝固的多个环节中都需要 Ca^{2+} 的参加，故通常用枸橼酸钠、草酸铵和草酸钾作为体外抗凝剂。



随堂练习

1. (单选) 凝血因子II、VII、IX、X在肝脏合成依赖于:
- A. 维生素 A
 - B. 维生素 C
 - C. 维生素 D
 - D. 维生素 K
 - E. 维生素 E



随堂练习

1. (单选) 凝血因子II、VII、IX、X在肝脏合成依赖于:
- A. 维生素 A
 - B. 维生素 C
 - C. 维生素 D
 - D. 维生素 K
 - E. 维生素 E



第四节 血型与输血原则

一、血型与红细胞凝集

血型通常是指**红细胞膜上特异性抗原（凝集原）**的类型。

红细胞凝集的本质是**抗原-抗体反应**。

同名抗原抗体相中和（抗A抗体/抗B抗体）-----凝集反应

抗原 = 凝集原 抗体 = 凝集素



第四节 血型与输血原则

二、红细胞血型

(一) ABO血型系统

1. 根据红细胞是否有A型或者B型抗原而进行分类的血型分类法

| 血型 | 红细胞特异性抗原 |
|----|----------|
| A | A |
| B | B |
| AB | A/B |
| O | 无A/B |



O型血

无A/B抗原

血



第四节 血型与输血原则

二、红细胞血型

(一) ABO血型系统

2.关于血清：血清当中有众多成分，其中和血型有关的是**抗体**成分。

抗体类型大多数是 IgM，分子量大，不通过胎盘。



| 血型 | 血清中的抗体类型 |
|----|----------|
| A | 抗B抗体 |


A型血
红细胞上
A抗原

VS


B抗体
血清中
抗B抗体

| 血型 | 血清中的抗体类型 |
|----|----------|
| A | 抗B抗体 |
| B | 抗A抗体 |
| AB | 无抗体 |
| O | 抗A/B抗体 |


A型血
红细胞上
A抗原

VS


B抗体
血清中
抗B抗体

第四节 血型与输血原则

二、红细胞血型

(一) ABO血型系统

| 血型 | 抗原 | 抗体 |
|------|------|-------|
| A型血 | A抗原 | 抗B抗体 |
| B型血 | B抗原 | 抗A抗体 |
| AB型血 | AB抗原 | 无抗体 |
| O型血 | 无抗原 | 抗AB抗体 |



第四节 血型与输血原则

三、血量和输血原则

(一) 血量

正常成年人的血量相当于体重的7%~8%。

大出血时，如果失血量较少（不超过正常血量的10%），血管内血液充盈度可不发生显著改变。如果失血量超过30%或更多，就可能危及生命。



第四节 血型与输血原则

三、血量和输血原则

(二) 输血原则

概念：把供血者红细胞与受血者血清进行配合试验，称为交叉配血主侧；再将受血者红细胞与供血者血清进行配合试验，称为交叉配血次侧。

供血者

红细胞

血清

受血者

红细胞

血清

交叉配血
次侧

交叉配血
主侧



第四节 血型与输血原则

三、血量和输血原则

AB型-万能受血者 O型-万能输血者

(二) 输血原则

概念：把供血者红细胞与受血者血清进行配合试验，称为交叉配血主侧；再将受血者红细胞与供血者血清进行配合试验，称为交叉配血次侧。

供血者

受血者

红细胞

红细胞

血清

血清

交叉配血
次侧

交叉配血
主侧



某人的血清不能使A型血红细胞凝集，但其红细胞可被A型血的血清凝集，
该人的血型为（）

A. A型

B. B型

C. O型

D. AB型



口诀：

条件：将已知血型（题干常为A或B）设定为供血者，未知血型定位受血者。

主凝次不凝为O型

主不凝次凝为AB型

主次都凝为异型

主次都不凝为同型



某人的血清不能使A型血红细胞凝集，但其红细胞可被A型血的血清凝集，
该人的血型为（）

A. A型

B. B型

C. O型

D. AB型



总结提升

本章重点:

1. 血浆渗透压
2. 红细胞生理特征及生成调节;
3. 白细胞生理特性及功能
4. 血型判定及其输血原则



第四章-循环生理

本章架构

血液

心脏的泵血功能

心肌的生理特性

血管生理

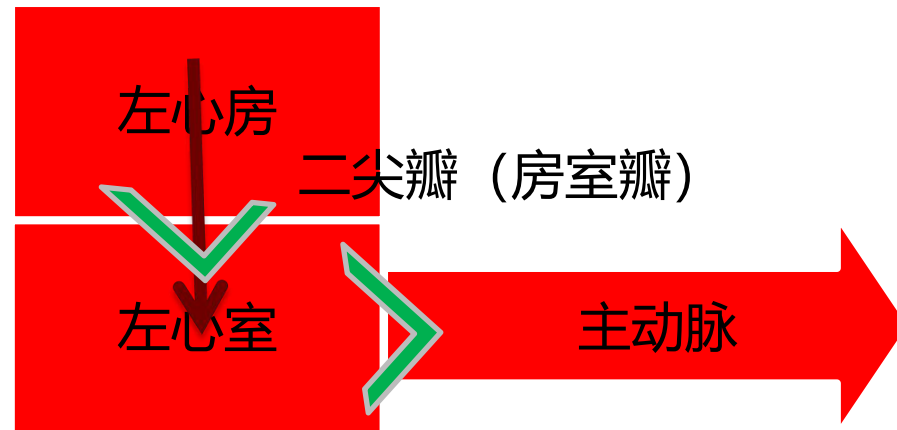
心血管活动的调节及器官循环

第一节 心脏的泵血功能

一、心脏的泵血过程和机制

(一) 心动周期

心动周期：心脏的一次收缩和舒张构成一个机械活动周期。



心动周期 = $60\text{S} / \text{心率(一分钟心跳次数)} = 60\text{S} / 75 = 0.8\text{s}$ 主动脉瓣 (半月瓣)

| | 0-0.1s | 0.1s-0.4s | 0.4s-0.8s |
|----|--------|-----------|-----------|
| 心房 | 收缩 | 舒张 | |
| 心室 | 舒张 | 收缩 | 舒张 |

第一节 心脏的泵血功能

一、心脏的泵血过程和机制

(一) 心动周期

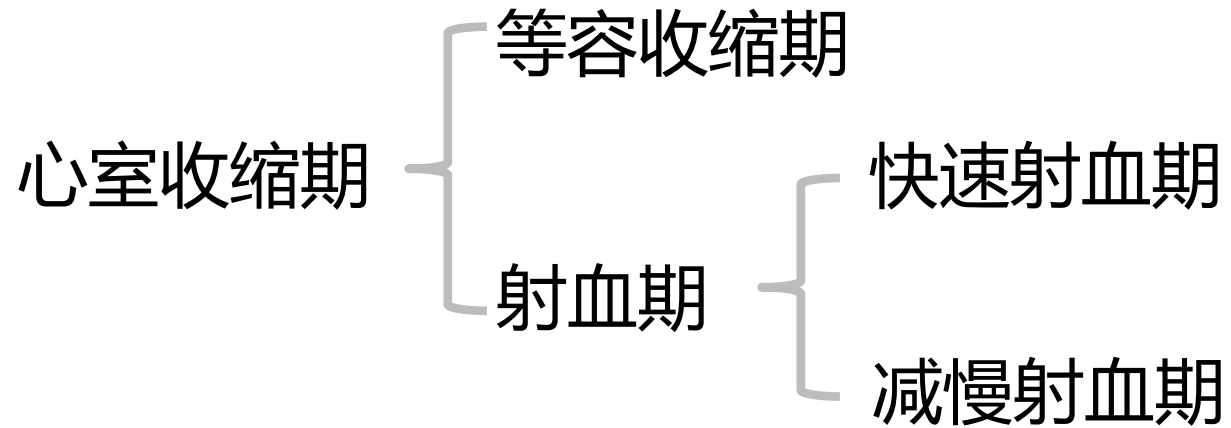
心动周期：心脏的一次收缩和舒张构成一个机械活动周期。

心率加快时，心动周期缩短，收缩期和舒张期都相应缩短，但舒张期缩短的程度更大，这对心脏的持久活动是不利的。

| | 0-0.1s | 0.1s-0.4s | 0.4s-0.8s |
|----|--------|-----------|-----------|
| 心房 | 收缩 | 舒张 | |
| 心室 | 舒张 | 收缩 | 舒张 |

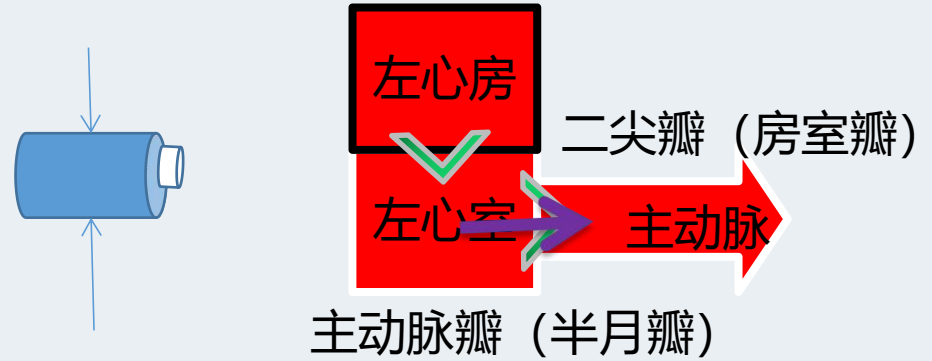
第一节 心脏的泵血功能

1. 心室收缩期



第一节 心脏的泵血功能

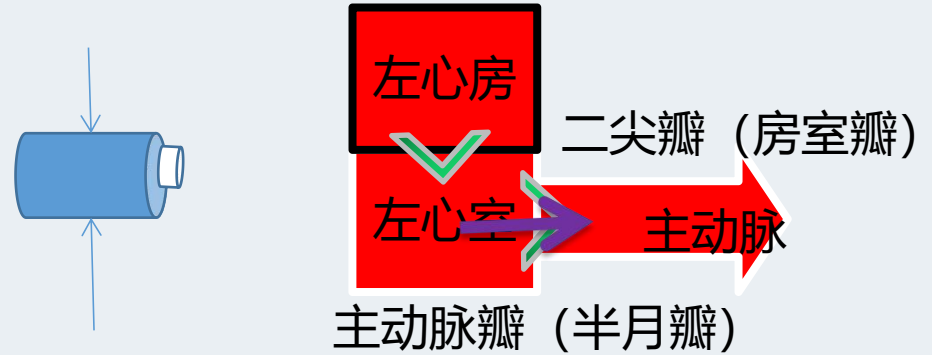
2.心脏的泵血过程 以左心室为例



| | | 二尖瓣 | 主动脉瓣 | 压力关系 | 特点 |
|-----|-------|-----|------|----------|------------|
| 收缩期 | 等容收缩期 | | | 左房 左室 主A | 左室压力上升最快时期 |

第一节 心脏的泵血功能

2.心脏的泵血过程 以左心室为例

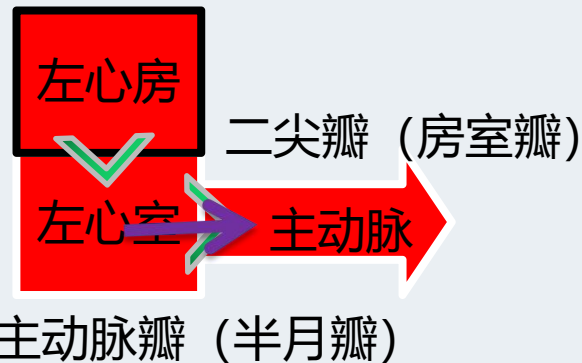
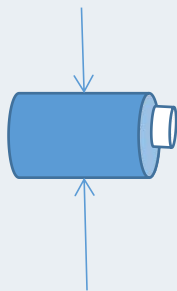


| | | 二尖瓣 | 主动脉瓣 | 压力关系 | 特点 |
|-----|-------|-----|------|--------------|----------------------|
| 收缩期 | 等容收缩期 | 关闭 | 关闭 | 左房 < 左室 < 主A | 左室压力上升最快时期 |
| | 快速射血期 | | | 左房 左室 主A | 快速射血期末是左室压、主动脉压最高的时期 |

第一节 心脏的泵血功能

2.心脏的泵血过程

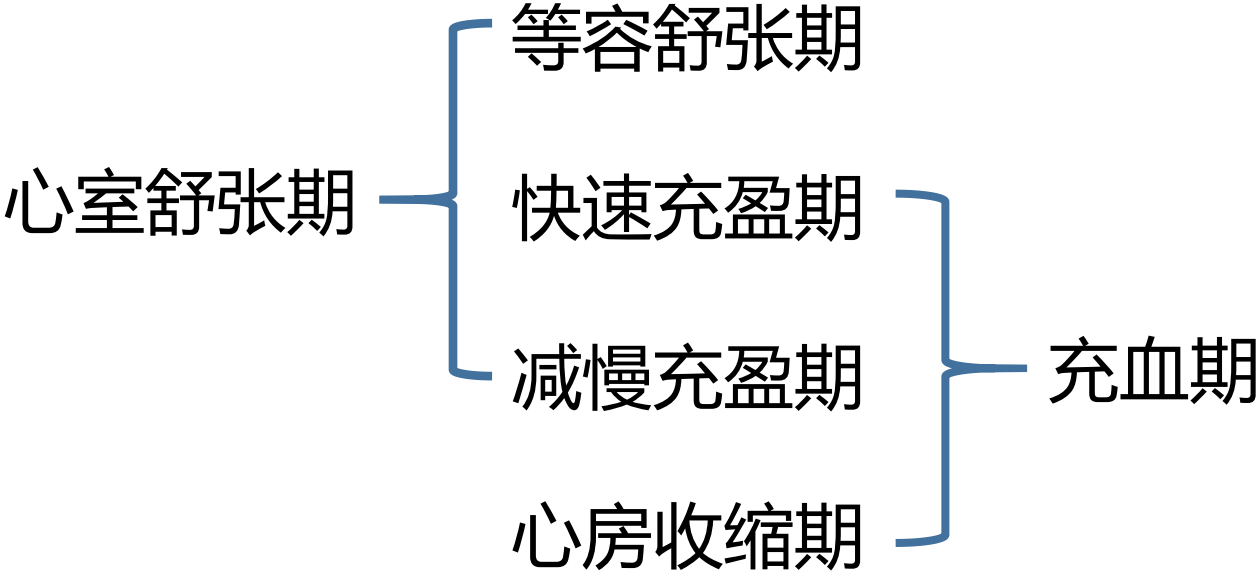
以左心室为例



| | | 二尖瓣 | 主动脉瓣 | 压力关系 | 特点 |
|-----|-------|-----|------|--------------|----------------------|
| 收缩期 | 等容收缩期 | 关闭 | 关闭 | 左房 < 左室 < 主A | 左室压力上升最快时期 |
| | 快速射血期 | 关闭 | 开启 | 左房 < 左室 > 主A | 快速射血期末是左室压、主动脉压最高的时期 |
| | 减慢射血期 | | | 左房 左室 主A | |

第一节 心脏的泵血功能

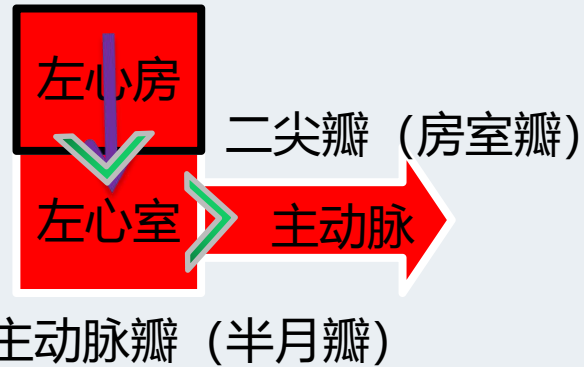
2.心室舒张期



第一节 心脏的泵血功能

2.心脏的泵血过程

以左心室为例

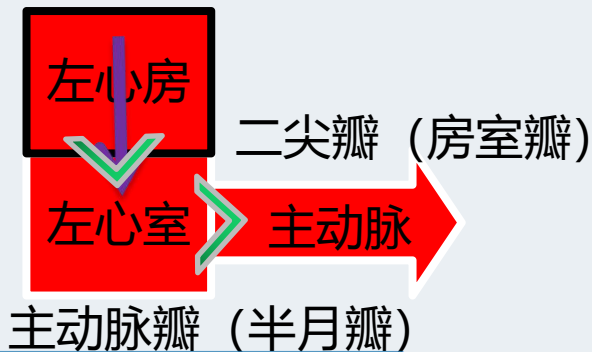


| | 二尖瓣 | 主动脉瓣 | 压力关系 | 特点 |
|-----|-----|------|--------------|----------------------------|
| 舒张期 | 关闭 | 关闭 | 左房 < 左室 < 主A | 室内压力急剧下降 |
| | 开启 | 关闭 | 左房 > 左室 < 主A | 抽吸作用, 进入心室的血液量约为心室总充盈量的2/3 |
| | 开启 | 关闭 | 左房 > 左室 < 主A | |

第一节 心脏的泵血功能

2.心脏的泵血过程

以左心室为例



| | 二尖瓣 | 主动脉瓣 | 压力关系 | 特点 |
|-----|-----|------|--------------|----------------------------|
| 舒张期 | 关闭 | 关闭 | 左房 < 左室 < 主A | 室内压力急剧下降 |
| | 开启 | 关闭 | 左房 > 左室 < 主A | 抽吸作用, 进入心室的血液量约为心室总充盈量的2/3 |
| | 开启 | 关闭 | 左房 > 左室 < 主A | |
| | 开启 | 关闭 | 左房 > 左室 < 主A | 心房收缩末期左室容积最大 |

第一节 心脏的泵血功能

| | | 二尖瓣 | 主动脉瓣 | 压力关系 | 特点 |
|-----|-------|-----|------|--------------|---------------------------|
| 收缩期 | 等容收缩期 | 关闭 | 关闭 | 左房 < 左室 < 主A | 左室压力上升最快时期 |
| | 快速射血期 | 关闭 | 开启 | 左房 < 左室 > 主A | 快速射血期末是左室压、主动脉压最高的时期 |
| | 减慢射血期 | 关闭 | 开启 | 左房 < 左室 < 主A | 惯性使主动脉瓣打开 |
| 舒张期 | 等容舒张期 | 关闭 | 关闭 | 左房 < 左室 < 主A | 室内压力急剧下降 |
| | 快速充盈期 | 开启 | 关闭 | 左房 > 左室 < 主A | 抽吸作用，进入心室的血液量约为心室总充盈量的2/3 |
| | 减慢充盈期 | 开启 | 关闭 | 左房 > 左室 < 主A | |
| | 心房收缩期 | 开启 | 关闭 | 左房 > 左室 < 主A | 心房收缩末期左室容积最大 |

随堂练习

1. (单选) 心动周期中, 主动脉瓣开放, 房室瓣关闭的时期是:
- A. 等容收缩期
 - B. 心室射血期
 - C. 心室充盈期
 - D. 房缩期
 - E. 等容舒张期

随堂练习

1. (单选) 心动周期中, 主动脉瓣开放, 房室瓣关闭的时期是:

A. 等容收缩期

B. 心室射血期

C. 心室充盈期

D. 房缩期

E. 等容舒张期

随堂练习

2. (单选) 心动周期中, 心室内压升高速度最快在:

A.房缩期

B.等容收缩期

C.快速射血期

D.快速充盈期

E.等容舒张期

随堂练习

2. (单选) 心动周期中, 心室内压升高速度最快在:

A. 房缩期

B. 等容收缩期

C. 快速射血期

D. 快速充盈期

E. 等容舒张期

第一节 心脏的泵血功能

二、与泵血功能相关的概念

| 指标 | 定义 | 正常值 |
|-------|---------------------|-------------------------------|
| 每搏输出量 | 一侧心室在一次心脏搏动中所射出的血液量 | 70ml |
| 每分输出量 | 一侧心室每分钟射出的血液量称为心输出量 | 男为 4.5-6.0L/min 女比男低 10%左右 |
| 心指数 | 心输出量与体面面积的比值 | 比较不同个体心功能的指标 |
| 射血分数 | 搏出量/心室舒张末期容积(125ml) | 55% ~ 65% |

心力储备：包括搏出量储备和心率储备。可用心脏的最大输出量表示，心力储备量的大小可以反映心脏的健康程度。

第一节 心脏的泵血功能

三、影响心输出量的因素

心输出量 = 每搏输出量 (搏出量) × 心率

第一节 心脏的泵血功能

三、影响心输出量的因素

(一) 心室收缩的前负荷

1.前负荷可使骨骼肌在收缩前处于一定的初长度。心室肌的初长度取决于心室舒张末期的血液充盈量，即心室舒张末期容积相当于心室的前负荷。

第一节 心脏的泵血功能

三、影响心输出量的因素

(一) 心室收缩的前负荷

2. 心肌异长自身调节

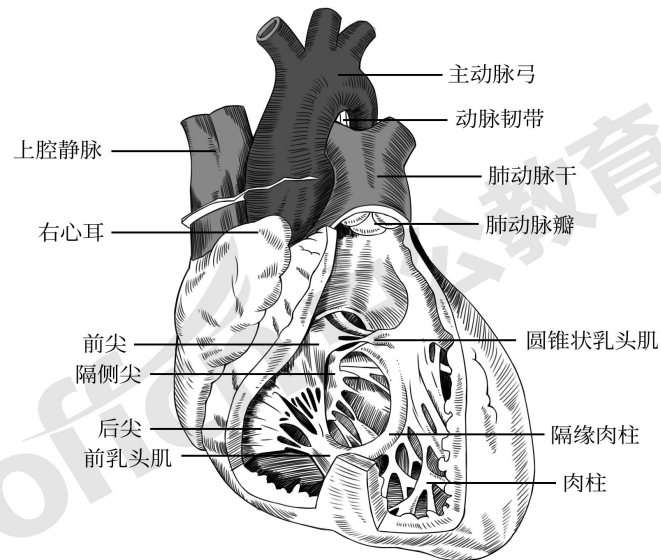
(1) 异长自身调节：通过改变心肌初长度而引起心肌收缩力改变的调节。

第一节 心脏的泵血功能

三、影响心输出量的因素

(二) 心室收缩的后负荷

心室收缩时，必须克服大动脉血压，才能将血液射入动脉内。因此，**大动脉血压是心室收缩时所遇到的后负荷。**



第一节 心脏的泵血功能

三、影响心输出量的因素

(三) 心肌收缩能力

在同样的前负荷条件下，每搏功增加，心脏泵血功能增强。这种通过改变心肌收缩能力的心脏泵血功能调节，称为**等长调节**。

第一节 心脏的泵血功能

三、影响心输出量的因素

(四) 心率

在一定范围内，心率加快可使心输出量增加。如果心率过快，超过 160~180 次/分，将使心室舒张期明显缩短，心舒期充盈量明显减少，搏出量也明显减少，从而导致心输出量下降。

随堂练习

1. (单选) . 心室肌的后负荷是指:

A.心房内压

B.动脉血压

C.心缩期室内压

D.心舒期室内压

E.回心血量

随堂练习

1. (单选) . 心室肌的后负荷是指:

A.心房内压

B.动脉血压

C.心缩期室内压

D.心舒期室内压

E.回心血量

第二节 心脏的电生理学及生理特性

一、心肌细胞的分类

| 心肌细胞 | 代表 | 分类 |
|---------------------------------------|---------|-------|
| 工作细胞 (兴奋性、传导性、 收缩性) | 心房肌、心室肌 | 快反应细胞 |
| 自律细胞 (兴奋性、传导性、 自律性) | 浦肯野细胞 | |
| | 窦房结 | 慢反应细胞 |

第二节 心脏的电生理学及生理特性

二、心肌细胞的跨膜电位及其形成机制

(一) 工作细胞跨膜电位及其形成机制

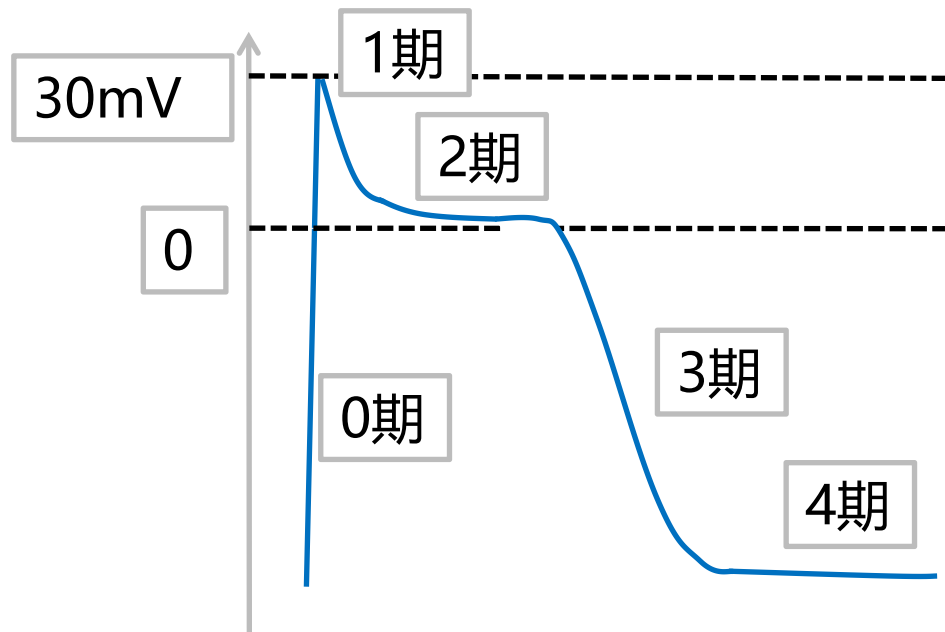
1. 静息电位：约 $-90 \sim -80\text{mV}$ ，主要由 K^+ 外流引起 K^+ 平衡电位而产生（静息电位时候对钾离子的通透性较大）。

二、心肌细胞的跨膜电位及其形成机制

(一) 工作细胞跨膜电位及其形成机制

1. 静息电位：约 $-90 \sim -80\text{mV}$ ，主要由 K^+ 外流引起 K^+ 平衡电位而产生（静息电位时候对钾离子的通透性较大）。

2. 动作电位：由去极化和复极化两个过程，包括五个时期组成。



第二节 心脏的电生理学及生理特性

二、心肌细胞的跨膜电位及其形成机制

(一) **工作细胞**跨膜电位及其形成机制

2.动作电位 (心室肌为代表)

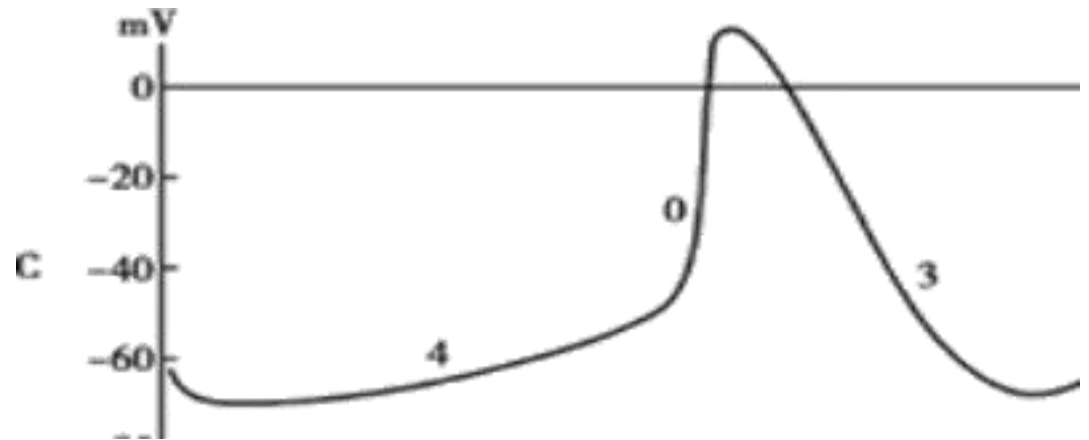
| 分期 | 电位变化 (mV) | 离子移动 |
|-----------------|--------------|--|
| 0期 (快速去极期) | -90 ~ +30 | Na ⁺ 内流 |
| 1期 (快速复极初期) | +30 ~ 0 | K ⁺ 外流 |
| 2期 (平台期) | 0 ~ 0 | Ca²⁺内流和K⁺外流 |
| 3期 (快速复极末期) | 0 ~ -90 | K ⁺ 外流增加 |
| 4期 (静息期) | -90 | 钠泵、钙泵 |

第二节 心脏的电生理学及生理特性

二、心肌细胞的跨膜电位及其形成机制

(二) 自律细胞的跨膜电位及其形成机制

1. 由 0、3 和 4 三期组成，无 1、2 期。
2. 窦房结细胞的最本质特征是：4 期自动去极化。
4 期自动去极是自律细胞产生自动节律的基础。



第二节 心脏的电生理学及生理特性

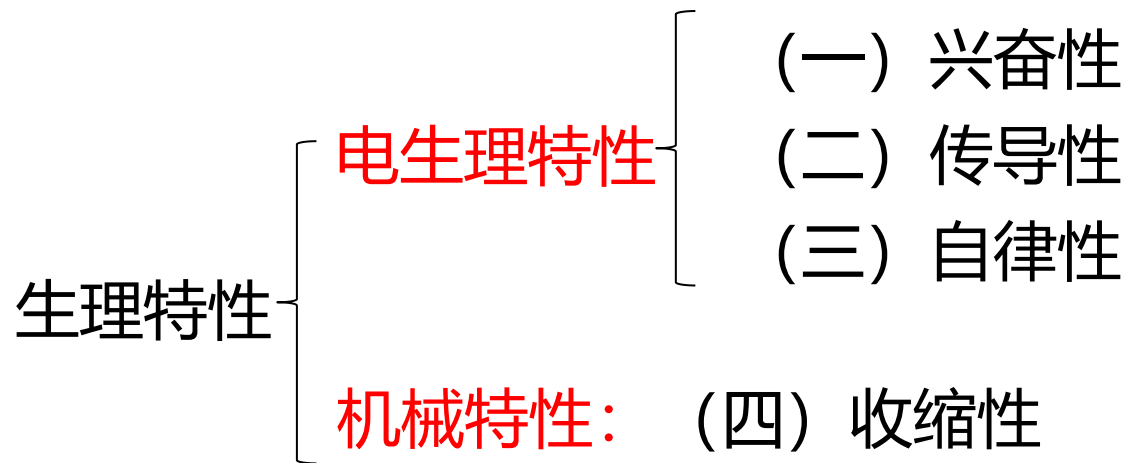
二、心肌细胞的跨膜电位及其形成机制

(二) 自律细胞的跨膜电位及其形成机制

| 分期 | 电位变化 (mV) | 离子移动 |
|---------------|---|---|
| 0期 | 自动去极化至-50mV时开启慢Ca ²⁺ 通道, 形成0期去极化 | Ca ²⁺ 缓慢内流 |
| 3期 | +15mV | K ⁺ 外流超过Ca ²⁺ 内流 |
| 4期 (自动去极化) | -70mV最大静息电位时触发自动去极 | K⁺外流减少 Na⁺、Ca²⁺逐渐增加 |

第二节 心脏的电生理学及生理特性

三、心肌的生理特性



第二节 心脏的电生理学及生理特性

三、心肌的生理特性

(一) 兴奋性

1. 心肌细胞兴奋性周期性变化

- (1) 有效不应期：包括**绝对不应期**和**局部反应期**，这段时间里不会产生动作电位。
- (2) 相对不应期：阈上刺激可引起可扩布性兴奋，钠通道复活少。
- (3) 超常期：阈下刺激可引起动作电位，**钠通道完全复活**。

第二节 心脏的电生理学及生理特性

三、心肌的生理特性

(一) 兴奋性

2. 兴奋性的周期性变化与收缩活动关系

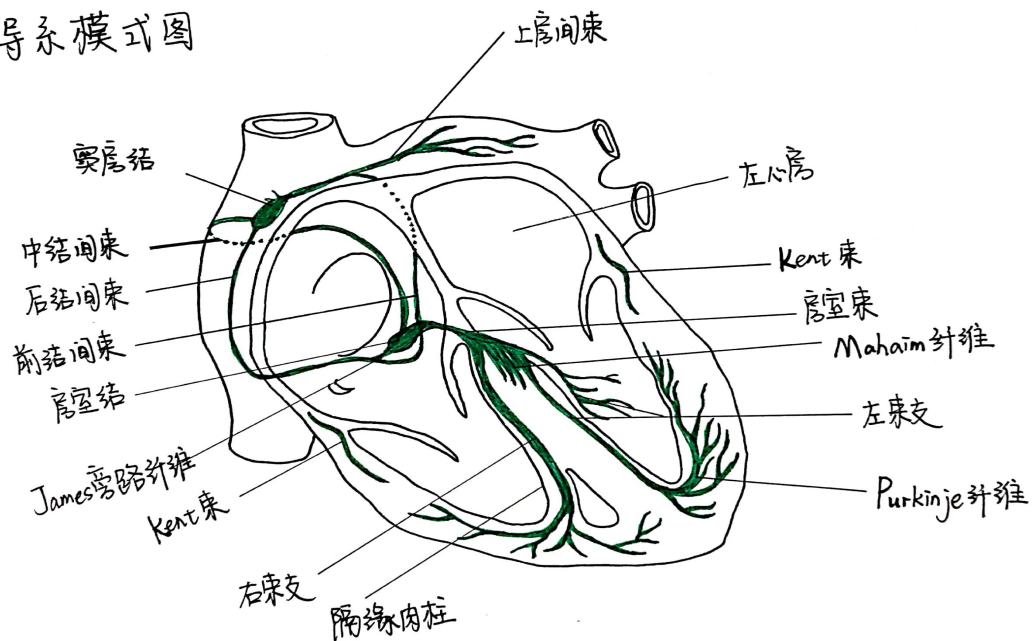
与神经细胞和骨骼肌细胞相比，心肌细胞兴奋性周期中**有效不应期特别长(2期平台期长)**，一直延续到心肌收缩活动舒张早期，因此，心肌不会像骨骼肌那样发生完全强直收缩，而始终进行收缩和舒张交替活动，从而保证心脏泵血活动正常进行。

第二节 心脏的电生理学及生理特性

三、心肌的生理特性

(二) 传导性

心传导系模式图



兴奋在心内正常传导途径：

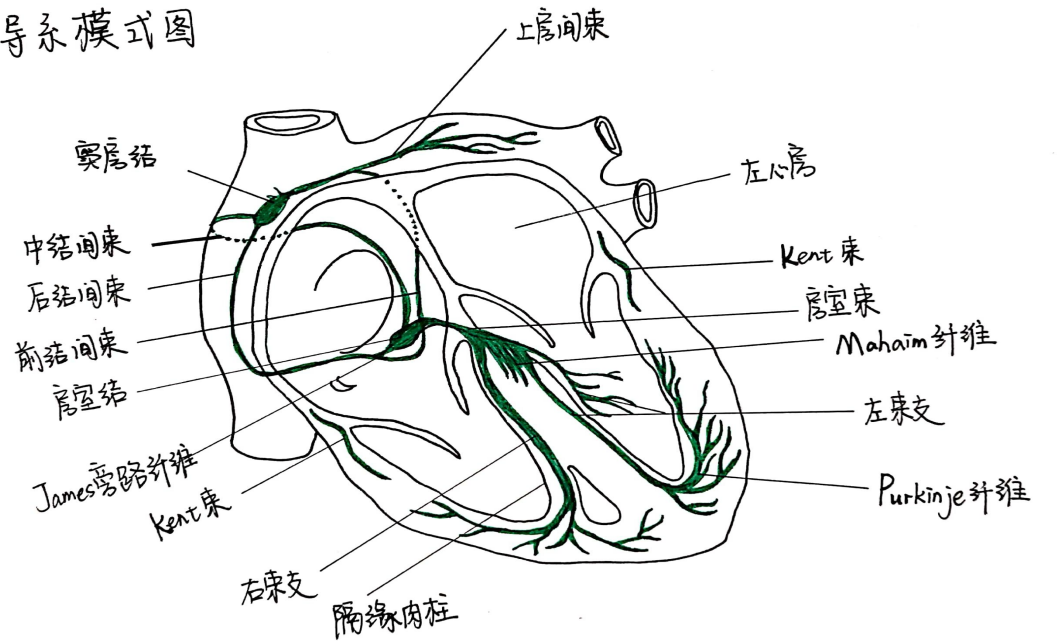
窦房结→心房肌→房室交界→希氏束→左右束支→浦肯野纤维网→心室肌。

第二节 心脏的电生理学及生理特性

三、心肌的生理特性

(二) 传导性

心传导系模式图



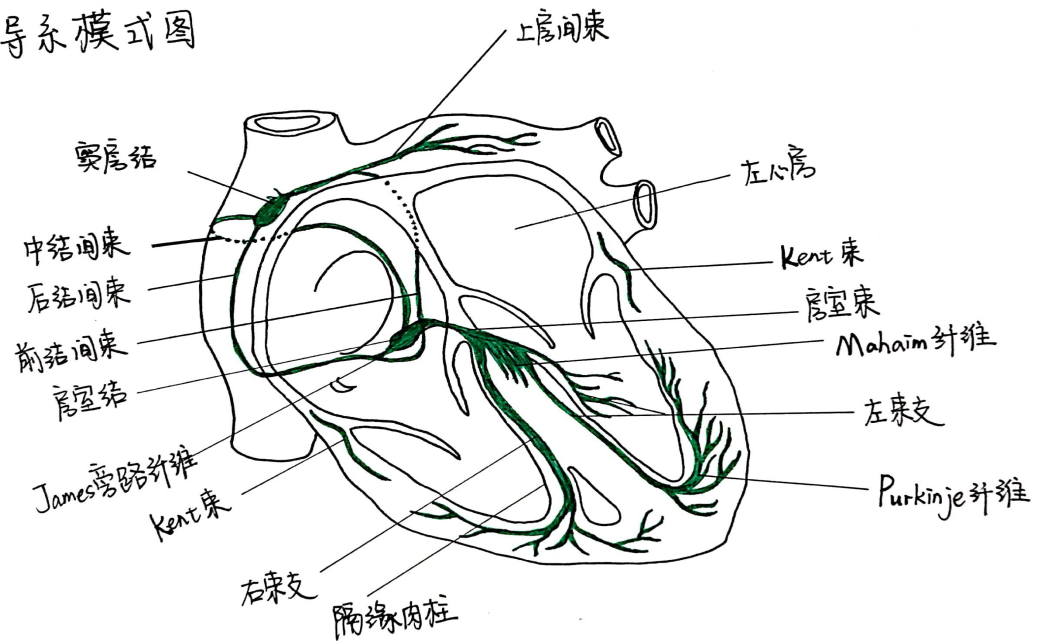
兴奋在房室结区的传导非常缓慢，出现房室延搁

第二节 心脏的电生理学及生理特性

三、心肌的生理特性

(二) 传导性

心传导系模式图



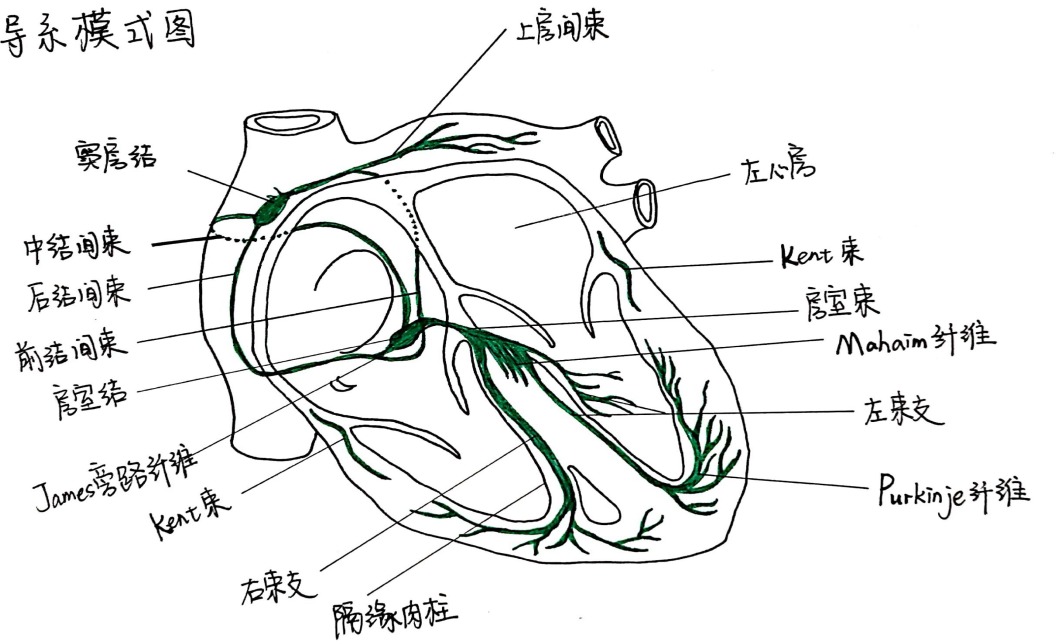
房-室延搁的意义：①使得心房肌的兴奋不能过快地传到心室肌，从而保证心房内血液在心室收缩之前排入心室，有利于心室的充盈和射血。②使房室不能同步收缩。

第二节 心脏的电生理学及生理特性

三、心肌的生理特性

(二) 传导性

心传导系模式图



兴奋在**浦肯野纤维内**的传导速度在心内传导系统中是**最快**的，可达4m/s左右。意义在于：使心室同步收缩。

第二节 心脏的电生理学及生理特性

三、心肌的生理特性

(三) 自动节律性

能产生自律性的细胞属于特殊传导系统，包括窦房结、房室结、房室束和心室内的浦野细胞等。

如前所述，这些心肌细胞具有自律性的原因在于其动作电位4期存在自动去极化过程（取决于4期自动去极化的速度）。在心脏自律组织中，以窦房结 P 细胞的自律性为最高，每分钟约 100 次。

第二节 心脏的电生理学及生理特性

三、心肌的生理特性

(四) 收缩性：心肌和骨骼肌同属横纹肌。

1. 心肌收缩的特点

(1) **同步收缩**：心房同步收缩、心室同步收缩。

第二节 心脏的电生理学及生理特性

三、心肌的生理特性

(2) 不发生强直收缩：由于心肌兴奋性周期的有效不应期特别长，相当于整个收缩期和舒张早期。在有效不应期内，心肌细胞不再接受任何刺激而产生兴奋和收缩。因此，正常情况下，心脏不会发生强直收缩，这一特征使心脏的活动总是保持节律性的舒缩交替，有利于心脏的充盈和泵血功能。

(3) 对细胞外 Ca^{2+} 依赖性：由于心肌细胞的肌质网不如骨骼肌发达，储存的 Ca^{2+} 量较少，其兴奋-收缩耦联过程高度依赖于细胞外 Ca^{2+} 的内流。

易错知识点

1.心肌有效不应期特别长的意义：心肌细胞兴奋性周期中有效不应期特别长，一直延续到心肌收缩活动舒张早期，心肌不会像骨骼肌一样发生完全强直收缩。

2.房-室延搁的意义：它使得心房肌的兴奋不能过快地传到心室肌，从而保证心房内血液在心室收缩之前排入心室，有利于心室的充盈和射血。

随堂练习

1. (单选) 心肌细胞中, 传导速度最慢的是:
- A. 窦房结
 - B. 房室交界
 - C. 左右束支
 - D. 浦肯野细胞
 - E. 房室束

随堂练习

1. (单选) 心肌细胞中, 传导速度最慢的是:

A. 窦房结

B. 房室交界

C. 左右束支

D. 浦肯野细胞

E. 房室束

随堂练习

2. (单选) 房室交界处传导速度较慢的生理意义在于:
- A. 有利于增强心肌收缩能力
 - B. 有利于心房或心室同步收缩
 - C. 有利于心室充盈和射血交替
 - D. 有效避免出现强直收缩
 - E. 有利于心室收缩充分

随堂练习

2. (单选) 房室交界处传导速度较慢的生理意义在于:
- A. 有利于增强心肌收缩能力
 - B. 有利于心房或心室同步收缩
 - C. 有利于心室充盈和射血交替
 - D. 有效避免出现强直收缩
 - E. 有利于心室收缩充分

第三节 血管生理

一、各类血管的功能特点

| 功能分类 | 特点 |
|-----------|---------------------------|
| 弹性储器血管 | 主动脉、肺动脉主干及其分支，管壁坚厚、弹性大 |
| 分配血管 | 中动脉（冠状动脉） |
| 毛细血管前阻力血管 | 小动脉、微动脉，管径较细，阻力最大，维持动脉血压 |
| 毛细血管前括约肌 | 真毛细血管起始部平滑肌，控制毛细血管开放数量 |
| 交换血管 | 毛细血管，血管内外物质交换的场所 |
| 毛细血管后阻力血管 | 微静脉 |
| 容量血管 | 静脉系统，可容纳循环血量的60~70%—血液储存库 |
| 短路血管 | 小动脉和小静脉之间的直接吻合支，体温调节 |

第三节 血管生理

二、动脉血压与动脉脉搏

1. 动脉血压的形成

- ① 心血管系统有足够的血液充盈（**前提条件**）；
- ② 心脏射血（**必要条件**）；
- ③ 外周阻力（小动脉和微动脉对血流的阻力）；
- ④ 主动脉和大动脉的弹性储器作用（缓冲维持作用）。

第三节 血管生理

二、动脉血压与动脉脉搏

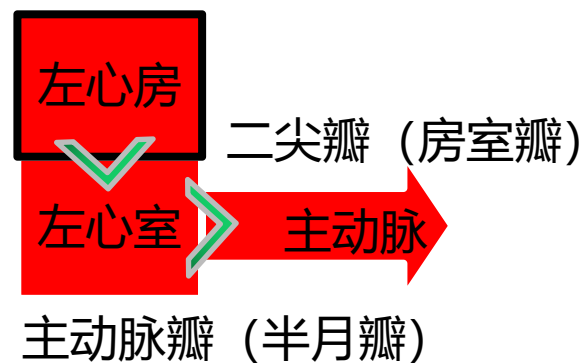
2. 动脉血压的正常值(补充了解)

收缩压 心室收缩期中期达到最高值时的血压， 正常100 ~ 120mmHg

舒张压 心室舒张末期动脉血压达最低值时的血压， 正常60 ~ 80mmHg

脉压 收缩压和舒张压的差值， **脉压为 30 ~ 40mmHg**

影响动脉血压的因素★★★



影响动脉血压的因素★★★

| 血压 | 心搏 出量 增加 | 心率 增加 | 外周 阻力 增加 |
|-----|----------------|----------|----------------|
| 收缩压 | ↑↑ | | |
| 舒张压 | ↑ | | |
| 脉压差 | ↑ | | |

影响动脉血压的因素★★★

| 血压 | 心搏出量增加 | 心率增加 | 外周阻力增加 | 主动脉和大动脉顺应性降低 (老年人管壁硬化) |
|-----|--------|------|--------|---------------------------|
| 收缩压 | ↑↑ | ↑ | ↑ | |
| 舒张压 | ↑ | ↑↑ | ↑↑ | |
| 脉压差 | ↑ | ↓ | ↓ | |

影响动脉血压的因素★★★

| 血压 | 心搏出量增加 | 心率增加 | 外周阻力增加 | 主动脉和大动脉顺应性降低 (老年人管壁硬化) | 循环血量和血管系统容量的匹配情况 (大失血后) |
|-----|--------|------|--------|---------------------------|----------------------------|
| 收缩压 | ↑↑ | ↑ | ↑ | ↑↑ | |
| 舒张压 | ↑ | ↑↑ | ↑↑ | ↓↓ | |
| 脉压差 | ↑ | ↓ | ↓ | ↑↑ | |

影响动脉血压的因素★★★

| 血压 | 心搏出量增加 | 心率增加 | 外周阻力增加 | 主动脉和大动脉顺应性降低 (老年人管壁硬化) | 循环血量和血管系统容量的匹配情况 (大失血后) |
|-----|--------|------|--------|---------------------------|----------------------------|
| 收缩压 | ↑↑ | ↑ | ↑ | ↑↑ | ↓↓ |
| 舒张压 | ↑ | ↑↑ | ↑↑ | ↓↓ | ↓ |
| 脉压差 | ↑ | ↓ | ↓ | ↑↑ | ↓ |

心搏出量主要影响收缩压，外周阻力主要影响舒张压

第三节 血管生理

三、静脉血压和静脉回心血量

(一) 静脉血压

1.概念：中心静脉压：右心房和胸腔内大静脉血压；外周静脉压：各器官静脉的血压。

2.正常值：中心静脉压较低，正常波动范围是 $4 \sim 12 \text{cmH}_2\text{O}$ ，其高低取决于心脏射血能力和静脉回心血量之间的相互关系。

第三节 血管生理

三、静脉血压和静脉回心血量

(二) 静脉回心血量的影响因素

| 影响因素 | 对回心血的影响 |
|----------|----------------------------------|
| 体循环平静充盈压 | 充盈度高，回心血量愈多 |
| 心肌收缩力 | 心肌收缩能力强，回心血量增多；反之，则少 |
| 骨骼肌的挤压作用 | 运动后肌肉收缩时，静脉回流增多；肌肉松弛时回心血量少（肌肉泵） |
| 呼吸运动 | 吸气时回心血量增加 ，呼气时回心血量减少（呼吸泵） |
| 体位改变 | 直立位时，回心血量减少 |

第三节 血管生理

四、微循环

(一) 微循环的组成

典型的微循环结构包括：

微动脉

后微动脉

毛细血管前括约肌

真毛细血管

通血毛细血管

动-静脉吻合支

微静脉

第三节 血管生理

(二) 微循环的血流通路

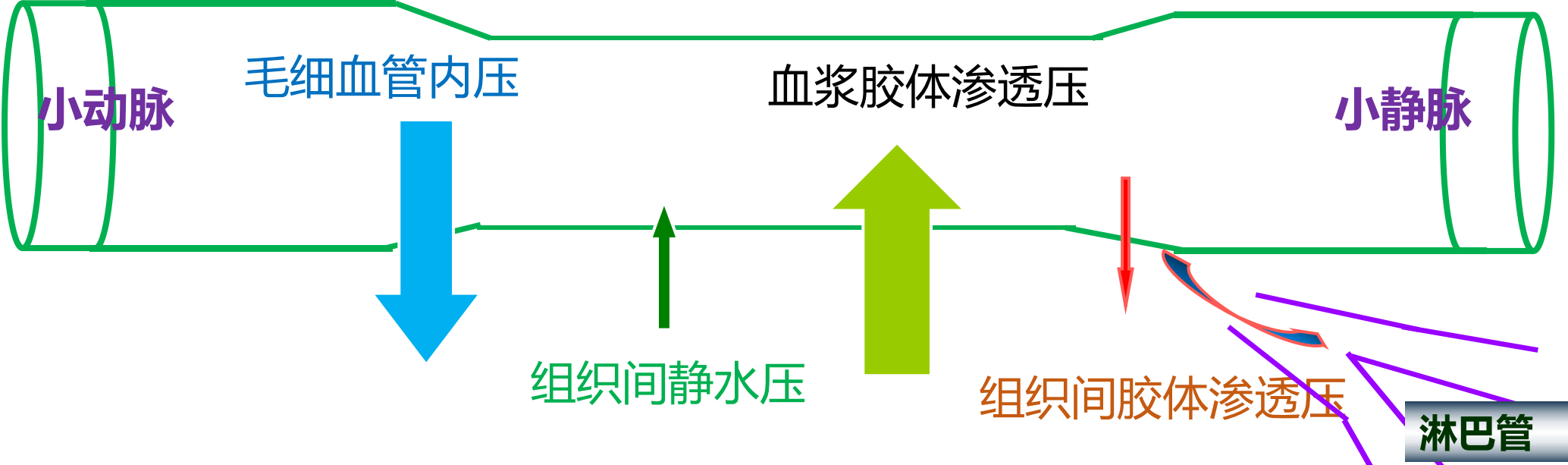
1.迂回通路：该通路真毛细血管数量多且迂回曲折、管壁薄、通透性大，血流缓慢，因而是血液和组织液之间进行交换的主要场所，又称营养通路。

2.直捷通路：直捷通路多见于骨骼肌中，其主要功能保证静脉回心血量，也可与组织液进行少量的物质交换。

3.动-静脉短路：是指血液从微动脉直接经动-静脉吻合支而流入微静脉的通路。主要功能：参与体温调节。

第三节 血管生理

五、组织液



组织液生成的有效滤过压

$$= (\text{毛细血管内压} + \text{组织液胶体渗透压}) - (\text{血浆胶体渗透压} + \text{组织液静水压})$$

第三节 血管生理

五、组织液

(一) 组织液的生成

有效滤过压

$$= (\text{毛细血管血压} + \text{组织液胶体渗透压}) - (\text{组织液静水压} + \text{血浆胶体渗透压})$$

如果有效滤过压为正值，表示有液体从毛细血管滤出；

如果为负值，则表示有液体被重吸收回毛细血管。

第三节 血管生理

五、组织液

(二) 影响组织液生成的因素

| 原因 | 举例 |
|-------------------|------------------------------|
| 毛细血管血压增高 | 静脉回流受阻，如右心衰竭引起静脉压增高导致的静脉回流受阻 |
| 组织液胶体渗透压增高 | 病理性毛细血管通透性增加，部分血浆蛋白质滤过进入组织液 |
| 血浆胶体渗透压降低 | 低蛋白血症 |
| 淋巴回流受阻 | 丝虫病导致的淋巴管阻塞；乳癌阻塞淋巴管 |
| 毛细血管通透性增高 | 炎症、过敏反应 |

有效滤过压 = (毛细血管内压 + 组织间胶体渗透压) - (血浆胶体渗透压 + 组织间静水压)

第四节 心血管活动的调节

一、心血管的神经支配

1.心脏的神经支配

心脏受**心交感神经**和**心迷走神经**双重支配，心交感神经兴奋增强心脏的活动，而心迷走神经兴奋则抑制心脏的活动。

第四节 心血管活动的调节

| | 心交感神经 | 心迷走神经 |
|---------|--|---------------------|
| 节前神经元递质 | 乙酰胆碱 (ACh) | 乙酰胆碱 (ACh) |
| 节后神经递质 | 去甲肾上腺素 (NA) | 乙酰胆碱 (ACh) |
| 递质作用部位 | 心肌细胞膜的 β_1 受体 | 心肌细胞膜的 M 型胆碱能受体 |
| 支配部位 | 窦房结、房室交界 房室束、心房肌、心室肌 | 窦房结、房室交界 房室束、心房肌 |
| 效应 | 正性变时 (心率加快)、正性变力 (心肌收缩力加强)、正性变传导 (传导性增加) | 负性变时、负性变力、负性变传导 |

第四节 心血管活动的调节

二、心血管反射

1. 颈动脉窦和主动脉弓压力感受性反射

当动脉血压突然升高时，可反射性引起**心率减慢、心输出量减少、血管舒张、外周阻力减小，血压下降**，这一反射称为压力感受性反射或降压反射。

(1) 动脉压力感受器

动脉压力感受器是指**颈动脉窦和主动脉弓**血管外膜下的感觉神经末梢。在同一血压水平，颈动脉窦压力感受器通常比主动脉弓压力感受器更敏感。

第四节 心血管活动的调节

二、心血管反射

1. 颈动脉窦和主动脉弓压力感受性反射

(2) 传入神经及其中枢联系

颈动脉窦压力感受器的传入神经纤维组成**窦神经**，加入舌咽神经后进入延髓。主动脉弓压力感受器的传入神经纤维行走于迷走神经干内并随之进入延髓。

(3) 生理意义：

主要是在**短时间内快速调节动脉血压**，维持动脉血压相对稳定。须注意的是，压力感受器对快速性血压变化较为敏感，而对缓慢的血压变化不敏感，**在动脉血压的长期调节中也不起重要作用。**

第五节 器官循环

| | |
|------|---|
| 冠脉循环 | 血压较高，血流量大；摄氧率高，耗氧量大；血流量受心肌收缩（由心舒期的长短和舒张压的高低影响）影响显著，主要受心肌代谢水平影响。 |
| 肺循环 | 血流阻力小、血压低；血容量大，变化也大；毛细血管的有效率滤过压为负值。 |
| 脑循环 | 血流量大；耗氧量大；血流量变化小；存在血-脑屏障和血-脑脊液屏障。平均动脉压在60 ~ 140mmHg范围自身调节 |

第五节 心音

二、第一心音与第二心音的特点

第一心音标志着**心室收缩**的开始,在心尖搏动处 左第五肋间锁骨中线听诊最为清楚,其特点是音调较低,持续时间较长。第一心音是由于房室瓣突然关闭引起心室内血液和室壁的振动,以及心室射血引起的大血管壁和血液湍流所发生的振动而产生的。

第二心音标志着**心室舒张期**的开始,在胸骨右、左两旁第二肋间 即主动脉瓣和肺动脉瓣听诊区听诊最为清楚,其特点是频率较高,持续时间较短。第二心音主要因主动脉瓣和肺动脉瓣关闭,血流冲击大动脉根部引起血液、管壁及心室壁的振动而引起。

随堂练习

1. (单选) 右心衰竭时, 组织液生成增加而导致水肿, 主要原因是:
- A. 血浆胶体渗透压降低
 - B. 毛细血管血压增高
 - C. 组织液胶体渗透压增高
 - D. 蛋白质的消化产物
 - E. 蛋白质含量减少

随堂练习

1. (单选) 右心衰竭时, 组织液生成增加而导致水肿, 主要原因是:
- A. 血浆胶体渗透压降低
 - B. 毛细血管血压增高**
 - C. 组织液胶体渗透压增高
 - D. 蛋白质的消化产物
 - E. 蛋白质含量减少

随堂练习

2. (单选) 弹性储器血管是指:

A. 大动脉

B. 中等动脉

C. 小动脉

D. 静脉

E. 微动脉

随堂练习

2. (单选) 弹性储器血管是指:

A. 大动脉

B. 中等动脉

C. 小动脉

D. 静脉

E. 微动脉



总结提升

本章重点:

- 1.心脏的**泵血过程**
- 2.心输出量的影响因素
- 3.心肌细胞的跨膜电位及**心肌生理特性**
- 4.动脉血压的形成及动脉血压的**影响因素**
- 5.**组织液生成的影响因素**

第五章-呼吸

呼吸过程

在人和高等动物，呼吸全过程由三个相互衔接且同时进行的环节组成，即外呼吸、气体在血液中的运输和内呼吸。

①外呼吸包括肺通气和肺换气两个过程。

②气体在血液中的运输是衔接外呼吸和内呼吸的中间环节。

③内呼吸也称组织换气，是指组织毛细血管血液与组织、细胞之间的气体交换过程。

呼吸系统

肺通气

肺换气的原理

呼吸运动的调节

第一节 肺通气

一、肺通气的原理

肺
通
气
原
理

(一) 肺通气的动力

1. 直接动力：肺泡气与外界大气之间的压力差

2. 原动力：呼吸运动

(二) 肺通气的阻力

第一节 肺通气

一、肺通气的原理

(一) 肺通气的动力

1. 直接动力:

肺泡气与外界大气之间的**压力差**

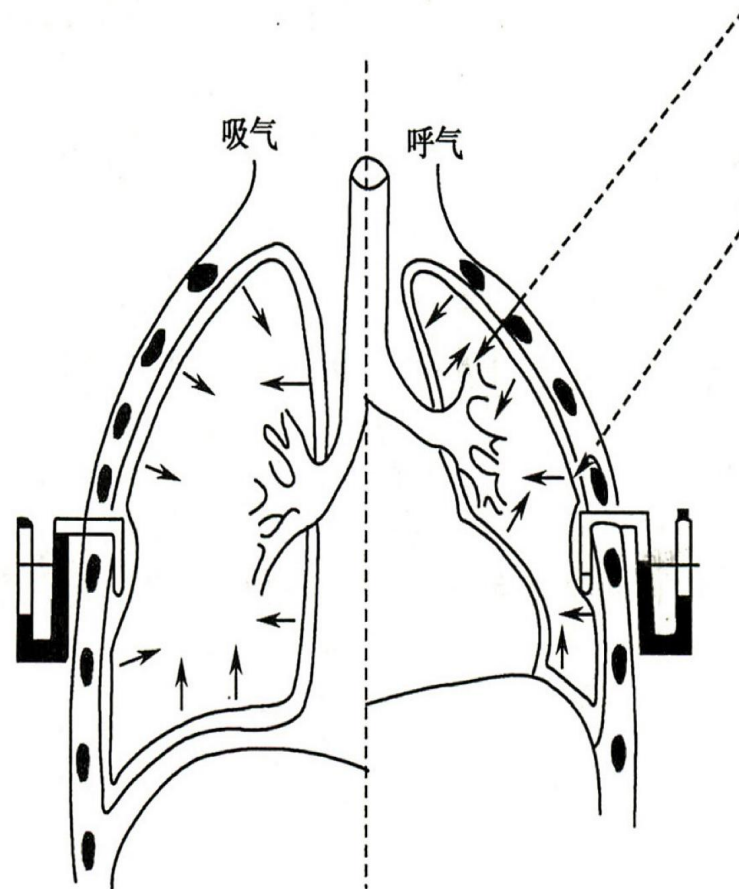
2. 原动力: 呼吸运动

(1) 呼吸肌的收缩和舒张

① **吸气肌**: **膈肌和肋间外肌**

② **呼气肌**: **肋间内肌和腹肌**

③ **辅助吸气肌**: **吸气肌和胸锁乳突肌**



第一节 肺通气

一、肺通气的原理

(一) 肺通气的动力

2.原动力：呼吸运动

(2) 呼吸运动的过程

平静呼吸时：吸气主要由**吸气肌的收缩**实现，是一个主动过程。

肺内压 < 大气压，外界气体流入肺内，这一过程称为吸气。

肺内压 > 大气压，气体由肺内流出，这一过程称为呼气。

肺内压 = 大气压：呼气末和吸气末

第一节 肺通气

一、肺通气的原理

(一) 肺通气的动力

3. 肺内压

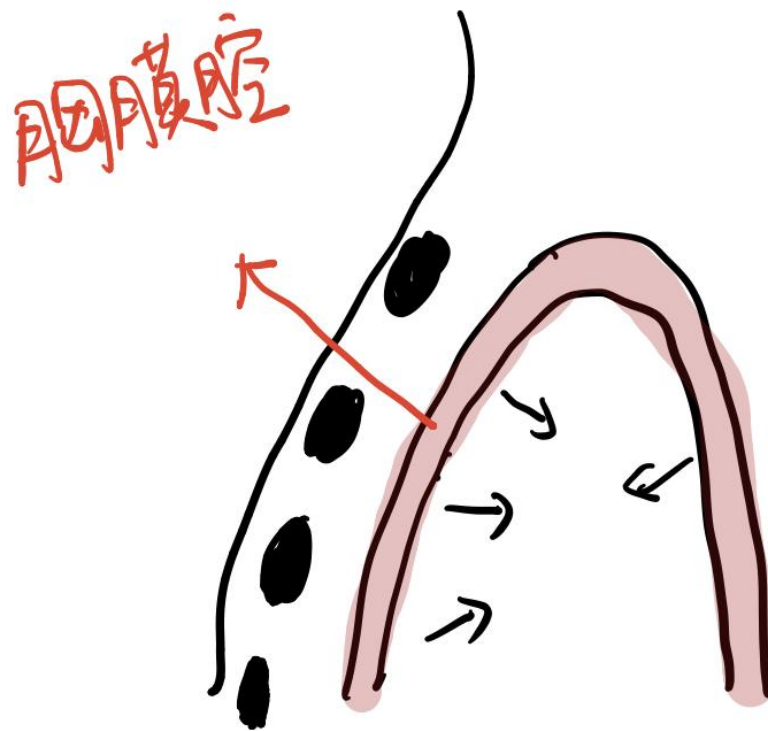
吸气时，随着肺内气体量的增加，肺内压也逐渐升高，至吸气末，肺内压升高到与大气压相等，气流便暂停。呼气时，肺泡内气体由肺内呼出，随着肺内气体量的减少，肺内压也逐渐降低，至呼气末，肺内压又降到与大气压相等，气流再次暂停。

第一节 肺通气

一、肺通气的原理

(一) 肺通气的动力

4. 胸膜腔内压



第一节 肺通气

一、肺通气的原理

一、肺通气的原理

(一) 肺通气的动力

4.胸膜腔内压

(1) 胸膜腔：是存在于肺表面的脏层胸膜和衬于胸廓内壁的壁层胸膜之间**密闭的、潜在的、无气体和仅有少量浆液**的腔隙。

(2) 胸膜腔内压：为胸膜腔内的压力，简称**胸内压**。

生理情况下，平静呼吸时胸膜腔内压始终为负压。

第一节 肺通气

一、肺通气的原理

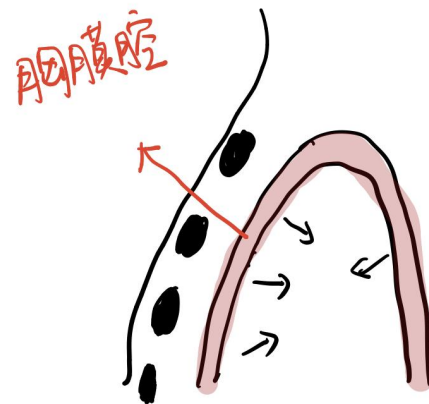
(3) 形成负压的原因：在肺内向回位力和胸廓外向回位力(肺内压)的作用下，胸膜腔内压便降低而低于大气压，即形成负压。

胸膜腔内压 = 肺内压 + (-肺回缩压)

吸气末和呼气末：肺内压 = 大气压

若以大气压为0计，则**胸膜腔内压 = -肺回缩压**

可见，胸膜腔内压的大小主要是由**肺回缩压**所决定的。



第一节 肺通气

一、肺通气的原理

(4) 胸膜腔内负压的重要意义

①胸内压的生理意义：维持肺泡和小气道扩张，有利于静脉血与淋巴液回流。

②胸膜腔内保持负压的一个重要前提是胸膜腔须保持其密闭性。如果胸膜腔破裂造成开放性气胸使肺萎缩、呼吸困难、循环血量减少和血压下降。抢救措施：堵塞破口、抽气可恢复胸内负压。

第一节 肺通气

一、肺通气的原理

肺
通
气
原
理

(一) 肺通气的动力

直接动力：肺泡气与外界大气之间的**压力差**

原动力：呼吸肌的收缩和舒张即**呼吸运动**

(二) 肺通气的阻力

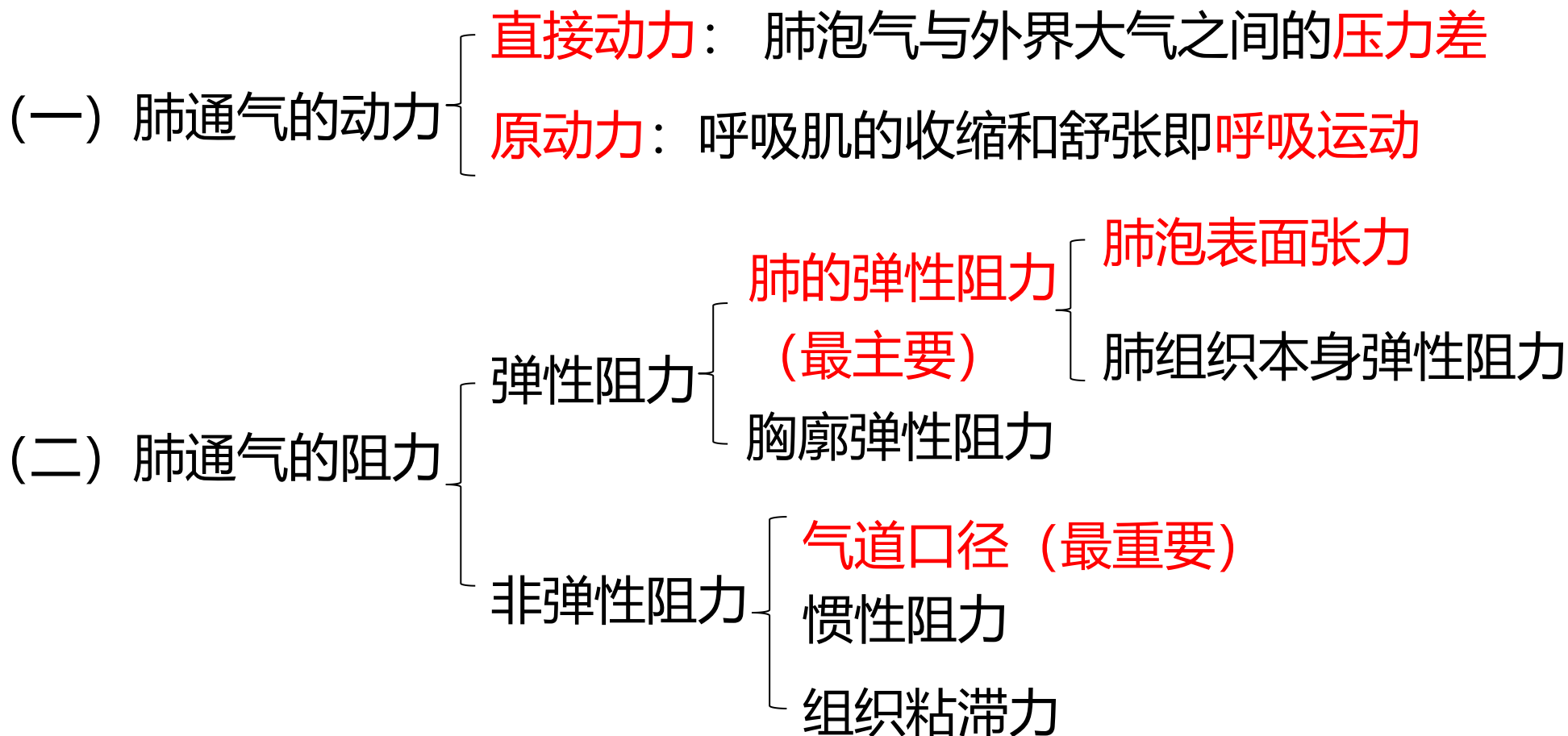
弹性阻力

非弹性阻力

第一节 肺通气

一、肺通气的原理

肺
通
气
原
理



第一节 肺通气

一、肺通气的原理

(二) 肺通气的阻力 1. 阻力

| | 弹性阻力占总通气阻力70% | 非弹性阻力占总通气阻力30% |
|----|---|-------------------------|
| 来源 | 肺的弹性阻力 (最主要) 肺组织本身弹性阻力 肺泡表面张力产生回缩力 (占肺弹性阻力的2/3) | 气道阻力 (气道口径最为重要) 惯性阻力 |
| | 胸廓弹性阻力 | 组织黏滞力 |

①弹性阻力是指弹性体对抗外力作用所引起的变形的力。

②顺应性是指弹性体（组织）在外力作用下发生变形难易程度。

弹性体的顺应性大，表示变形能力强，在较小的外力作用下引起较大的变形

第一节 肺通气

一、肺通气的原理

(二) 肺通气的阻力

2. 肺表面活性物质

肺表面活性物质

- (1) 合成和分泌场所: **肺泡Ⅱ型上皮细胞**
- (2) 成分 {
 - 脂质 (90%) : 60%以上为**二棕榈酰卵磷脂**
 - 蛋白质
- (3) 主要作用: **降低肺泡表面张力, 减小肺泡的回缩力**
- (4) 生理意义 {
 - ①**降低吸气阻力, 减少吸气做功。**
 - ②**维持肺泡的稳定性。**
 - ③**防止肺水肿。**

肺通气功能的评价★★★

1.肺容积和肺容量

(1) 肺容积

| 肺容积 | 基本概念 | 正常值 |
|-----|-------------------------|------------------|
| 潮气量 | 每次呼吸时吸入 或 呼出的气体量 | 500ml |
| 余气量 | 最大呼气末尚存留于肺内不能呼出的气体量 | 1000 ~ 1500ml |

肺通气功能的评价★★★

| 肺容量 | 基本概念 | 成人正常值 |
|--------------|---|-----------------|
| 功能余气量 | 平静呼气末尚存留于肺内的气体量（缓冲氧分压和二氧化碳分压） | 2500ml |
| 肺活量 | 尽力吸气后，从肺内所能呼出的最大气体量（ 一次通气的最大能力 ） | 男3500ml，女2500ml |
| 用力肺活量 | 一次最大吸气后，尽力尽快呼气所能呼出的最大气体量。 | 稍低于肺活量 |

肺通气功能的评价★★★

2.肺通气量和肺泡通气量

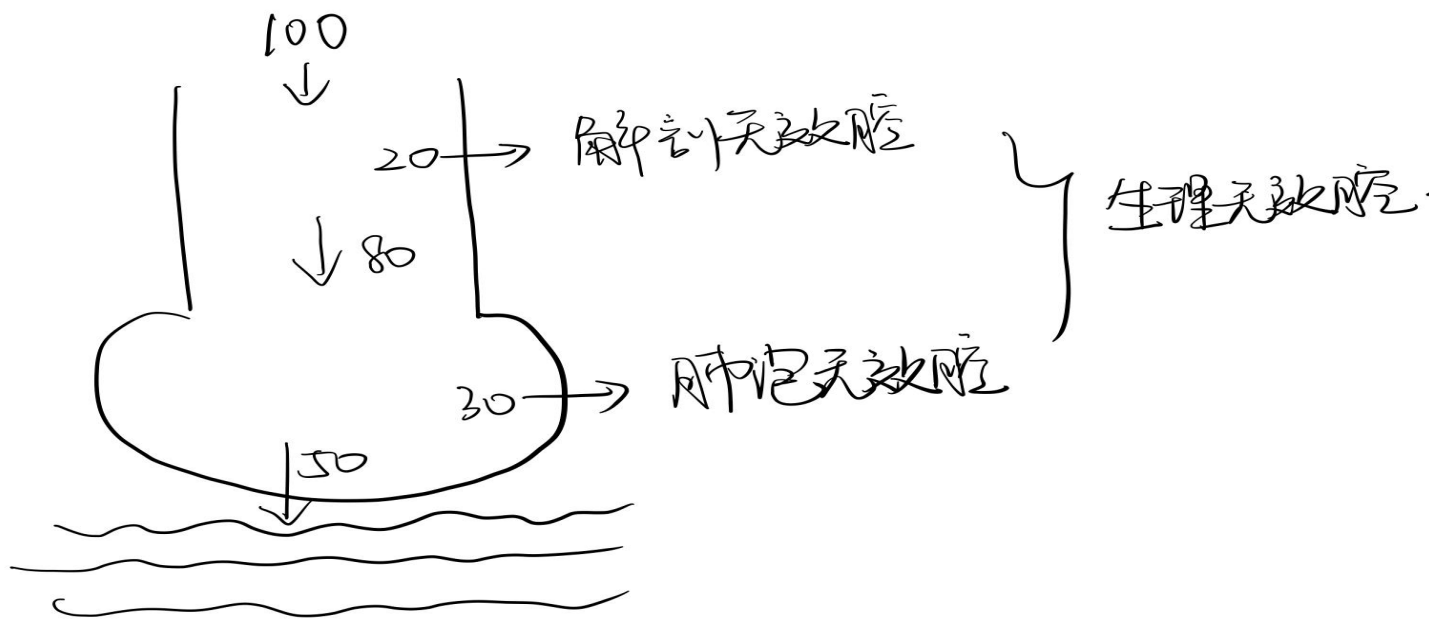
(1) 肺通气量

每分钟吸入或呼出的气体总量称为肺通气量，等于潮气量与呼吸频率的乘积。正常成年人平静呼吸时，潮气量为 500ml，呼吸频率为 12~18 次/分，则肺通气量为 6~9L/min。劳动或体育运动时，肺通气量增大。在尽力作深、快呼吸时，每分钟所能吸入或呼出的最大气体量，称为最大随意通气量。

第一节 肺通气

二、肺通气功能的评价

(二) 肺通气量和肺泡通气量



肺通气功能的评价★★★

2.肺通气量和肺泡通气量

(2) 肺泡通气量

每次吸入的气体，一部分将**留在鼻或口与终末细支气管之间的呼吸道内**，不参与肺泡与血液之间的气体交换，这部分称为**解剖无效腔**。进入肺泡的气体也可因血流在肺内分布不均而**不能全都与血液进行交换**，未能进行气体交换的这部分肺泡容积称为**肺泡无效腔**，二者合称为**生理无效腔**。健康人平卧时，生理无效腔等于或接近于解剖无效腔。

第一节 肺通气

二、肺通气功能的评价

(二) 肺通气量和肺泡通气量

| 指标 | 定义 | 计算 |
|--------------------|---------------|-------------------|
| 肺通气量 | 每分钟吸入或呼出的气体总量 | 潮气量×呼吸频率 |
| 肺泡通气量 (深慢呼吸可增加) | 每分钟吸入肺泡的新鲜空气量 | (潮气量-无效腔气量) ×呼吸频率 |

随堂练习

1. (单选) 以下关于肺泡表面活性物质的描述, 错误的是:
- A. 维持肺泡的扩张状态
 - B. 降低肺泡表面张力
 - C. 由肺泡 I 型上皮细胞分泌
 - D. 稳定肺泡容积, 防止肺水肿
 - E. 增加肺的顺应性

随堂练习

1. (单选) 以下关于肺泡表面活性物质的描述, 错误的是:

- A. 维持肺泡的扩张状态
- B. 降低肺泡表面张力
- C. 由肺泡 I 型上皮细胞分泌
- D. 稳定肺泡容积, 防止肺水肿
- E. 增加肺的顺应性

第二节 肺换气

影响肺换气的因素

1.呼吸膜的厚度

2.呼吸膜的面积

3.通气 / 血流比值 (V_A/Q)

4.气体分压差、扩散面积、扩散距离、温度和扩散系数均可影响气体扩散速率

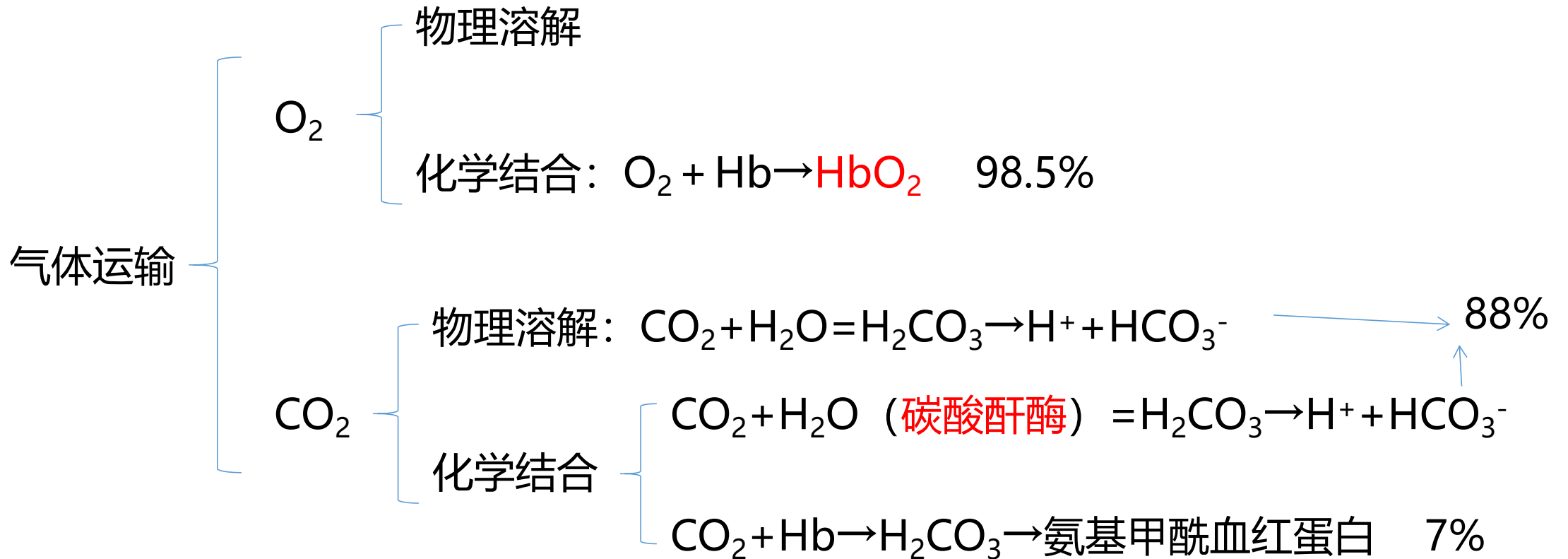
第二节 肺换气

影响肺换气的因素

1. **呼吸膜的厚度**：气体扩散速率与呼吸膜厚度成**反比**。
2. **呼吸膜的面积**：正常成人，两肺约有3亿个肺泡，总扩散面积达70m²。
气体扩散速度与扩散面积成**正比**。
3. **通气/血流比值**
 - (1) 是指**每分钟肺泡通气量**和**每分钟肺血流量**比值，约为**0.84**。
 - (2) 病理情况下
 - ① 比值增大：**肺泡无效腔增大**。
 - ② 比值减小：**动静脉短路**。

第三节 气体在血液中的运输

气体运输



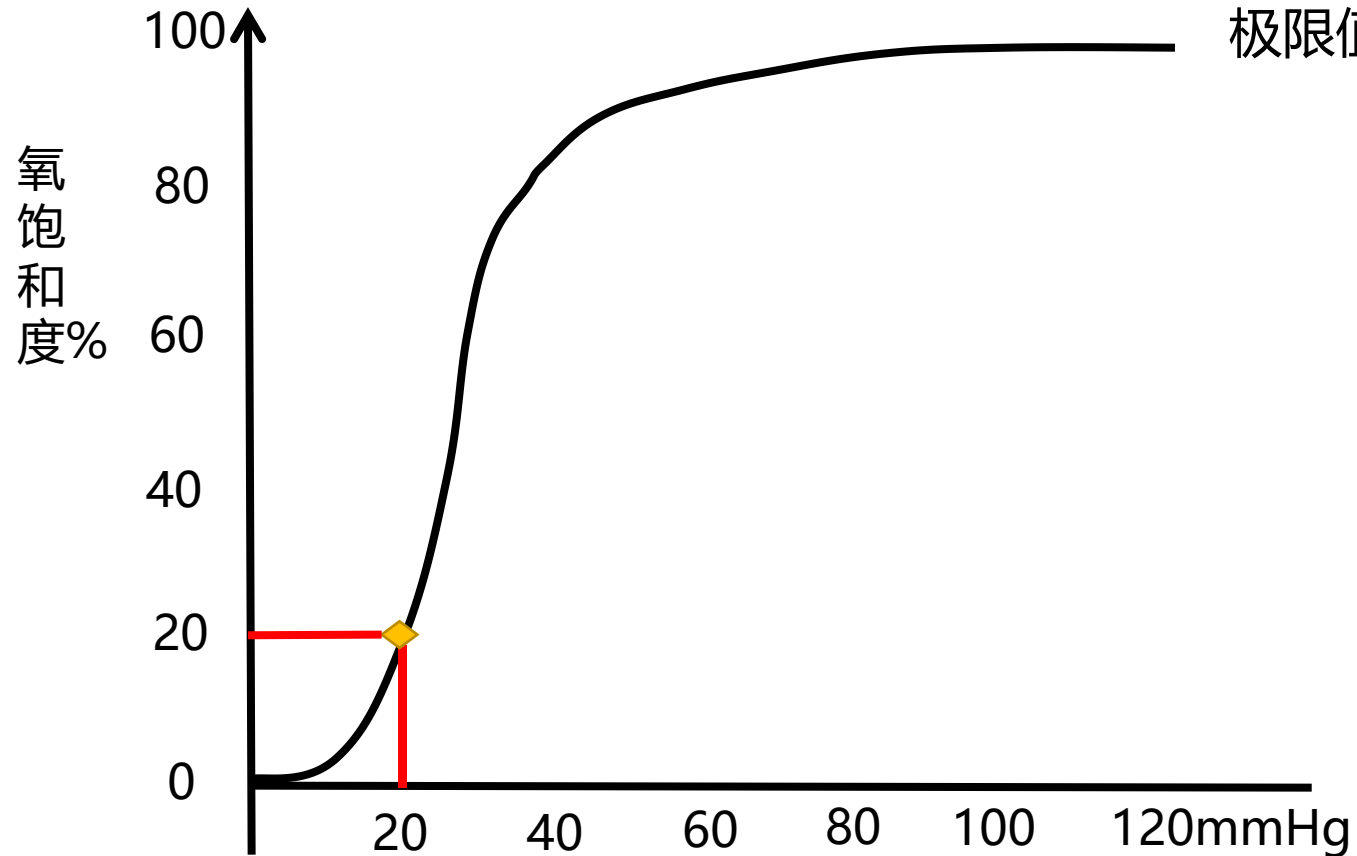
第三节 气体在血液中的运输

一、氧解离曲线

横坐标：氧分压

纵坐标：血氧饱和度

呈S型



第三节 气体在血液中的运输

2.影响氧解离曲线的因素：酸右碱左

| 移动 | 二氧化碳分压 | 氢离子浓度 | 温度 | 二磷酸甘油酸 | 与氧气亲和力 | 特点 |
|-----|--------|--------------|----|--------|--------|-----------------|
| 右下方 | 上升 | 上升 (pH下降) | 上升 | 增多 | 下降 | 有利于氧气释放, 增加氧气利用 |
| 左上方 | 下降 | 下降 (pH上升) | 下降 | 减少 | 上升 | 有利于氧气和血红蛋白结合 |

第三节 气体在血液中的运输

一、化学感受性呼吸反射

| | 外周化学感受器 | 中枢化学感受器 |
|------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 部位 | 颈动脉体、主动脉体 | 延髓腹外侧浅表部位 |
| 适宜刺激 | $[H^+]$ 上升; $PaCO_2$ 上升; PaO_2 下降 | 对 H^+ , CO_2 敏感, 对缺氧不敏感 |
| 特点 | 对 $PaCO_2$ 调节反应较快 | 对 $PaCO_2$ 调节反应慢 |
| 生理功能 | 在机体低 O_2 时, 驱动呼吸 | 调节脑脊液中 $[H^+]$ |

考点总结：

(1) 外周化学感受器：颈动脉体、主动脉体

(2) 关于 H^+ ：

当 H^+ 出现在脑脊液中，刺激中枢；其他情况刺激外周。

(3) 关于 CO_2 ：

CO_2 是调节呼吸运动**最重要**的生理性化学因素，既可以直接刺激外周化学感受器，又可以间接（ CO_2 可透过血脑屏障，变成脑脊液中的 H_2CO_3 ，电离出 H^+ ，变成脑脊液中的 H^+ ）刺激中枢化学感受器（**主**）。

(4) 缺氧时刺激外周化学感受器，因为中枢对缺氧不敏感。

随堂练习

1. (单选) 缺氧对呼吸的刺激主要是通过:
- A. 直接刺激吸气神经元
 - B. 刺激中枢化学感受器
 - C. 刺激外周化学感受器
 - D. 刺激压力感受器
 - E. 神经调节

随堂练习

1. (单选) 缺氧对呼吸的刺激主要是通过:

A. 直接刺激吸气神经元

B. 刺激中枢化学感受器

C. 刺激外周化学感受器

D. 刺激压力感受器

E. 神经调节



总结提升

本章重点:

- 1.理解：呼吸过程的三个环节
- 2.掌握：**呼吸运动过程及胸膜腔内压**
- 3.掌握：肺通气的**阻力**；**肺表面活性物质作用**
- 4.掌握：肺通气量和肺泡通气量
- 5.掌握：肺换气的影响因素
- 7.掌握：**氧解离曲线的影响因素。**
- 8.掌握：中枢及外周化学感受器的**部位**及**生理功能**

第六章-消化和吸收

本章架构

概述

口腔内消化

胃内消化

小肠内消化

大肠内内消化

吸收

消化系统



第一节 消化生理概述

食物在消化道内被分解为可吸收的小分子物质的过程，称为**消化**。

食物的消化有两种方式：

一是**机械性消化**，即通过消化道肌肉的收缩和舒张，将食物磨碎并使之与消化液充分混合，同时把食物不断向消化道的远端推送。

二是**化学性消化**，即通过消化腺分泌消化液，由消化液中的酶分别把蛋白质、脂肪和糖类等大分子物质分解为可被吸收的小分子物质。

01

04

02

03



机械消化

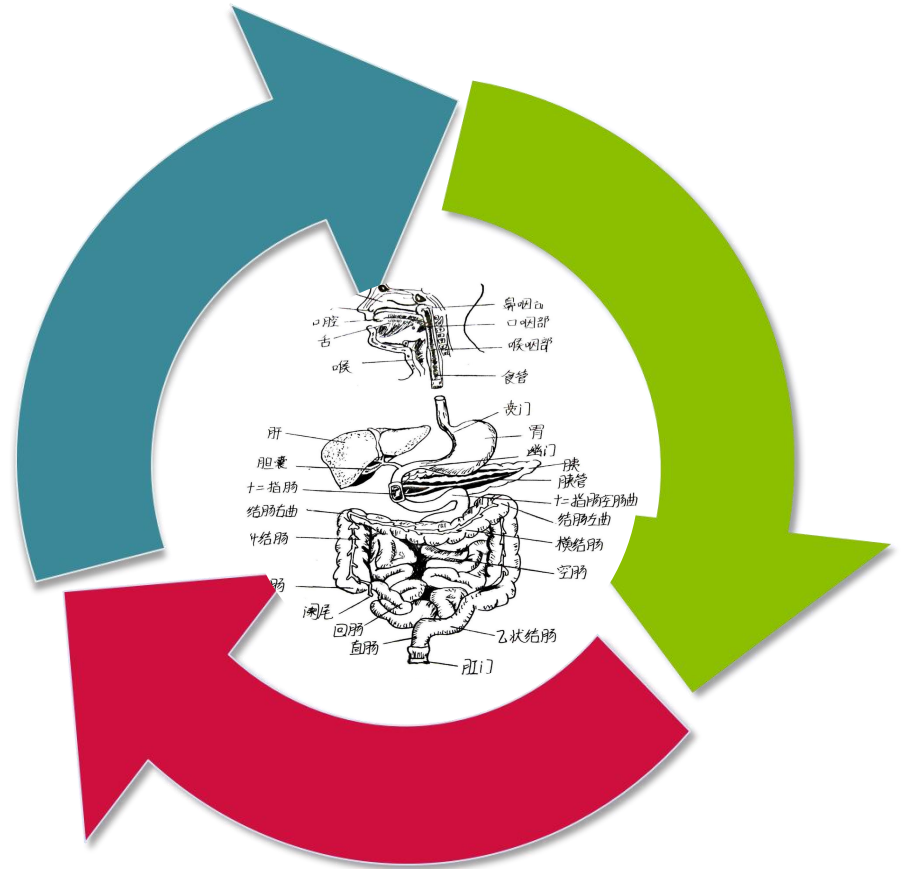
化学性消化

上述两种消化方式相互配合，共同作用为机体的新陈代谢源源不断地提供养料和能量。经消化后的营养成分透过消化道黏膜进入血液或淋巴液的过程，称为吸收。

第一节 消化生理概述

一、消化道平滑肌的特性

在整个消化道中，除口、咽和食管上端的肌组织以及肛门外括约肌为骨骼肌外，其余部分的肌组织均属于平滑肌。



第一节 消化生理概述

(二) 消化道平滑肌一般特性

1. 兴奋性较低，收缩缓慢。
2. 具有自律性：频率慢且不规则。
3. 具有紧张性：消化道平滑肌经常保持轻微的持续收缩状态称为紧张性。

第一节 消化生理概述

(二) 消化道平滑肌一般特性

4.富有伸展性：能使消化道有可能容纳几倍于原初容积的食物，而消化道内压力却不明显升高。

5.对不同刺激的敏感性不同：对电刺激不敏感，对机械牵张、温度和化学刺激敏感。

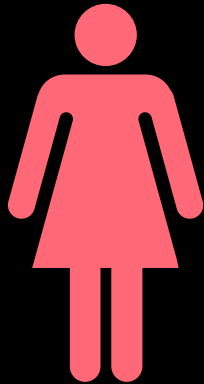
二、消化系统的内分泌功能

| 激素名称 | 分泌细胞 | 主要生理作用 | 引起释放的刺激物 |
|-----------------------|------|--|--------------------|
| 促胃液素 (胃泌素) | G细胞 | 促进胃酸和胃蛋白酶分泌，使胃窦和幽门括约肌收缩， 延缓胃排空 ，促进胃肠运动和胃肠上皮生长 | 蛋白质消化产物，迷走神经递质、扩张胃 |
| 促胰液素 | S细胞 | 刺激胰液和胆汁HCO ₃ ⁻ 分泌， 抑制胃酸分泌 和胃肠运动，收缩幽门括约肌， 抑制胃排空 ，促进胰腺外分泌部生长 | 盐酸、脂肪酸 |
| 缩胆囊素 (促胰酶素) | I细胞 | 刺激胰液分泌和胆囊收缩，增强小肠和大肠运动， 抑制胃排空 ，增强幽门括约肌收缩，松弛壶腹括约肌，促进胰腺外分泌部生长 | 蛋白质消化产物、脂肪酸 |

第二节 口腔内消化和吞咽



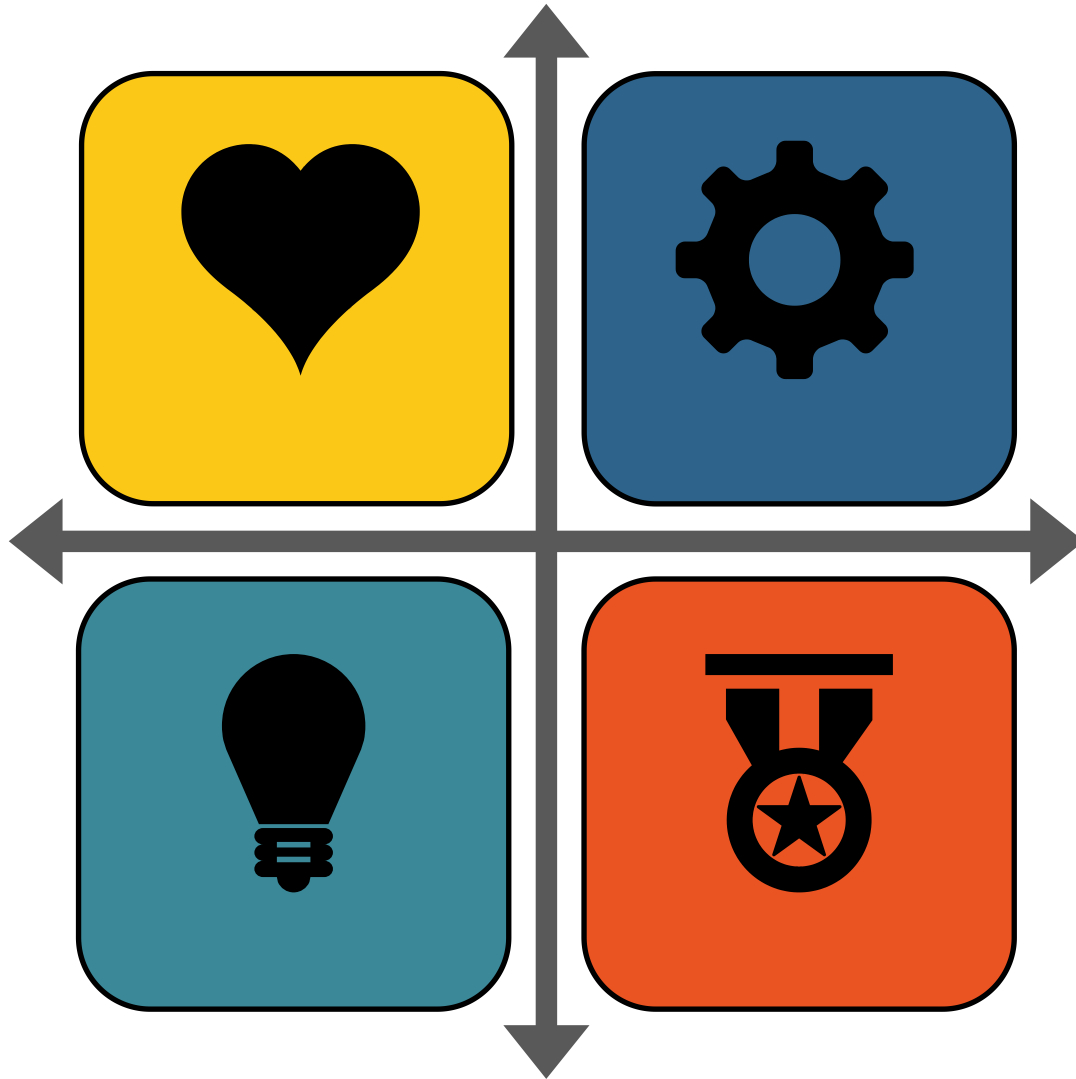
人的口腔内有三对大唾液腺，即腮腺、下颌下腺和舌下腺，此外还有无数散在分布的小唾液腺。唾液就是由这些大小唾液腺分泌的混合液。



唾液的性质和成分

唾液为无色无味近于中性（pH6.6 ~ 7.1）的低渗液体。唾液中水分约占 99%。有机物主要为黏蛋白，还有免疫球蛋白、氨基酸、尿素、尿酸、唾液淀粉酶和溶菌酶等。

唾液的作用



(1) 湿润和溶解食物；



(2) 唾液淀粉酶可水解淀粉为麦芽糖；



(3) 清除口腔内食物残渣，稀释与中和有毒物质，其中溶菌酶和免疫球蛋白具有杀菌和杀病毒作用，因而具有保护和清洁口腔的作用。



(4) 某些进入体内的重金属（如铅、汞）、氰化物和狂犬病毒可通过唾液分泌而被排泄。

第三节 胃内消化

(一) 胃液的性质、成分和作用

纯净的胃液是一种无色的酸性液体，**pH0.9~1.5**，正常成年人每日分泌**1.5~2.5L**，其主要成分有**盐酸、胃蛋白酶原、黏液和内因子**，其余为水、 HCO_3^- 、 Na^+ 、 K^+ 等无机物。

第三节 胃内消化

| 名称 | 产生部位 | 作用 |
|----|------|--|
| 盐酸 | 壁细胞 | <ol style="list-style-type: none">1. 激活胃蛋白酶原，为胃蛋白酶提供适宜的酸性环境。2. 使食物中的蛋白质变性，利于蛋白质的水解。3. 杀灭随食物进入胃内的细菌。4. 盐酸随食糜进入小肠后，可促进促胰液素和缩胆囊素的分泌，进而引起胰液、胆汁和小肠液的分泌。5. 盐酸造成的酸性环境利于小肠对铁和钙的吸收。 |

第三节 胃内消化

| 名称 | 产生部位 | 作用 |
|-----------|--------------|--|
| 胃蛋白 酶原 | 主细胞 | 胃蛋白酶水解蛋白质 |
| 内因子 | 壁细胞 | 与维生素B ₁₂ 结合成复合物，若缺乏内因子，易引起巨幼红细胞贫血 |
| 黏液 | 上皮细胞 黏液细胞 | 黏液-碳酸氢盐屏障 保护胃黏膜（中和H ⁺ ） |

1.促进胃液分泌的主要因素

01

迷走神经：通过末梢释放ACh而引起胃酸分泌；

02

组胺：具有极强的促胃酸分泌作用。

03

促胃液素：迷走神经兴奋时释放促胃液素释放肽，可促进促胃液素的分泌。

2..抑制胃液分泌的主要因素

01

盐酸：可负反馈抑制胃酸分泌

02

脂肪：可刺激小肠黏膜分泌多种胃肠激素，抑制胃液分泌和胃运动作用

03

高张溶液：可刺激小肠内的渗透压感受器，通过肠-胃反射抑制胃液分泌。

第三节 胃内消化

二、胃的运动

(一) 胃的运动形式

- 1.紧张性收缩：胃壁平滑肌经常处于一定程度**缓慢持续收缩**状态称为紧张性收缩。
- 2.容受性舒张：进食时食物刺激口腔、咽、食管等处感受器，可反射性引起胃底和胃体舒张，称为**容受性舒张**。
- 3.蠕动

第三节 胃内消化

(二) 胃排空及其控制

1.胃排空：食物由胃内进入十二指肠过程称为胃排空。

食物入胃后5分钟左右就开始胃排空，排空的速度与食物的物理性状和化学组成有关。

速度：水 > 糖类 > 蛋白质 > 脂肪。 混合食物需4~6小时排空。

第四节 小肠内消化

小肠内消化是整个消化过程中最重要的阶段。食物在小肠内停留的时间随食物的性质而有不同，混合性食物一般在小肠内停留 3 ~ 8 小时。

第四节 小肠内消化

一、胰液的分泌

胰液是无色、无嗅的碱性液体（ $\text{pH}=7.8 \sim 8.4$ ），是所有消化液中**消化力最强和最重要**。

（一）胰液的性质、成分和作用 胰液是无色无嗅的碱性液体， pH 为 $7.8 \sim 8.4$ ，渗透压与血浆大致相等。人每日分泌的胰液量为 **1 ~ 2L**。

第四节 小肠内消化

1. HCO_3^- :

由胰腺内的小导管细胞分泌的。导管细胞内含有较高浓度的碳酸酐酶，在它的催化下， CO_2 可水化为 H_2CO_3 ，而后解离成 HCO_3^- 。

2.胰酶：由胰的**腺泡细胞**分泌。

(1) 胰淀粉酶：胰淀粉酶对生的和熟的淀粉水解效率都很高，消化产物为糊精、麦芽糖。胰淀粉酶作用的最适 pH 为 6.7 ~ 7.0。



(2) 胰脂肪酶：胰脂肪酶可**分解三酰甘油**为脂肪酸、一酰甘油和甘油。它的最适 pH 为 7.5 ~ 8.5。

(3) 胰蛋白酶**原**和糜蛋白酶**原**：两者均无活性。但进入十二指肠后，**胰蛋白酶原被肠致活酶激活为胰蛋白酶**。胰蛋白酶使糜蛋白酶原激活。

(二) 胰液分泌的调节

在非消化期，胰液几乎不分泌或很少分泌。进食后，胰液便开始分泌。所以，**食物是刺激胰液分泌的自然因素**。进食时**胰液分泌受神经和体液双重控制，但以体液调节为主**。



神经调节

体液调节



1. 神经调节：食物的性状、气味以及食物对口腔、食管、胃和小肠的刺激都可通过神经反射引起胰液分泌。

(二) 胰液分泌的调节

体液调节：调节胰液分泌的体液因素主要有促胰液素和缩胆囊素。

(1) **促胰液素**：主要作用于胰腺小导管上皮细胞，使其分泌大量的水和 HCO_3^- ，因而使胰液的分泌量大为增加，而酶的含量却很低。

(2) **缩胆囊素**：缩胆囊素的一个重要作用是促进胰液中各种酶的分泌，故也称促胰酶素；它的另一重要作用是促进胆囊强烈收缩，排出胆汁。



促胰液素

缩胆囊素

第四节 小肠内消化

(一) 胆汁的性质、成分和作用

1.胆汁的性质和成分

胆汁是一种有色、味苦、较稠的液体。成年人每日分泌胆汁 0.8 ~ 1.0L。胆汁中除水分外，含有胆盐、卵磷脂、胆固醇和胆色素等有机物和 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 HCO_3^- 等无机物。

胆汁是唯一不含消化酶的消化液。

胆汁中最重要的成分是**胆盐**，其主要作用是促进脂肪的消化和吸收。

第四节 小肠内消化

2.胆汁的作用:

胆汁的主要作用是促进脂肪的消化和吸收。

- (1) 促进脂肪的消化;
- (2) 促进脂肪和脂溶性维生素的吸收;
- (3) 中和胃酸及促进胆汁自身分泌。

第四节 小肠内消化

(二) 胆汁分泌

食物是引起胆汁分泌和排出的自然刺激物，其中以高蛋白食物刺激作用最强，高脂肪和混合食物次之，而糖类食物作用最弱。胆汁的分泌和排出受神经和体液因素的调节，以体液调节为主。

三、小肠的运动

(一) 小肠的运动形式

1.紧张性收缩：紧张性收缩是小肠进行其他运动的基础

3.蠕动

2.分节运动



第五节 大肠的功能

人类的大肠没有重要的消化活动。

大肠的主要功能在于吸收水分和无机盐，同时还为消化吸收后的食物残渣提供暂时储存场所，并将食物残渣转变为粪便。大肠的运动和排便大肠的运动少而慢，对刺激的反应也较迟缓，这些特点与大肠作为**粪便的暂时储存场所**相适应。

第五节 大肠的功能

大肠运动的形式

1. 袋状往返运动

2. 分节推进和多袋推进运动

3. 蠕动



第六节 吸收

一、吸收部位

- (1) 食物在口腔、食管无吸收;
- (2) 胃内只吸收少量水和酒精;
- (3) 大肠内可吸收一些水和无机盐;
- (4) **小肠才是消化吸收的主要部位。**

第六节 吸收

一、吸收部位

作为重要吸收部位，小肠具备多方面的有利条件：

- 1.吸收面积大。
- 2.绒毛内含丰富毛细血管、毛细淋巴管、平滑肌纤维和神经纤维网等结构。
- 3.营养物质在小肠内已被完全消化成小分子物质。
- 4.食物在其中停留时间长，一般为 3~8 小时。

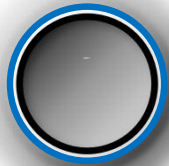
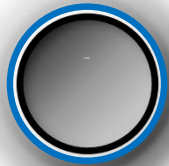
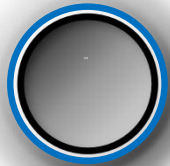
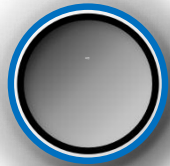
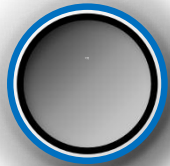
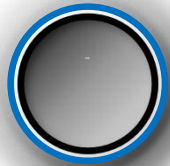
二、主要营养物质吸收

1.糖类：一般须分解为单糖后才能被小肠上皮细胞吸收。

2.蛋白质：经消化分解为氨基酸后，几乎全部被小肠吸收。

3.脂肪：主要吸收途径以淋巴为主。

4.无机盐和水：盐类吸收主要在小肠，大肠也可以吸收一小部分盐类。



5.维生素：大部分在小肠上段被吸收，**维生素 B₁₂**在回肠被吸收

6.铁：主要在**十二指肠**吸收。

7.**酒精和水**：大部分酒精和水在胃部吸收。

随堂练习

1. (单选) 下列哪一部位可主动吸收维生素 B12:

A. 十二指肠

B. 空肠和回肠

C. 回肠

D. 结肠上段

E. 空肠

随堂练习

1. (单选) 下列哪一部位可主动吸收维生素 B12:

A. 十二指肠

B. 空肠和回肠

C. 回肠

D. 结肠上段

E. 空肠



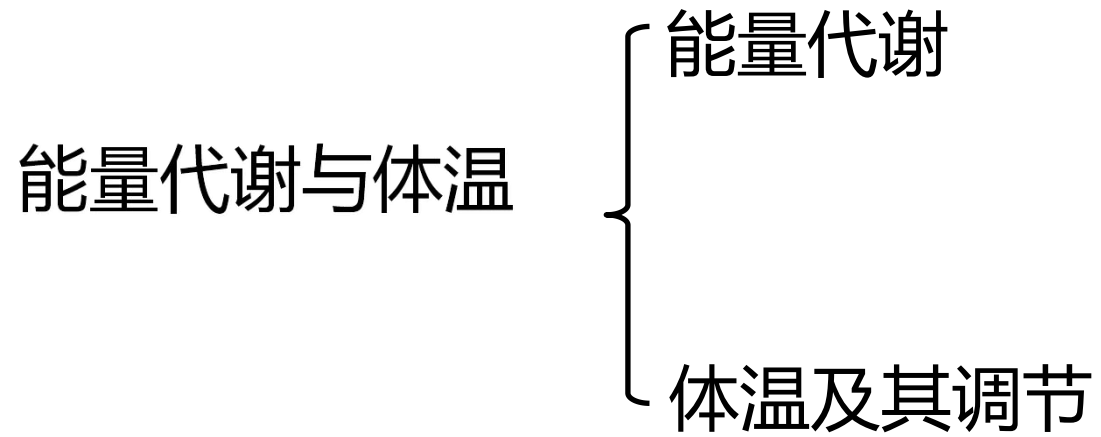
总结提升

本章重点:

- 1.胃液的成分及其作用, 相应的调节
- 2.小肠液的成分及作用, 促进和抑制分泌的因素
- 3.营养物质的吸收

第七章-能量代谢与体温

本章架构



第一节 能量代谢

能量代谢

一、能量的来源与利用

二、能量代谢的影响因素

三、基础代谢

第一节 能量代谢

能量代谢

一、能量的来源与利用

来源：食物中三大营养物质分子结构中蕴藏的化学能

直接形式：ATP

三大营养物质

糖类：人体能量的 50% ~ 70% 由糖类氧化分解提供

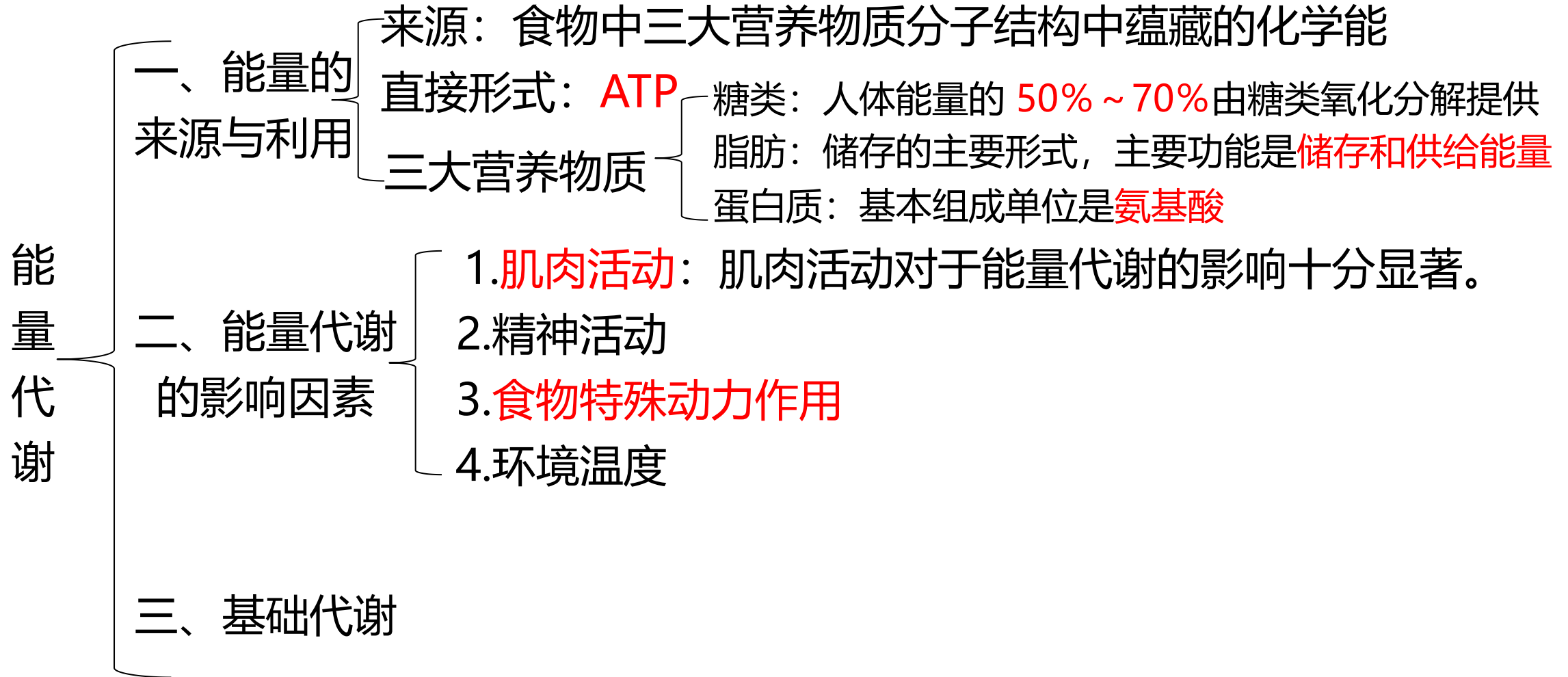
脂肪：储存的主要形式，主要功能是储存和供给能量

蛋白质：基本组成单位是氨基酸

二、能量代谢的影响因素

三、基础代谢

第一节 能量代谢



第一节 能量代谢

二、影响能量代谢的因素

3.食物特殊动力作用：人在进食后的一段时间内，即使在安静状态下，也会出现能量代谢率增高的现象，一般从**进食后1小时左右开始，延续7~8小时**。进食能刺激机体额外消耗能量的作用，称为食物特殊动力作用。在三种营养物质中，进食**蛋白质产生的特殊动力效应最为显著**，约为30%。

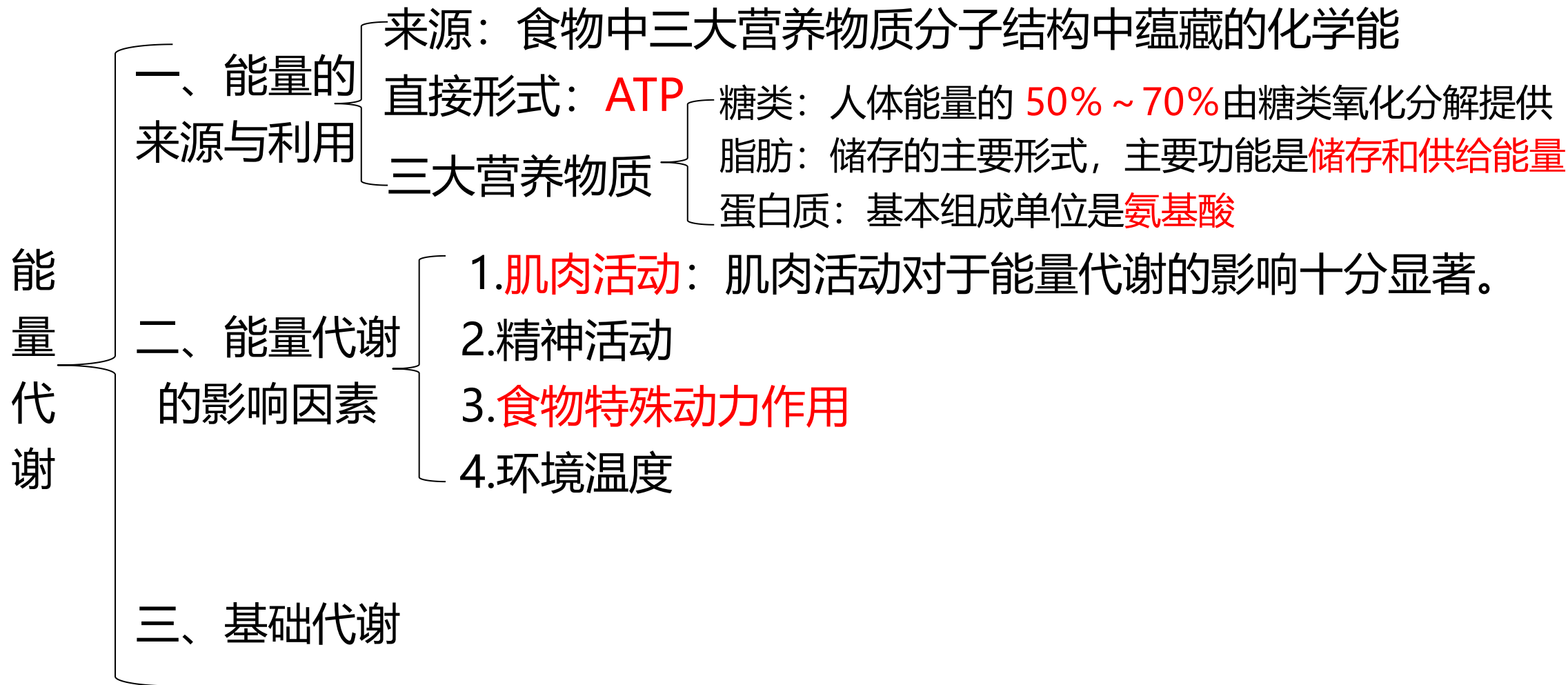
第一节 能量代谢

二、影响能量代谢的因素

3.食物特殊动力作用：人在进食后的一段时间内，即使在安静状态下，也会出现能量代谢率增高的现象，一般从**进食后1小时左右开始，延续7~8小时**。进食能刺激机体额外消耗能量的作用，称为食物特殊动力作用。在三种营养物质中，进食**蛋白质产生的特殊动力效应最为显著**，约为30%。

4.环境温度：当人处于安静状态下，环境温度在20~30℃时，裸体或只穿薄衣，其能量代谢较为稳定，这主要是由于此时骨骼肌保持在比较松弛的状态。当环境温度**低于20℃**时，代谢率**开始**增加；在**10℃以下**时，则**显著**增加。

第一节 能量代谢



第一节 能量代谢

三、基础代谢

1.基础代谢

基础代谢是指基础状态下的能量代谢。

所谓**基础状态**，是指人体处在清醒、安静、不受肌肉活动、精神紧张、食物及环境温度等因素影响时的状态。

第一节 能量代谢

三、基础代谢

1.基础代谢

基础代谢是指基础状态下的能量代谢。

所谓**基础状态**，是指人体处在清醒、安静、不受肌肉活动、精神紧张、食物及环境温度等因素影响时的状态。

2.基础代谢率

①基础代谢率则是指在基础状态下单位时间内的能量代谢。

②基础代谢率测定条件：在测定基础代谢率时受试者应在**清醒状态，静卧，无肌紧张，至少2小时以上无剧烈运动，无精神紧张，餐后12~14小时，室温保持在20~25℃**的条件下进行。

第一节 能量代谢

三、基础代谢

 基础代谢率测定在临床常用于检测甲状腺功能状态

1.基础代谢

基础代谢是指基础状态下的能量代谢。

所谓**基础状态**，是指人体处在清醒、安静、不受肌肉活动、精神紧张、食物及环境温度等因素影响时的状态。

2.基础代谢率

①基础代谢率则是指在基础状态下单位时间内的能量代谢。

②基础代谢率测定条件：在测定基础代谢率时受试者应在**清醒**状态，**静卧**，**无肌紧张**，至少**2小时以上无剧烈运动**，**无精神紧张**，**餐后 12~14 小时**，室温保持在 **20~25℃**的条件下进行。

第二节 体温及其调节

一、体温

生理学中所说的体温是指**机体核心部分的平均温度**。

(二) 体温的生理性波动

在正常情况下，体温可因一些内在因素而发生波动，但波动幅度**一般不超过 1°C**。

第二节 体温及其调节

一、体温

(二) 体温的生理性波动

在正常情况下，体温可因一些内在因素而发生波动，但波动幅度**一般不超过 1°C**。

| 影响因素 | 体温变化 |
|------|-----------------------|
| 时间 | 昼夜节律清晨2~6时最低，午后1~6时最高 |
| 性别 | 女高于男，女性排卵日体温最低 |
| 年龄 | 婴幼儿不稳定、儿童高于成人、成人高于老人 |
| 肌肉活动 | 剧烈运动体温波动可大于1°C |

第二节 体温及其调节

二、机体的产热反应与散热反应

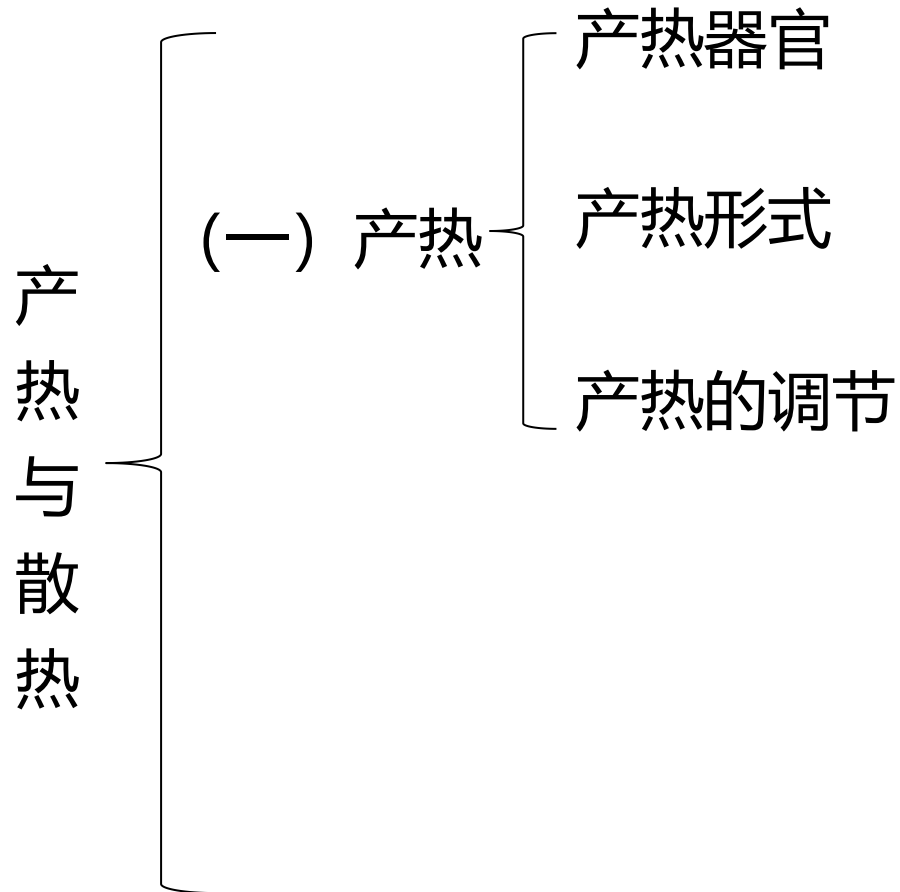
产热与散热

(一) 产热

(二) 散热

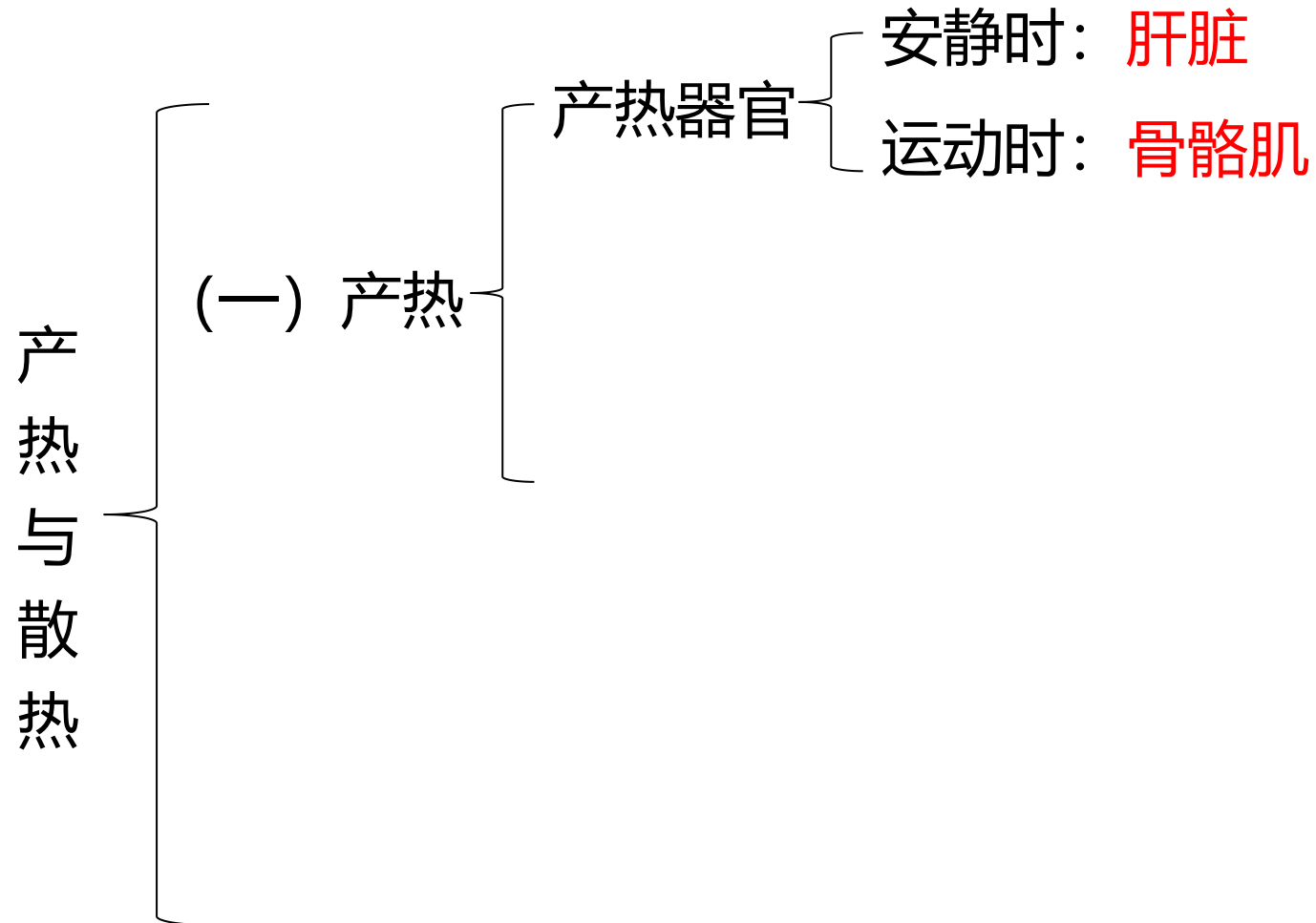
第二节 体温及其调节

二、机体的产热反应与散热反应



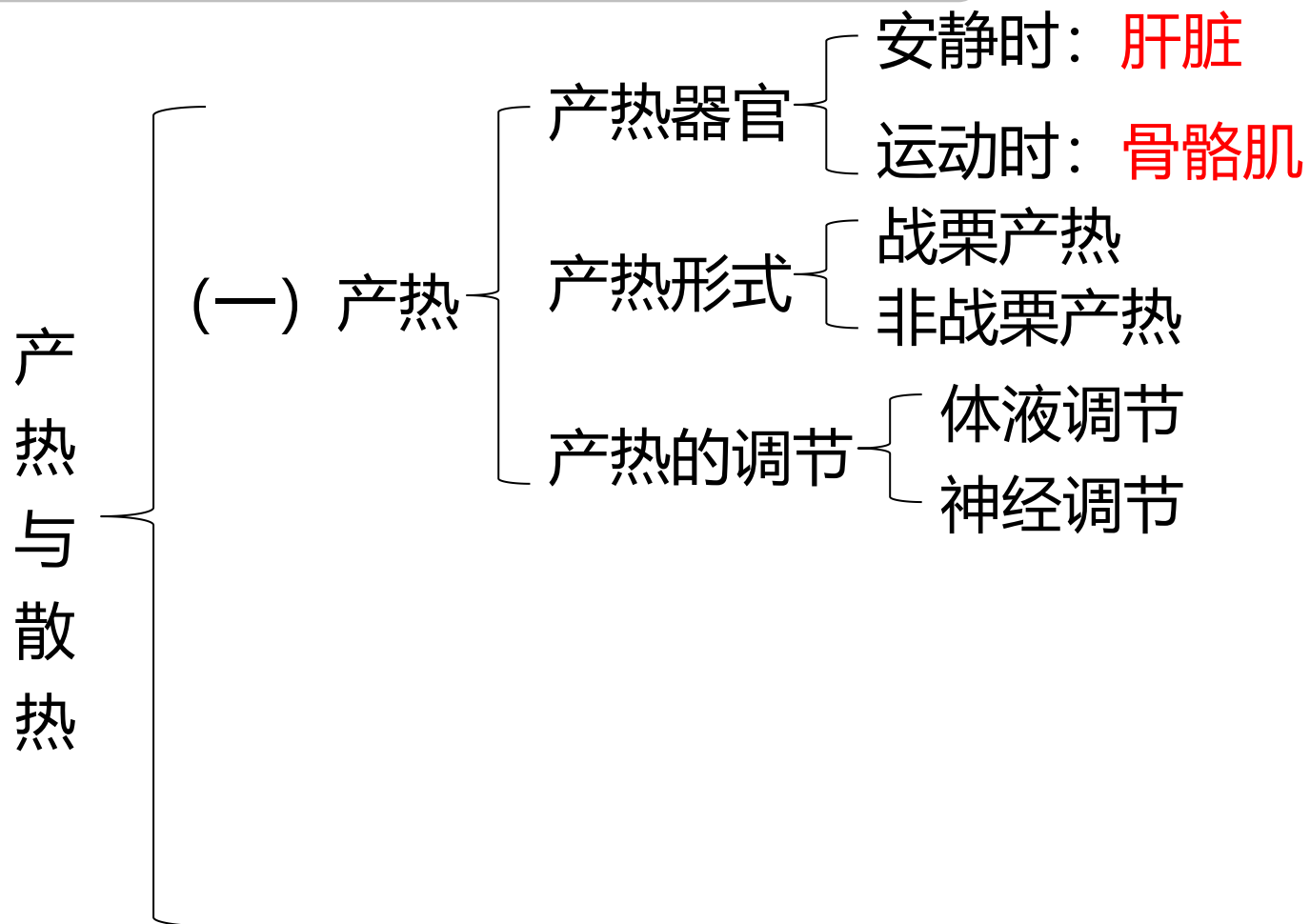
第二节 体温及其调节

二、机体的产热反应与散热反应



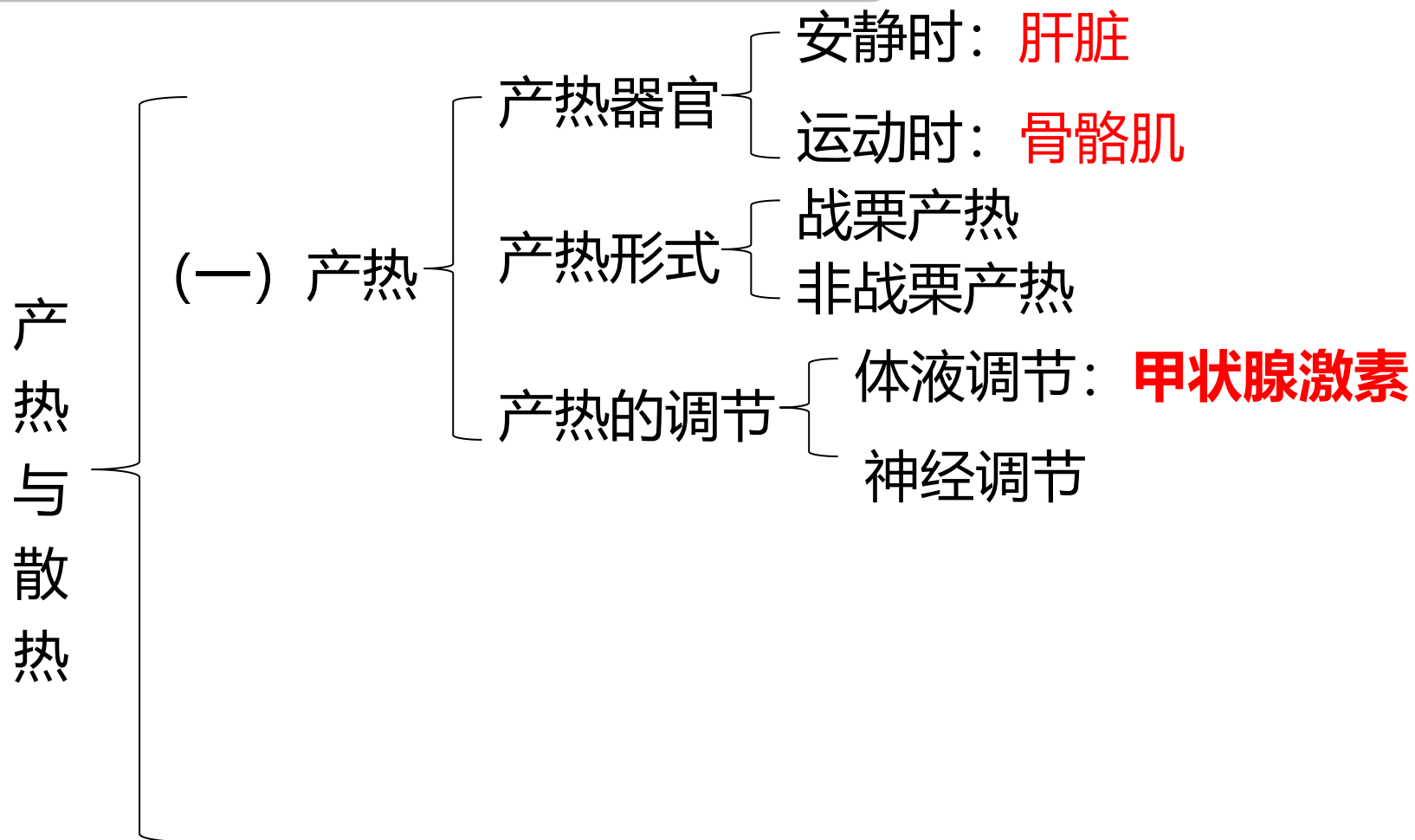
第二节 体温及其调节

二、机体的产热反应与散热反应



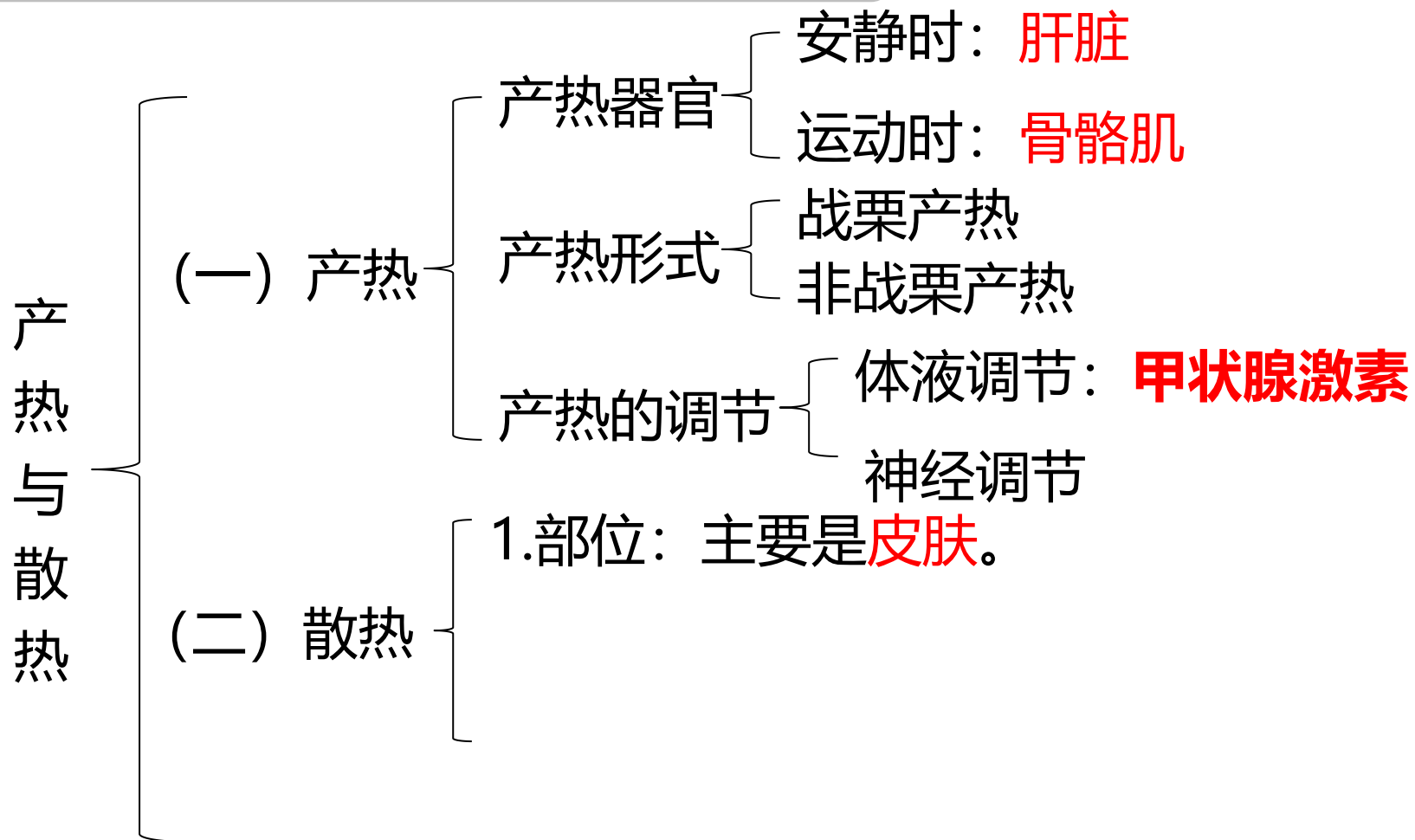
第二节 体温及其调节

二、机体的产热反应与散热反应



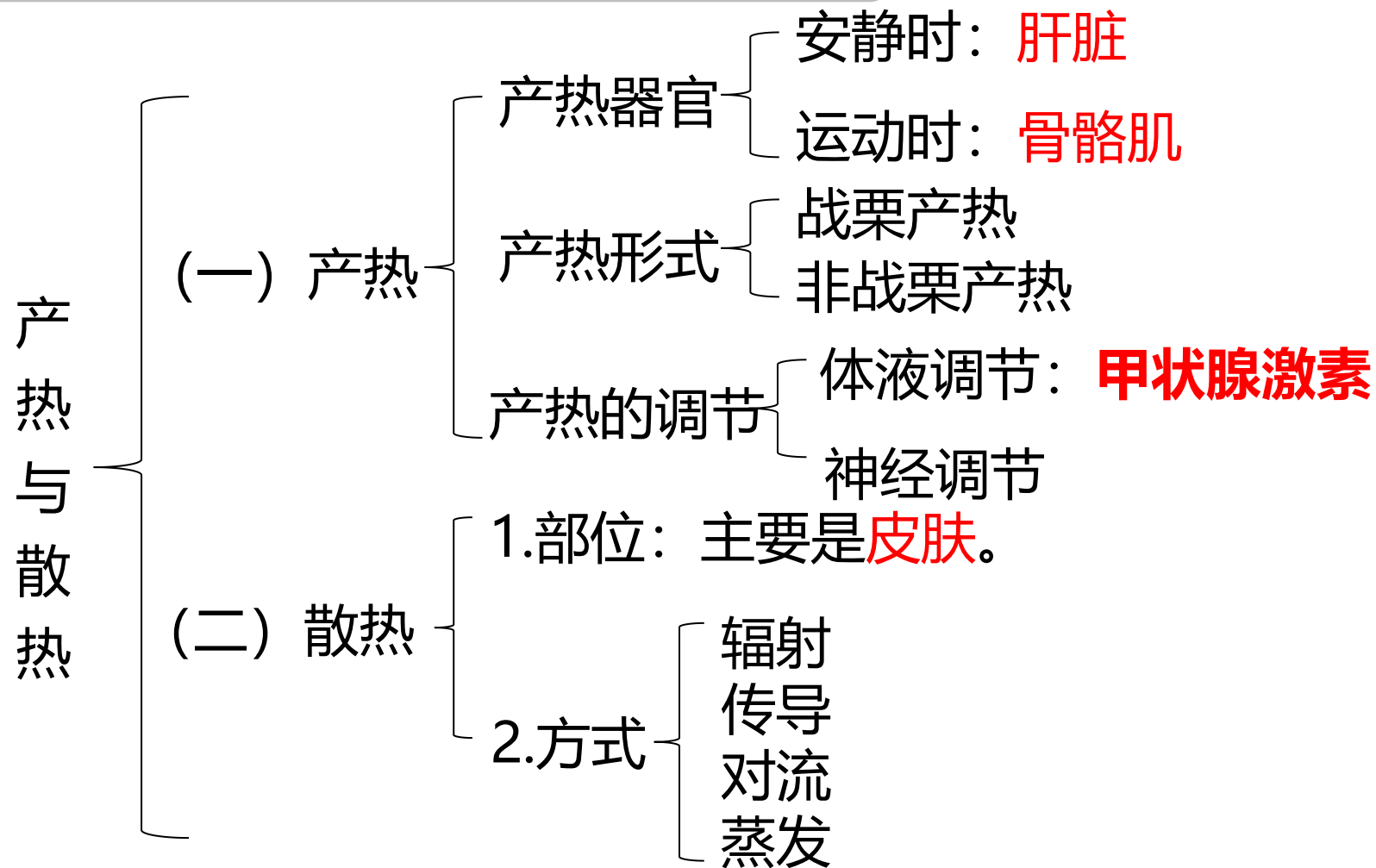
第二节 体温及其调节

二、机体的产热反应与散热反应



第二节 体温及其调节

二、机体的产热反应与散热反应



第二节 体温及其调节

2.散热的方式

| 散热方式 | 定义（例子） | 散热条件 |
|------|-------------------------------------|----------------------------------|
| 辐射散热 | 机体通过热射线的形式，将体热传给外界较冷物质的一种散热方式（空调降温） | 皮温 > 环境温度 |
| 传导散热 | 机体的热量直接传给与之接触的温度较低物体的一种散热方式（冰袋冰帽降温） | 皮温 > 环境温度 |
| 对流散热 | 通过气体流动而实现热量交换的一种散热方式（电风扇降温，穿棉衣御寒） | 皮温 > 环境温度 |
| 蒸发散热 | 水分从体表汽化时吸收热量而散发体热的一种方式（酒精擦拭） | 皮温 > 环境温度：不感蒸发 皮温 ≤ 环境温度：可感蒸发 |

第二节 体温及其调节

二、机体的产热反应与散热反应

产热与散热

(一) 产热

产热器官

安静时：**肝脏**

运动时：**骨骼肌**

产热形式

战栗产热

非战栗产热

产热的调节

体液调节：**甲状腺激素**

神经调节

(二) 散热

1. 部位：主要是**皮肤**。

2. 方式

辐射：**主要方式**，取决于**皮肤与环境的温度差**

传导：利用**冰袋、冰帽**给高热降温；棉毛织物保暖

对流：**特殊的传导**散热形式

蒸发：**环境温度 \geq 皮肤温度**的唯一有效散热

三、体温调节

体温调节中枢：调节体温的基本中枢位于下丘脑。

随堂练习

1. (单选) 影响能量代谢的最主要因素是:
- A. 肌肉活动
 - B. 精神活动
 - C. 食物的特殊动力作用
 - D. 环境温度
 - E. 体温变化

随堂练习

1. (单选) 影响能量代谢的最主要因素是:

A.肌肉活动

B.精神活动

C.食物的特殊动力作用

D.环境温度

E.体温变化



总结提升

本章重点:

1. 体温的波动影响
2. 产热及散热
3. 体温调节中枢

第八章-尿的生成和排出

本章架构

尿的生成和排出

肾的功能解剖和肾血流量

肾小球的滤过功能

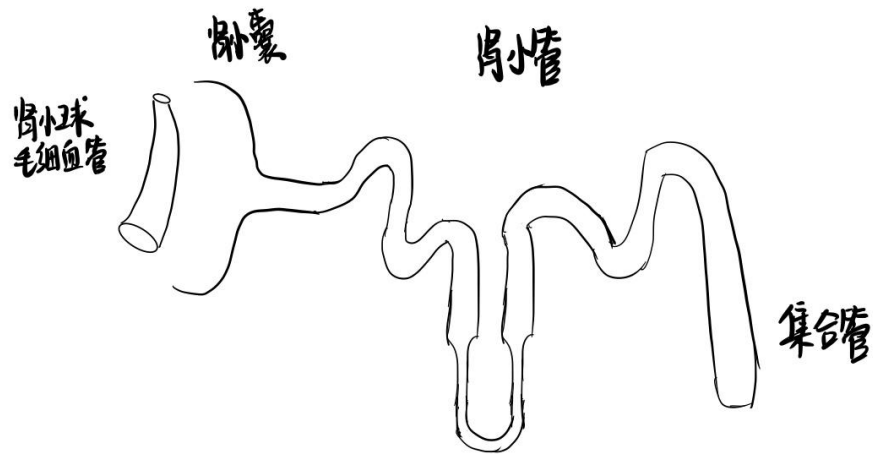
肾小管和集合管物质转运功能

尿生成的调节

第一节 肾的功能解剖和肾血流量

尿生成包括三个基本过程

1. 血浆在肾小球毛细血管处的滤过，形成超滤液；
2. 超滤液在流经肾小管和集合管的过程中被选择性**重吸收**；
3. 肾小管和集合管的**分泌**，最后形成终尿。

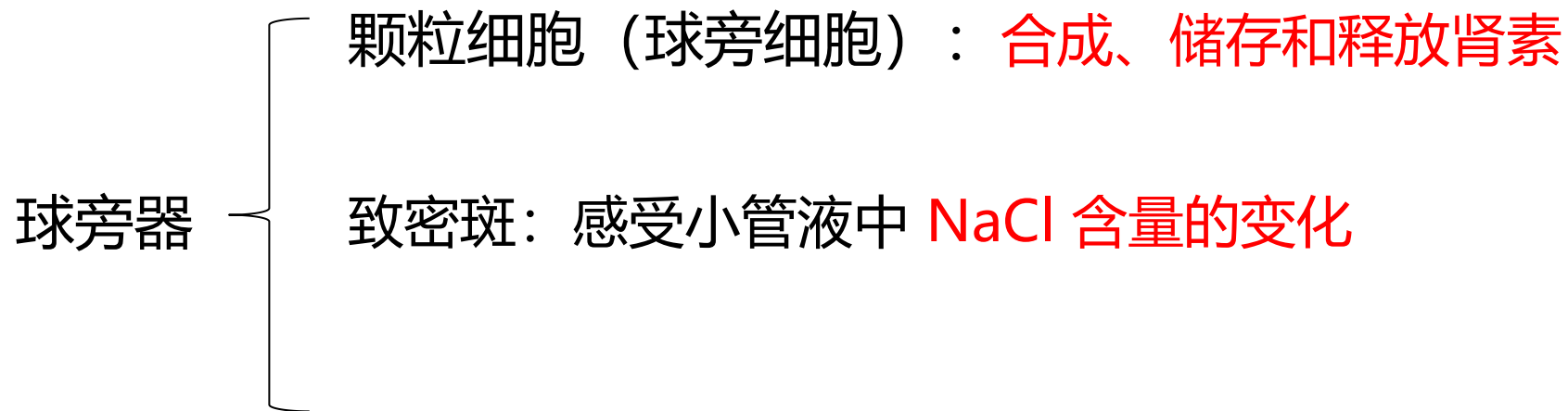


肾单位是尿生成**基本功能单位**，它与集合管共同完成尿生成过程。

第一节 肾的功能解剖和肾血流量

一、肾的功能解剖

(二) 球旁器



第一节 肾的功能解剖和肾血流量

二、肾血流量的调节

1. 肾血流量的自身调节：在安静时，当肾动脉灌注压在某一范围内（70~180mmHg）变动时，肾血流量却基本保持不变。

第一节 肾的功能解剖和肾血流量

二、肾血流量的调节

2.肾血流量的神经和体液调节：

入球小动脉和出球小动脉的血管平滑肌受肾交感神经支配。安静时，肾交感神经的紧张性活动使血管平滑肌保持一定程度的收缩。

肾交感神经兴奋时，可引起肾血管强烈收缩，肾血流量减少。

体液因素中，去甲肾上腺素、肾上腺素、血管升压素、血管紧张素II和内皮素等，均可引起血管收缩，使肾血流量减少。

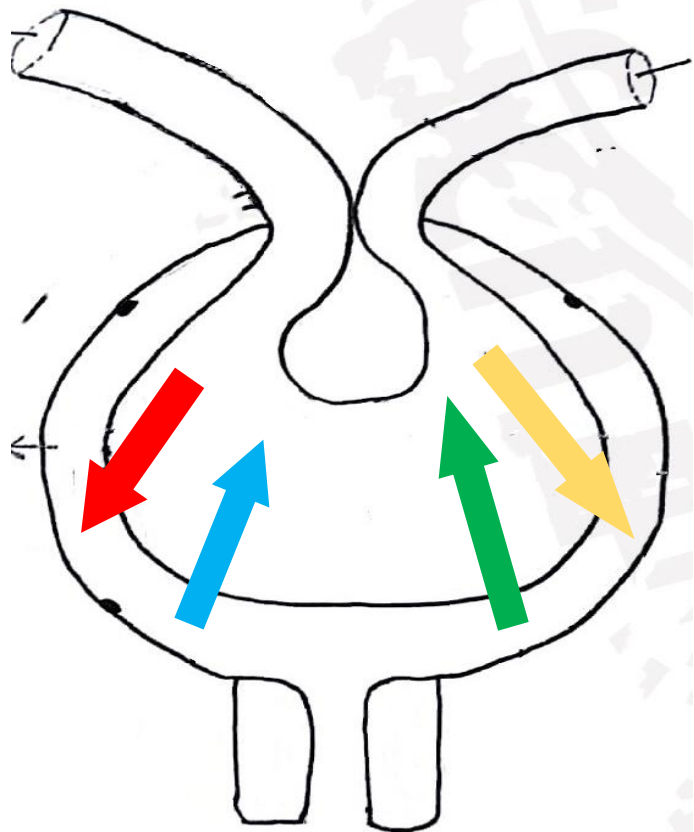
第二节 肾小球的滤过功能

血液流经肾小球毛细血管网的滤过是一种超滤过，也称超滤，即血浆中**除蛋白质外**，几乎血浆中所有成分均能被滤过进入肾小囊腔，因此这种滤过液称为超滤液，也称原尿。超滤液的生成，是尿生成的第一步。

肾小球滤过率（GFR）：单位时间内（**每分钟**）**两肾生成的超滤液量**

第二节 肾小球的滤过功能

一、有效滤过压



有效滤过压

=

+肾小球毛细血管血
压

+囊内液胶体渗透
压

-血浆胶体渗透压

-肾小囊内压

第二节 肾小球的滤过功能

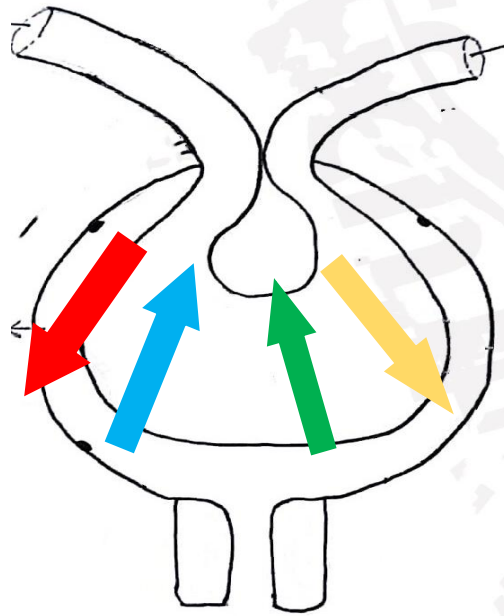
一、有效滤过压

- 肾小球有效滤过压 = (肾小球毛细血管静水压 + 囊内液胶体渗透压)
- (血浆胶体渗透压 + 肾小囊内压)
(注：囊内液胶体渗透压接近于 0mmHg)

影响肾小球滤过的因素★★

1.有效滤过压

| 影响因素 | 相关特点 |
|----------------------------|---|
| 肾小球 毛细血管 管血压/ 静水压 | 当动脉血压在70~180mmHg范围内变动时，肾小球毛细血管血压和肾血流量通过自身调节保持稳定，GFR基本不变 |
| 肾小囊 内压 | 肾盂或输尿管结石引起的输尿管阻塞，可使肾小囊内压升高，使GFR减少 |



影响肾小球滤过的因素★★

1.有效滤过压

| 影响因素 | 相关特点 |
|-----------------|---|
| 血浆 胶体 渗透压 | <p>①稀释：静脉快速输入大量生理盐水；</p> <p>②生成少：肝功能严重受损；</p> <p>③丢失：因肾毛细血管通透性增大。</p> <p>均可导致血浆蛋白减少，使血浆胶体渗透压降低，有效滤过压升高，GFR随之增加。</p> |

影响肾小球滤过的因素★★

2.肾血浆流量

如肾血浆流量增大，肾小球滤过率增加。

3.滤过系数

滤过系数，单位时间内通过滤过膜的滤液量。

4.滤过膜面积和通透性

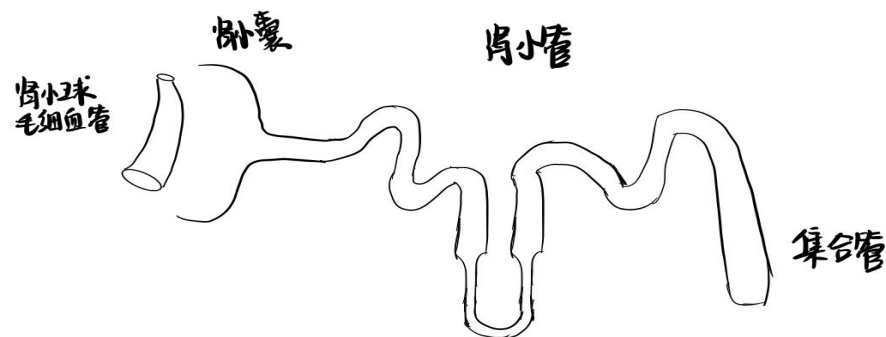


第三节 肾小管和集 合管的物质 转运功能

肾小管和集合管的物质转运功能★★

肾小管和集合管中各种物质的重吸收与分泌

1. Na^+ 、 Cl^- 和水重吸收
2. HCO_3^- 的重吸收与 H^+ 的分泌
3. K^+ 分泌
4. 葡萄糖和氨基酸的重吸收



重要结论：

重吸收主要部位在近端小管

一、肾小管和集合管的物质转运功能★★

肾小管和集合管中各种物质的重吸收与分泌

1. Na^+ 、 Cl^- 和水重吸收

肾小管和集合管对 Na^+ 的重吸收率不同， Na^+ 中约 99% 被肾小管和集合管重吸收。小管液中约 65% ~ 70% 的 Na^+ 、 Cl^- 和水在近端小管被重吸收，约 20% 的 NaCl 和约 15% 的水在髓袢被重吸收，约 12% 的 Na^+ 和 Cl^- 和不等量的水则在远曲小管和集合管被重吸收。

一、肾小管和集合管的物质转运功能★★

肾小管和集合管中各种物质的重吸收与分泌

1. Na^+ 、 Cl^- 和水重吸收

(2) 髓袢：髓袢降支细段的钠泵活性很低，对 Na^+ 也不易通透，但对水通透性较高。

(3) 远端小管和集合管：此处对 Na^+ 、 Cl^- 和水的重吸收可根据机体水、盐平衡的状况进行调节。 Na^+ 的重吸收主要受醛固酮的调节，水的重吸收则主要受血管升压素的调节。

一、肾小管和集合管的物质转运功能★★

肾小管和集合管中各种物质的重吸收与分泌

4. 葡萄糖和氨基酸的重吸收

肾小囊超滤液中的葡萄糖浓度与血浆相等，但正常情况下，尿中几乎不含葡萄糖，表明葡萄糖全部被重吸收。

近端小管对葡萄糖的重吸收是有一定限度的。当血糖浓度达 180mg/100ml 血液时，有一部分肾小管对葡萄糖的吸收已达极限，尿中开始出现葡萄糖，此时的血浆葡萄糖浓度称为肾糖阈。

第三节 肾小管和集合管的物质转运功能

总结

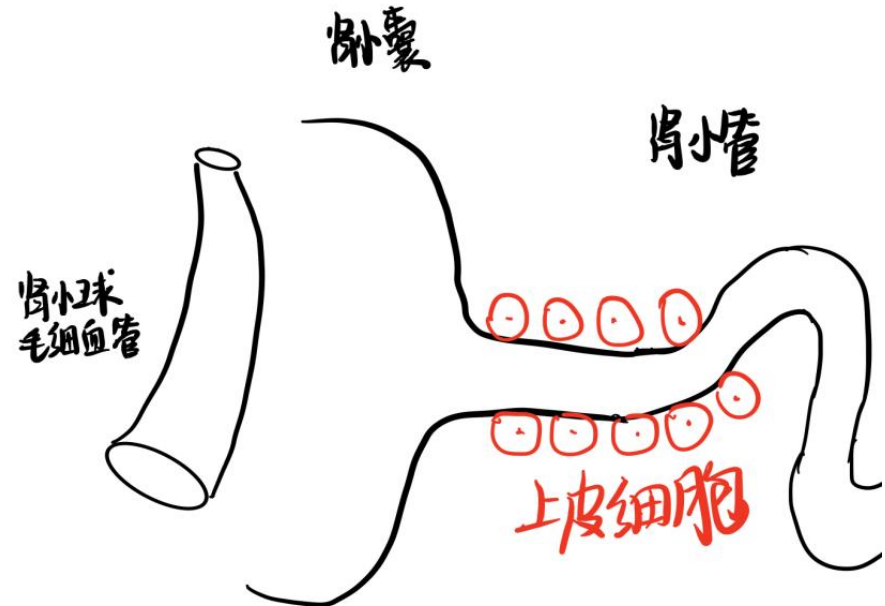
| 物质 | 位置 | 特点 |
|-------------------------------------|-----------------------|---|
| Na ⁺ 、Cl ⁻ 、水 | 近端小管 | 在近端小管，滤液中约70%的Na ⁺ 、Cl ⁻ 与水被重吸收 |
| | 髓袢 远端小管和集合管 | 升支粗段是NaCl在髓袢重吸收的主要部位，为主动重吸收 Na⁺与K⁺的转运则主要受醛固酮调节，水的重吸收主要受抗利尿激素调节 |
| HCO ₃ ⁻ | 近端小管 | 滤液中的HCO ₃ ⁻ 约80%在近端小管重吸收， 主要以CO₂扩散的形式进行 ，所以其重吸收优先于Cl ⁻ 的重吸收。 |
| | 髓袢 | 髓袢对HCO ₃ ⁻ 的重吸收主要发生在升支粗段 |
| 葡萄糖 氨基酸 | 近端小管 | 100%的葡萄糖和氨基酸在近端小管被重吸收 ，达极限时， 最开始出现尿糖 ，此时的 血糖浓度称为肾糖阈 |

二、影响肾小管和集合管重吸收与分泌的因素

1.小管液中溶质的浓度

小管液中溶质的含量高，则渗透压也高，因而妨碍肾小管特别是近端小管对水的重吸收，导致尿量增多，NaCl排出增多。这种因小管液中溶质增多而引起的利尿利钠现象，称为**渗透性利尿**。

如：**糖尿病病人多尿、甘露醇利尿**。



第四节 尿生成的调节

一、神经调节

肾交感神经兴奋时主要释放去甲肾上腺素。

二、体液调节

(一) 血管升压素：水利尿

(二) 循环血量

体液调节★★

1.血管升压素

血管升压素也称**抗利尿激素**，血管升压素的释放受多重因素的调节和影响，其中最重要的是体液渗透压和循环血量。

(1) 体液渗透压：细胞外液渗透浓度的改变是调节血管升压素分泌最重要的因素。

体液调节★★

1.血管升压素

(1) 体液渗透压:

①大量出汗、严重呕吐或腹泻 → 机体失水多于溶质, 血浆晶体渗透压 \uparrow → 血管升压素 (ADH) \uparrow → 水的重吸收 \uparrow → 尿量 \downarrow → 尿液浓缩。

②大量饮清水 → 体液被稀释, 血浆晶体渗透压 \downarrow → 血管升压素 (ADH) \downarrow → 水重吸收 \downarrow → 尿量 \uparrow → 尿液被稀释。

体液调节★★

1.血管升压素

若饮用生理盐水，则排尿量不会出现饮清水后的尿量显著增加的变化。

饮用大量清水引起尿量增多的现象，称为**水利尿**。

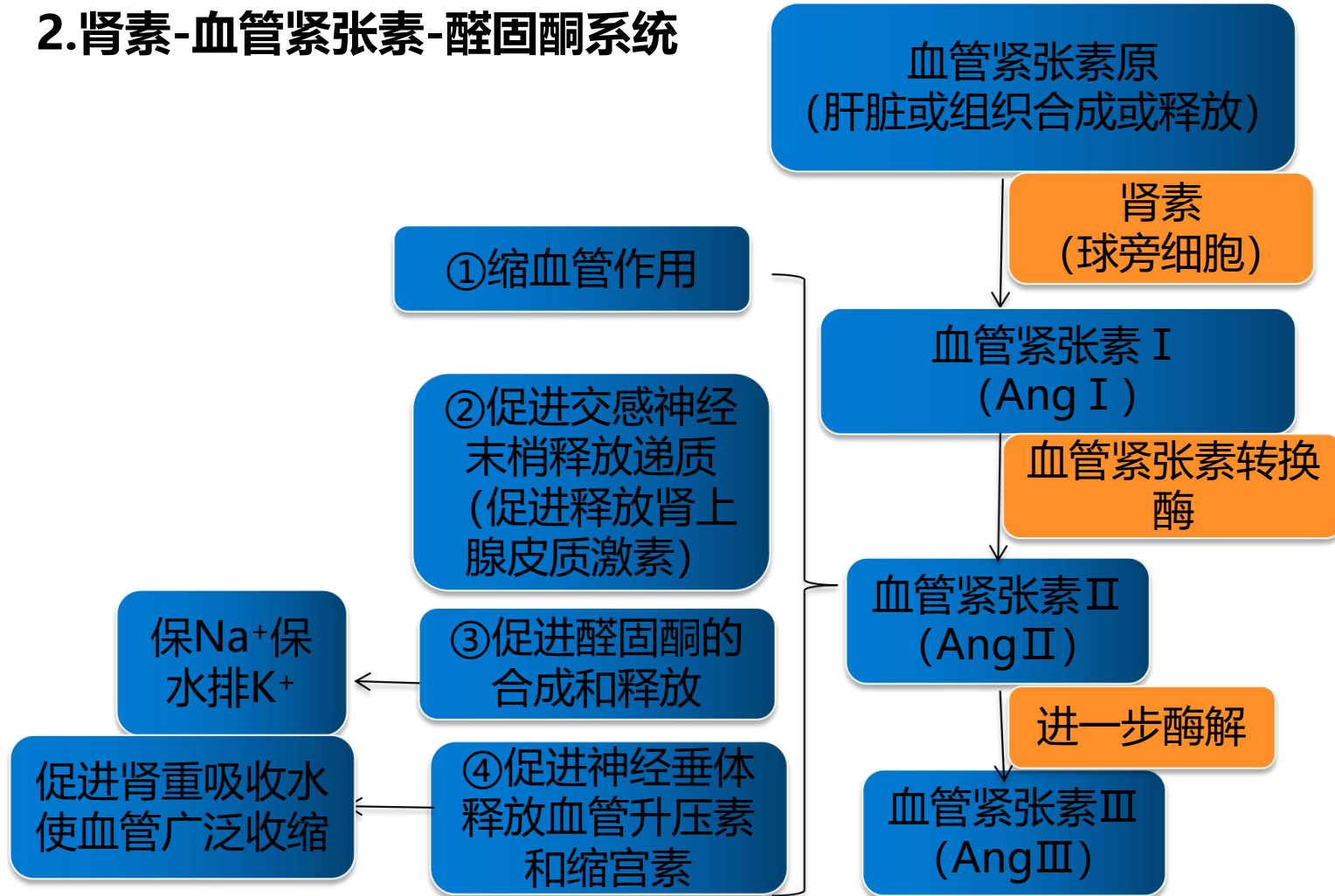
体液调节★★

(2) 循环血量:

当**循环血量减少**时，静脉回心血量减少，对心肺感受器的刺激减弱，经迷走神经传入至下丘脑的冲动减少，对血管升压素释放的抑制作用减弱或取消，故**血管升压素释放增加**；反之，当循环血量增多时，静脉回心血量增加，可刺激心肺感受器，抑制血管升压素释放。

体液调节★★

2. 肾素-血管紧张素-醛固酮系统



第四节 尿生成的调节

2. 醛固酮的功能:

醛固酮主要作用于肾远曲小管和集合管的上皮细胞, 增加 K^+ 的排泄和增加 Na^+ 、水的重吸收。(保钠保水排钾)

3. 心房钠尿肽

心房钠尿肽是由心房肌细胞合成并释放的肽类激素, 心房钠尿肽的主要作用是使血管平滑肌舒张和促进肾脏排 Na^+ 、排水。



总结提升

本章重点：

- 1.尿液的生成过程。
- 2.肾小球的滤过及影响因素
- 3.肾小管的重吸收及影响因素
- 4.肾素-血管紧张素-醛固酮系统对尿液的影响

第九章 - 神经系统的功能

第一节 神经系统功能活动基本原理

一、神经元和神经胶质细胞

神经系统内主要含神经细胞和神经胶质细胞两类细胞。神经细胞又称**神经元**，是一种高度分化的细胞。

1.神经元的结构和功能：具有突起，突起可分为**树突**和**轴突**两类。

第一节 神经系统功能活动基本原理

一、神经元和神经胶质细胞

(一) 神经元

2. 神经纤维及其功能:

(1) 神经纤维的兴奋传导: 神经纤维的主要功能是**传导兴奋**。在神经纤维上传导着的兴奋或动作电位称为神经冲动, 简称冲动。

(2) 神经纤维的兴奋传导

①**完整性**; ②**绝缘性**; ③**双向性**④**相对不疲劳性**

神经纤维传导兴奋的特征:



①完整性

神经纤维只有在其结构和功能上都完整时才能传导兴奋。



②绝缘性

一根神经干内含有许多神经纤维，但神经纤维传导兴奋时基本上互不干扰。



③双向性

人为刺激神经纤维上任何一点，只要刺激足够强，引起的兴奋可沿纤维向两端传播。



④相对不疲劳性

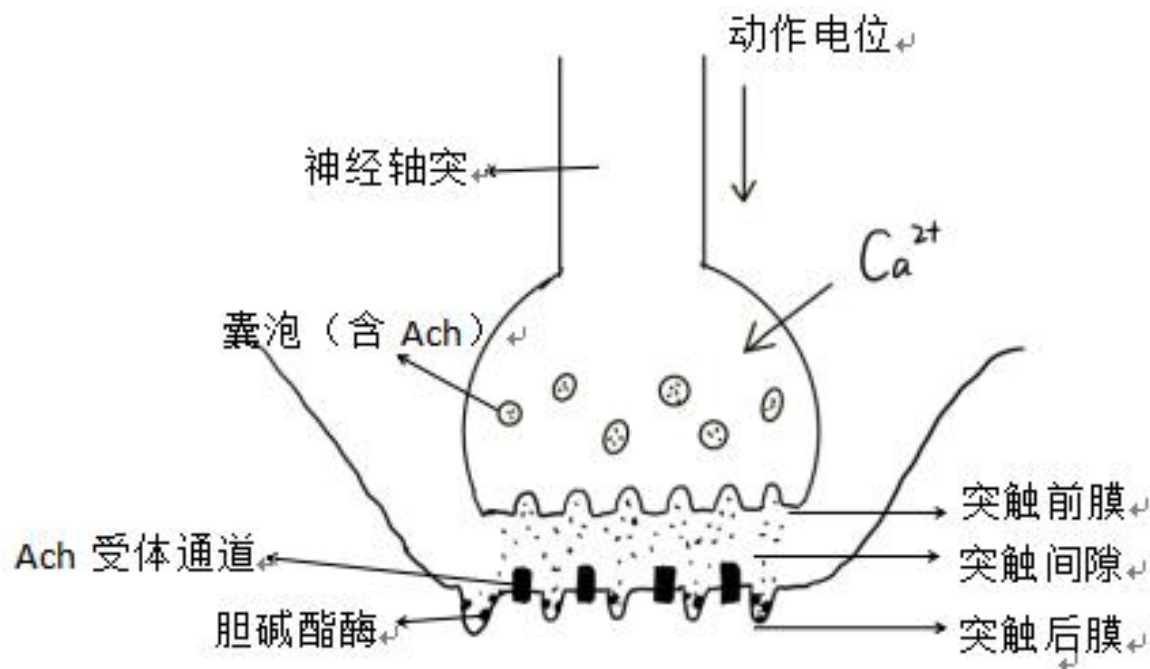
连续电刺激神经数小时至十几小时，神经纤维始终保持其传导兴奋的能力，表现为不易发生疲劳；而突触传递则容易疲劳，可能与递质耗竭有关。

第一节 神经系统功能活动基本原理

二、突触传递

突触传递

- 电突触传递
- 化学性突触传递



第一节 神经系统功能活动基本原理

二、突触传递

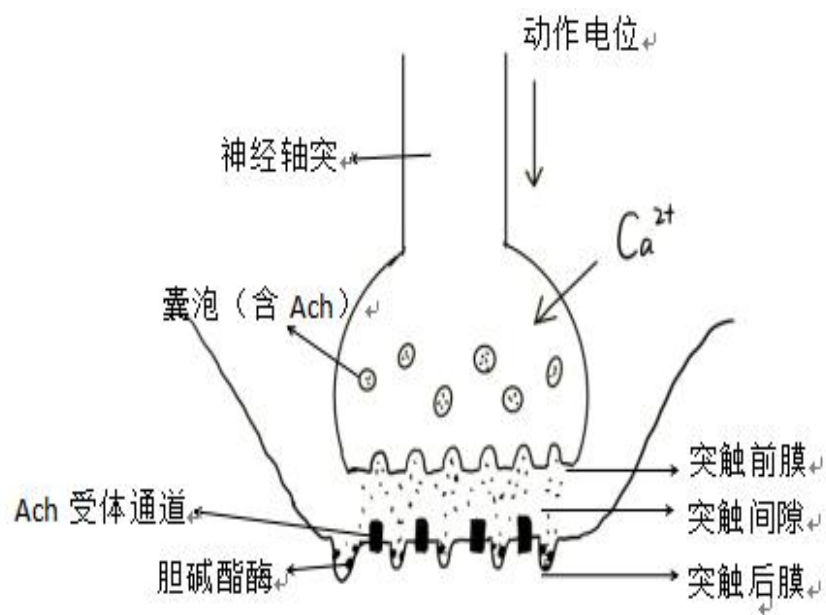
(一) 电突触传递

电突触传递的结构基础是缝隙连接，电突触传递具有双向性、低电阻性和快速性等特点。

(二) 化学性突触传递

(1) 兴奋性突触后电位：局部去极化，其产生主要是 **Na⁺内流**。

(2) 抑制性突触后电位：局部超极化，其产生主要是 **Cl⁻内流**。



第一节 神经系统功能活动基本原理

三、反射活动的基本规律

(一) 反射的分类

| | 非条件 | 条件 |
|------|---------------------------|-------------------|
| 定义 | 指生来就有、数量有限、比较固定和形式低级的反射活动 | 指通过后天学习和训练而形成的反射 |
| 反射中枢 | 低位中枢 | 高位中枢 |
| 反射数量 | 少 | 无数 |
| 举例 | 防御反射、食物反射 性反射、吸吮反射 | 巴甫洛夫实验 |
| 形成时间 | 先天形成 | 后天习得 |
| 生理意义 | 对个体和种族的生存具有重要意义 | 使机体更能准确的适应内外环境的变化 |

第一节 神经系统功能活动基本原理

三、反射活动的基本规律

(二、) 中枢兴奋传播特征

1. 单向传播
2. 中枢延搁
3. 兴奋的总和
4. 兴奋节律的改变
5. 后发放与反馈
6. 对内环境变化敏感和易疲劳

第一节 神经系统功能活动基本原理

神经纤维的兴奋传导与中枢兴奋传播的区别

| 类型 | 神经纤维的兴奋传导 | 中枢兴奋传播 |
|----|--|--|
| 特征 | <ul style="list-style-type: none">①完整性②绝缘性③双向性④相对不疲劳性 | <ul style="list-style-type: none">①单向传播②中枢延搁③兴奋的总和④对内环境变化敏感和易疲劳 |

第二节 神经系统功能的感覺功能

一、軀体和內脏感覺

軀体感覺 { 浅感覺：触-压覺、溫度覺和痛覺
深感覺：位置覺和运动覺

第二节 神经系统功能的感覺功能

一、軀体和內脏感覺

(一) 感覺传入通路

| | 特异投射系统 | 非特异投射系统 |
|------|--|---------------------------------------|
| 投射区域 | 投向大脑皮层的特定区域 (点对点) | ① 投射到大脑皮层的广泛区域 (弥散性) ② 接受脑干网状结构的纤维 |
| 作用 | 引起 特定感觉 ，激发大脑皮层发出传出冲动。 是非特异投射系统 传入冲动的来源 | 维持和改变大脑皮层兴奋状态 。构成上行唤醒作用。 |

第二节 神经系统功能的感觉功能

一、躯体和内脏感觉

(二) 躯体和内脏感觉

(1) 内脏痛：内脏痛具有以下特点：

①**定位不准确**，这是内脏痛最主要的特点；

②**发生缓慢**，持续时间较长，即主要表现为慢痛，常呈渐进性增强，但有时也可迅速转为剧烈疼痛；

③**中空内脏器官**（如胃、肠、胆囊和胆管等）壁上的感受器对扩张性刺激和牵拉性刺激十分敏感，而对切割、烧灼等通常易引起皮肤痛的刺激却不敏感；

④**特别能引起不愉快的情绪活动**

牵涉痛，是指由某些内脏疾病引起的远隔体表部位发生疼痛或痛觉过敏的现象。

第二节 神经系统功能的感觉功能

二、视觉

(一) 眼的调节

2.瞳孔对光反射：是指瞳孔在强光照射时缩小而在光线变弱时散大的反射。

瞳孔对光反射的效应是双侧性的，光照一侧眼的视网膜时，双侧眼的瞳孔均缩小，故又称**互感性对光反射**。

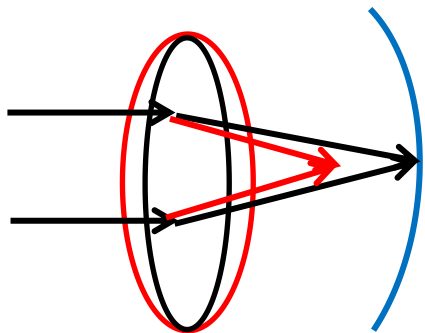
第二节 神经系统功能的视觉功能

二、视觉

(一) 眼的调节

3. 眼的折光异常

(1) 近视：近视的发生是由于远处物体发出的平行光线被聚焦在视网膜的前方，因而在视网膜上形成模糊的图像。近视眼可用凹透镜加以矫正。



第二节 神经系统功能的视觉功能

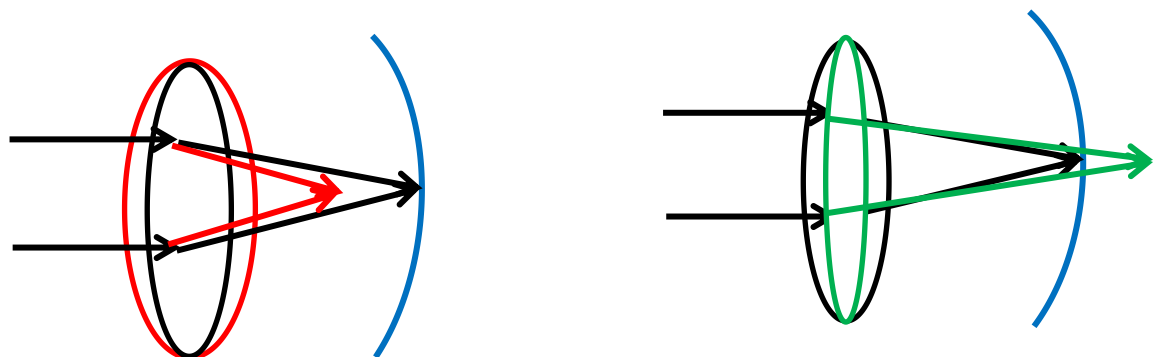
二、视觉

(一) 眼的调节

3. 眼的折光异常

(1) 近视：近视的发生是由于远处物体发出的平行光线被聚焦在视网膜的前方，因而在视网膜上形成模糊的图像。近视眼可用凹透镜加以矫正。

(2) 远视：远视的发生是由于来自远物的平行光线聚焦在视网膜的后方，因而不能清晰地成像于视网膜上。远视眼可用凸透镜加以矫正。



第二节 神经系统功能的视觉功能

二、视觉

(一) 眼的调节

3. 眼的折光异常

(1) 近视：眼球前后径过长或折光系统折光能力过强，使远处物体发出的平行光线被聚焦在**视网膜的前方**，因而在视网膜上形成模糊的图像。可用**凹透镜**矫正。

(2) 远视：眼球前后径过长或折光系统折光能力过弱，使远物的平行光线聚焦在**视网膜的后方**，因而不能清晰地成像于视网膜上。远视眼可用**凸透镜**矫正。

(3) 散光：散光主要是由于角膜表面不同经线上的曲率不等所致。**散光可用柱面镜加以矫正。**

第二节 神经系统功能的视觉功能

二、视觉

(二) 眼的感光换能功能

“日追夜赶”

1. 视网膜中的感光换能系统

| 感光系统 | | 特点 |
|------|-----|---------------------------|
| 视杆系统 | 暗视觉 | 对光的敏感度较高、感受弱光刺激、无变色能力。 |
| 视锥系统 | 明视觉 | 对光的敏感性较低，感受强光刺激、可变色、分辨率高； |

视紫红质光化学反应

视杆细胞中感光色素称为视紫红质，在光照下视紫红质迅速分解为视蛋白和视黄醛，在暗处又合成，视紫红质由维生素A合成，如果维生素A缺乏，将影响人在暗处的视力，而引起夜盲症。

感光细胞属于神经组织，人和哺乳动物视网膜中有视杆细胞和视锥细胞两种感光细胞。

第三节 神经系统对躯体运动的调控

一、脊髓对躯体运动的调控作用

脊髓是躯体运动调控的初级中枢。

(一) 脊髓休克

1.当人和动物的脊髓在与高位中枢离断后，反射活动能力暂时丧失而进入无反应状态的现象称为脊髓休克，简称脊休克。

脊休克主要表现为横断面以下的脊髓所支配的躯体与内脏反射均减退以致消失，如骨骼肌紧张降低，甚至消失，外周血管扩张，血压下降，发汗反射消失，粪、尿潴留。

第三节 神经系统对躯体运动的调控

一、脊髓对躯体运动的调控作用

(二) 脊髓对姿势反射的调节

1. 牵张反射的类型

| | 腱反射 | 肌紧张 |
|------|-----------------------|---|
| 概念 | 快速 牵拉肌腱时发生牵张反射 | 缓慢 持续牵拉肌腱时发生的牵张反射 |
| 效果 | 受牵拉的肌肉同步收缩，产生明显动作 | 受牵拉的肌肉处于持续、轻度收缩状态，但不表现为明显的动作。 |
| 突触类型 | 单突触反射 | 多突触反射 |
| 特点 | 膝反射、跟腱反射 | 肌紧张是① 维持身体姿势最基本反射活动 ， ② 也是随意运动基础 |

第三节 神经系统对躯体运动的调控

一、脊髓对躯体运动的调控作用

(二) 脊髓对姿势反射的调节

2.去大脑僵直现象：在麻醉动物，于中脑上、下丘之间**切断脑干**，当麻醉药作用过去后，动物即表现为四肢伸直，坚硬如柱，头尾昂起，脊柱挺硬，呈角弓反张状态，这一现象称为去大脑僵直。

第四节 神经系统对内脏活动、本能行为和情绪的调节

一、自主神经系统

调控内脏功能活动--内脏神经系统

| | 交感神经兴奋 | 副交感神经兴奋 |
|----|--|------------------------------------|
| 循环 | 心率增快，心缩力增强 不重要脏器血管收缩（内脏、皮肤、唾液腺） 骨骼肌血管舒张（交感节后释放胆碱与M受体结合） | 心率减慢，心缩力减弱 软脑膜、外生殖器等血管舒张 |
| 呼吸 | 支气管平滑肌舒张 | 支气管平滑肌收缩，黏液分泌增加 |
| 消化 | 分泌粘稠唾液胃肠蠕动和胆囊活动减弱，括约肌收缩 | 括约肌舒张 |
| 泌尿 | 逼尿肌舒张，括约肌收缩 | 逼尿肌收缩，括约肌舒张 |
| 眼 | 瞳孔扩大 | 瞳孔缩小，泪腺分泌增加 |
| 皮肤 | 竖毛肌收缩，汗腺分泌 | —— |
| 代谢 | 血糖升高（糖原分解增加，胰岛素分泌减少） | 血糖降低（胰岛素分泌增加） |

第四节 神经系统对内脏活动、本能行为和情绪的调节

二、中枢对内脏活动的调节

（一）脊髓对内脏活动的调节

脊髓是内脏反射活动的**初级中枢**，基本的血管张力反射、发汗反射、排尿反射、排便反射、阴茎勃起反射等可在脊髓水平完成。

（二）低位脑干对内脏活动的调节

许多基本生命现象（如循环、呼吸等）的反射调节在延髓水平已初步完成，因此延髓有**“生命中枢”**之称。

（三）下丘脑对内脏活动的调节

有**体温调节**、水平衡调节、本能行为（摄食、饮水和性行为）和情绪调节、内分泌活动调节以及生物节律控制等作用。

补充对比

脊髓——低级中枢

延髓——呼吸中枢、生命中枢

大脑——高级中枢

中脑——瞳孔对光反射中枢

下丘脑——体温调节中枢



总结提升

本章重点:

1. 条件反射和非条件反射例子
2. 内脏痛的特点
3. 腱反射和肌紧张
4. 小脑的功能
5. 生命中枢: 延髓

第十章-内分泌

第一节 内分泌与激素

一、内分泌

| | 结构 | 物质 | 作用 | 例子 |
|-----|-----|-----|------|-----------|
| 内分泌 | 无导管 | 激素 | 功能调节 | 胰岛素、胰高血糖素 |
| 外分泌 | 有导管 | 消化液 | 物质代谢 | 胰液 |

激素，是由**内分泌腺或器官**组织的内分泌细胞所合成与分泌，以**体液**为媒介，在细胞之间递送调节信息的高效能生物活性物质。

(二) 内分泌系统 激素对机体整体功能的调节作用大致可归纳为以下几个方面：

- ①维持机体稳态。
- ②调节新陈代谢。
- ③促进生长发育。
- ④调节生殖过程。

第一节 内分泌与激素

二、激素的化学性质

(一) 胺类激素

如肾上腺髓质激素和甲状腺激素。

(二) 肽和蛋白质激素

下丘脑、垂体、甲状旁腺、胰岛、胃肠道等部位分泌的激素大多属于此类。

(三) 脂类激素

脂类激素指以脂质为原料合成的激素，主要为类固醇激素和脂肪酸衍生的生物活性甘烷酸类物质。

类固醇激素：这类激素6个家族的典型代表是孕酮、醛固酮、皮质醇、睾酮、雌二醇和胆钙化醇。其中，前五种激素由肾上腺皮质或性腺合成与分泌。

第一节 内分泌与激素

三、激素作用的一般特征

(一) 特异作用

激素释放进入血液，被运输到全身各个部位，虽然它们与各处组织细胞有广泛接触，但**只选择地作用于**某些器官、组织和细胞，称之为激素特异作用。

(二) 信使作用

激素能在细胞与细胞之间进行**信息传递**，但激素既不能添加成分，也不能提供能量，只能影响体内原有的生理生化过程，仅起“信使”作用。

(三) 高效作用

激素与受体结合后，在细胞内发生一系列**酶促**放大作用，**逐级放大**，形成一个效能极高的生物放大系统。

(四) 相互作用：协同作用、拮抗作用、**允许作用**

第一节 内分泌与激素

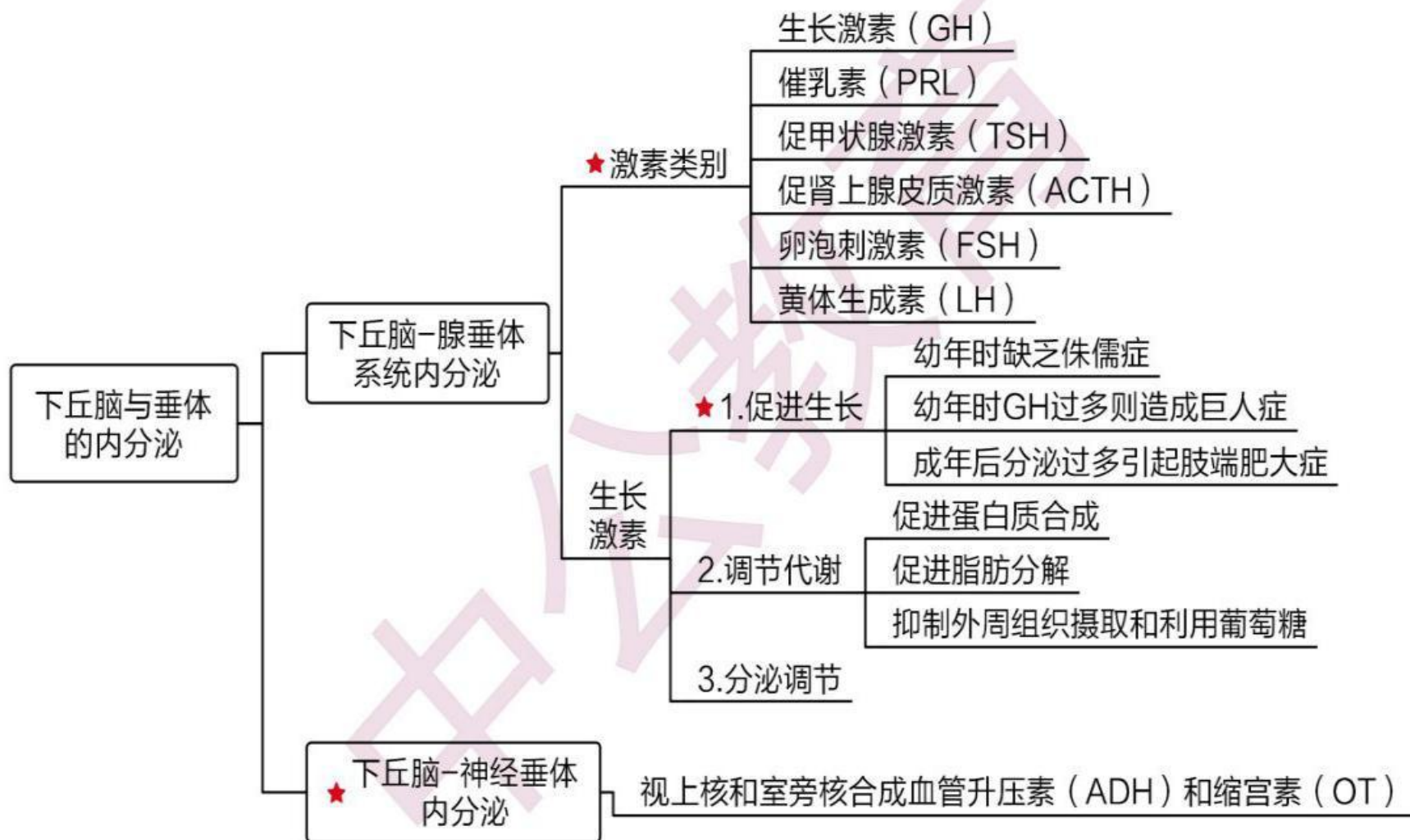
三、激素作用的一般特征

(四) 相互作用

多种激素联合作用时所产生的倍增效应，表现为协同作用，即大于各激素单独作用所产生效应的总和。

- 1.协同作用：生长激素、糖皮质激素、肾上腺素与胰高血糖素等具有协同的升高血糖效应。
- 2.拮抗作用：胰岛素与生糖激素的作用相反，通过多种途径降低血糖。
- 3.允许作用：糖皮质激素本身对心肌和血管平滑肌并无直接增强收缩作用，但只有在它存在时儿茶酚胺类激素才能充分发挥调节心血管活动的作用。

第二节 下丘脑-垂体内分泌



第二节 下丘脑-垂体内分泌

下丘脑与垂体在结构与功能上密切联系，形成下丘脑-垂体功能单位，包括下丘脑-腺垂体系统和下丘脑-神经垂体系统两部分。

| 垂体 | | 激素 |
|------|-----|--|
| 腺垂体 | 远侧部 | 直接作用于靶组织或细胞： 生长激素 （GH）和 催乳素 （PRL） |
| | 中间部 | 垂体促激素： |
| | 结节部 | 促甲状腺激素 （TSH）、 促肾上腺皮质激素 （ACTH）、 卵泡刺激素 （FSH）和 黄体生成素 （LH） |
| 神经垂体 | 神经部 | 储存和释放 抗利尿激素 和 催产素 (下丘脑视上核和室旁核分泌) |
| | 漏斗部 | |

第二节 下丘脑-垂体内分泌

一、下丘脑-腺垂体系统内分泌

(一) 腺垂体激素

1. 生长激素:

生物作用: **GH 的主要作用是促进生长, 故也称躯体刺激素。**

(1) 促进生长:

临床上可见, 幼年期 GH 分泌不足, 患儿生长缓慢, 身材矮小, 称为**侏儒症**; 相反, 幼年期 GH 分泌过多则可患**巨人症**。成年后, 如果 GH 分泌过多表现为**肢端肥大症**。

(2) 调节代谢

一、下丘脑-腺垂体系系统内分泌

(一) 腺垂体激素

1.生长激素:

GH 的主要作用是促进生长，故也称躯体刺激素。

(2) 调节代谢 (糖、蛋白质、脂肪) :

①促进蛋白质合成，抑制分解。

②升高血糖：多→垂体性糖尿。

③促进脂肪分解：抑制脂肪细胞分化，减少三酰甘油的积蓄；促进脂肪分解，增强脂肪酸氧化，提供能量，特别是肢体的脂肪量减少。

第二节 下丘脑-垂体内分泌

二、下丘脑-神经系统内分泌

1. 激素：血管升压素（VP）和缩宫素（OT）
2. 合成部位：下丘脑的视上核和室旁核等处。
3. 储存部位：储存于神经垂体，机体需要时由此释放入血。

第二节 下丘脑-垂体内分泌

二、下丘脑-神经系统内分泌

(一) 血管升压素的作用与分泌的调节

1.生物作用：**血管升压素 (VP) 也称抗利尿激素 (ADH)**。VP 生理水平的**升高可促进肾重吸收水，浓缩尿并减少尿量**。在机体脱水和失血等情况下，VP 的释放量明显增加，可使血管广泛收缩，特别是内脏血管。

2.分泌调节：VP 的分泌主要受血浆晶体渗透压、循环血量和血压变化的调节，以**血浆晶体渗透压**改变的调节作用最强且最早。

第三节 甲状腺内分泌

甲状腺是人体最大的内分泌腺，甲状腺激素（TH）由滤泡上皮细胞合成，甲状腺是唯一将激素大量储存在细胞外的内分泌腺。甲状腺滤泡旁细胞能合成和分泌降钙素（CT）。CT主要参与血钙-磷与骨代谢间平衡的调节。

甲状腺相关激素★★

2.甲状腺激素生物作用

| | | |
|----|--------------|---|
| 代谢 | 新陈代谢 产热效应 | 甲亢患者基础代谢率显著升高，体温偏高，烦热多汗； 甲减者则相反 |
| | 糖代谢 | 能加速肠黏膜吸收葡萄糖、外周组织利用糖以及糖原的合成与分解，因而可提高糖代谢速率 |
| | 蛋白质 代谢 | 生理剂量 可促进蛋白质合成，促进DNA转录过程和mRNA形成，促使结构蛋白质和（或）功能 分泌过多 可加速蛋白质分解 |
| | 脂肪代谢 | 促进脂肪的合成与分解，加速脂肪代谢速率 |

甲状腺相关激素★★

2.甲状腺激素生物作用

| | |
|------|---|
| 生长发育 | 对脑和长骨的发育尤为重要 甲减人群：儿童，智力迟钝身材矮小称呆小症，成人主要是黏液性水肿 |
| 神经系统 | 提高兴奋性 |

第四节 钙调节相关激素

| 激素 | 部位 | 作用 |
|--------|----------|----------------------|
| 甲状旁腺激素 | 甲状旁腺主细胞 | 升钙降磷 |
| 钙三醇 | | (活性的维生素D) 升高血钙和血磷 |
| 降钙素 | 甲状腺滤泡旁细胞 | 降低血钙和血磷 |

第五节 胰岛内分泌



第五节 胰岛内分泌

胰岛内分泌细胞按形态学特征及分泌的激素分类至少有五种细胞：

- ① α (A) 细胞：分泌胰高血糖素，约占胰岛细胞总数的 25%
- ② β (B) 细胞：分泌胰岛素，占 60% ~ 70%
- ③ δ (D) 细胞：分泌生长抑素，约占 10%
- ④ D1 (H) 细胞：分泌血管活性肠肽
- ⑤ F (PP) 细胞：分泌胰多肽

第五节 胰岛内分泌

一、胰岛素

血糖水平是调节胰岛素分泌最重要因素，是**唯一**一个降血糖激素。

| 对象 | 作用 |
|--------|--|
| 糖代谢 | 与其他激素共同维持血糖稳态，通过增加血糖的去路及减少来源而 降低血糖 |
| 脂肪代谢 | 胰岛素可 促进脂肪的合成与储存 ， 抑制脂肪的分解和利用 ，降低血中脂肪酸的浓度 |
| 蛋白质代谢 | 胰岛素能 促进蛋白质合成和储存 ， 抑制蛋白质的分解 |
| 电解质代谢 | 促进 K^+ 、 Mg^{2+} 及磷酸盐进入细胞，参与细胞物质代谢活动 |
| 对生长的作用 | 与生长激素具有协同作用 |

第五节 胰岛内分泌

二、胰高血糖素

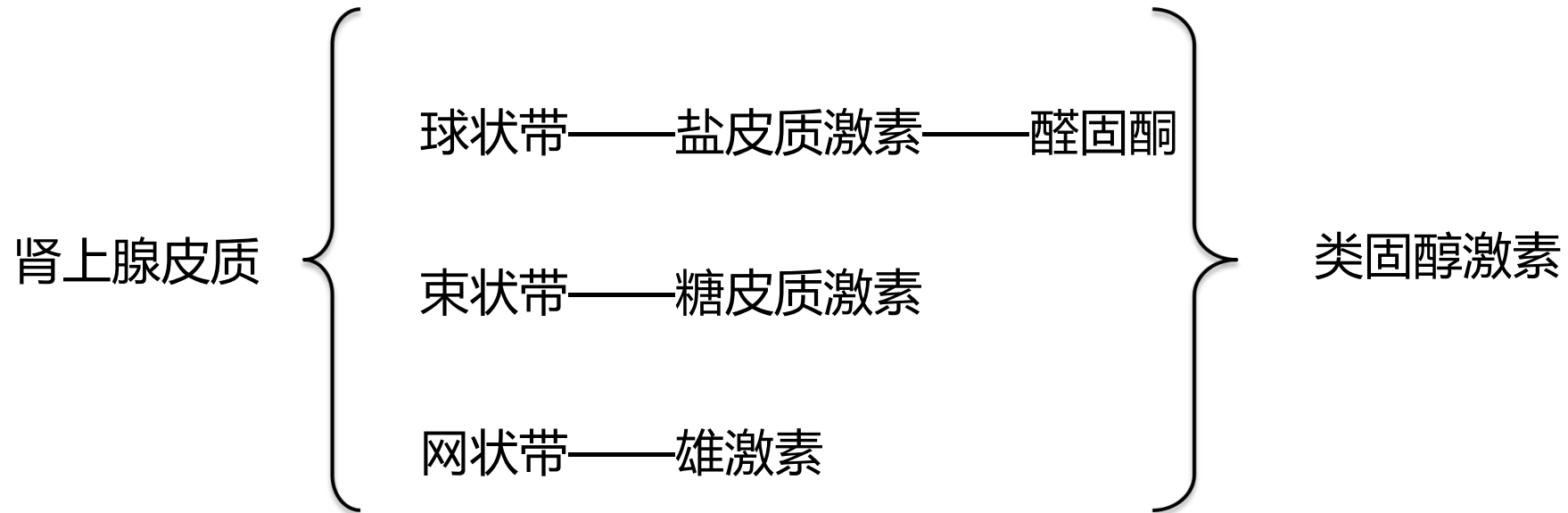
胰高血糖素是**胰岛 α 细胞**分泌的，促进物质分解代谢，动员体内能源物质的分解供能。**胰高血糖素的主要靶器官是肝。**

| 对象 | 作用 |
|---------|-----------------|
| 升高血糖 | 促进糖原分解促进氨基酸转化为糖 |
| 降低脂肪水平 | 促进脂肪分解 |
| 降低蛋白质水平 | 抑制蛋白质合成 |

第六节 肾上腺内分泌

一、肾上腺皮质激素

肾上腺皮质激素,包括盐皮质激素(MC)、糖皮质激素(GC)和性激素。
肾上腺皮质**由外向内**依次分为**球状带、束状带和网状带**。



第六节 肾上腺内分泌

一、肾上腺皮质激素

(一) 糖皮质激素

| | | |
|------|-------|----------------------------------|
| 物质代谢 | 糖代谢 | 促进糖异生，抑制组织利用葡萄糖和抗胰岛素作用，使血糖升高 |
| | 蛋白质代谢 | 促进肝外组织蛋白质分解，并抑制蛋白质合成 |
| | 脂肪代谢 | 促进脂肪分解 |
| 水盐代谢 | | 促进水排出 |
| 血细胞 | 增加 | 红细胞、血红蛋白、血小板和中性粒细胞 |
| | 减少 | 淋巴细胞、嗜碱性粒细胞和嗜酸性粒细胞 |
| 循环系统 | 允许作用 | 可增强血管平滑肌对儿茶酚胺的敏感性，利于提高血管的张力和维持血压 |
| 应激反应 | | 糖皮质激素升高 |
| 其他作用 | | 提高中枢神经系统的兴奋性；促进胃酸分泌和胃蛋白酶生成等 |
| 分泌调节 | | 其分泌呈现明显的日节律，觉醒起床时进入分泌高峰 |

第六节 肾上腺内分泌

一、肾上腺皮质激素

(二) 盐皮质激素

1.代表：醛固酮。

2.醛固酮的主要作用：促进肾远曲小管和集合管上皮细胞重吸收水、 Na^+ 和排泄 K^+ ，即保 Na^+ 、保水、排 K^+ 作用。

第六节 肾上腺内分泌

二、肾上腺髓质激素

血中的肾上腺素主要是来自肾上腺髓质；
去甲肾上腺素则来自肾上腺髓质和肾上腺素能神经纤维末梢。

第六节 肾上腺内分泌

二、肾上腺髓质激素

1. **调节物质代谢**：肾上腺素和去甲肾上腺素与各型肾上腺素能受体结合后调节新陈代谢的机制不同。

2. 参与应急反应

当机体遇到紧急情况时，如遭遇恐惧、愤怒、焦虑、搏斗、运动、低血糖、低血压、寒冷等刺激，肾上腺髓质激素分泌水平急剧升高，引起中枢神经系统兴奋性增强，心率加快，心输出量增加，血压升高，**全身血量重新分布，以确保心、脑与肌肉等器官的血流量增加**；呼吸加深加快；血糖升高，脂肪分解，葡萄糖、脂肪氧化增强，以满足机体在紧急情况下急增的能量需求。这种在紧急情况下发生的交感肾上腺髓质系统活动增强的适应性反应，称为应急反应。



总结提升

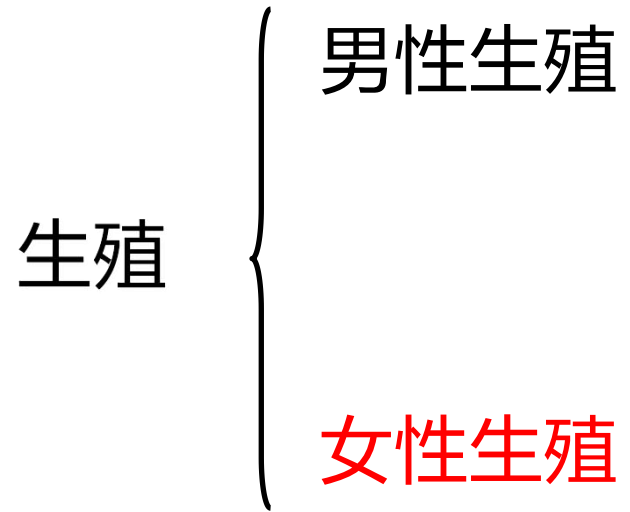
本章重点:

1. 甲状腺激素 (调节基础代谢、促进骨骼和脑的生长发育)
2. 调节钙磷代谢的相关激素
3. 糖皮质激素 (三大物质代谢、血细胞作用)
4. 胰岛 (胰岛素和胰高血糖素)

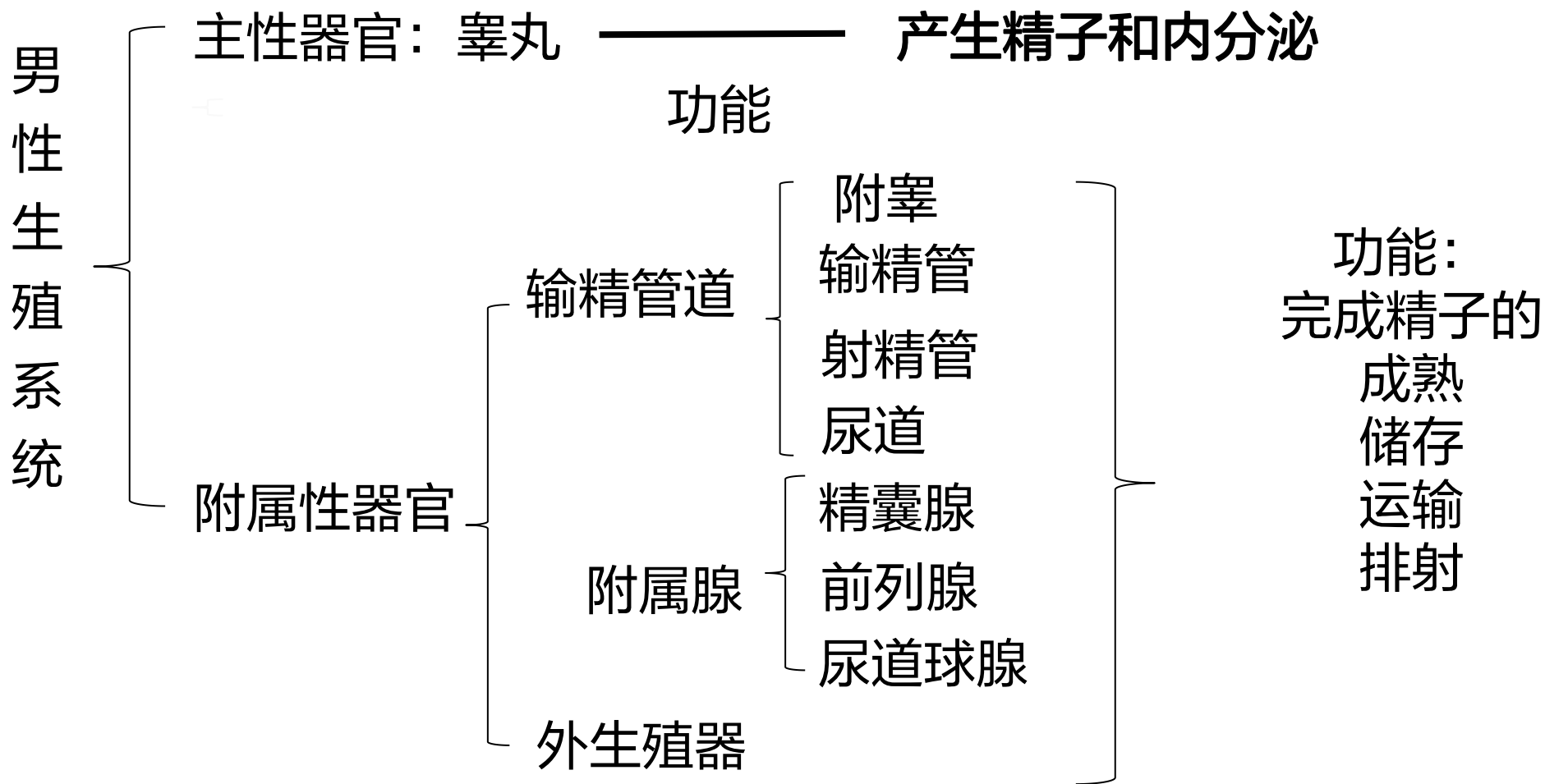
第十一章-生殖

—

本章架构



第一节 男性生殖功能与调节

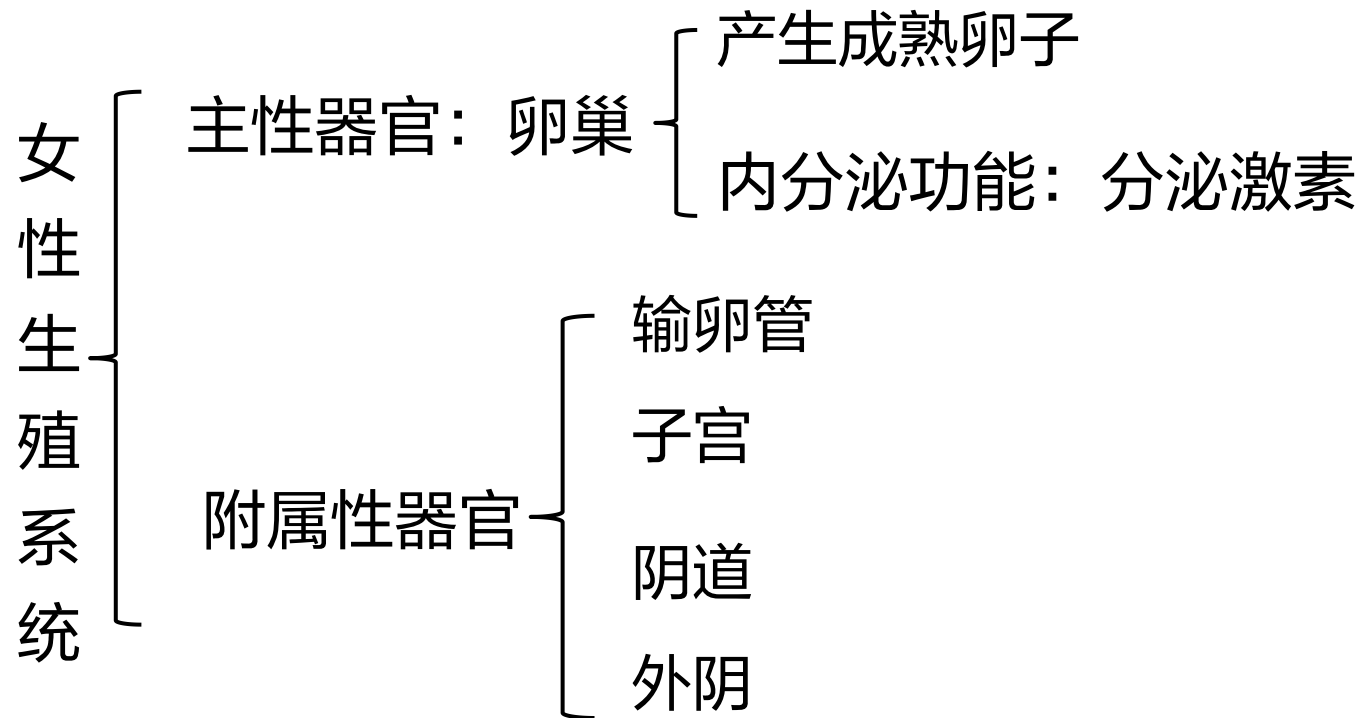


第一节 男性生殖功能与调节

睾丸的功能

| 部位 | 功能 | 其他 |
|------|----------|--|
| 曲细精管 | 生成精子 | <p>1.阴囊内的温度比腹腔内低2℃左右，较适合精子的生成和存活。</p> <p>2.支持细胞的作用</p> <p>①支持、保护和营养作用；②参与形成血-睾屏障；</p> <p>③分泌功能：分泌多种生物活性物质，如雄激素结合蛋白、抑制素等，雄激素结合蛋白（ABP）可与雄激素结合，有利于精子生成。</p> |
| 间质细胞 | 合成和分泌雄激素 | <p>睾酮的生理作用</p> <p>①对胚胎性分化的影响；②对附属性器官和第二性征的影响</p> <p>③对生精过程的影响；④对性行为和性欲的影响：</p> <p>⑤对代谢的影响</p> |

第二节 女性生殖功能与调节



第二节 女性生殖功能与调节

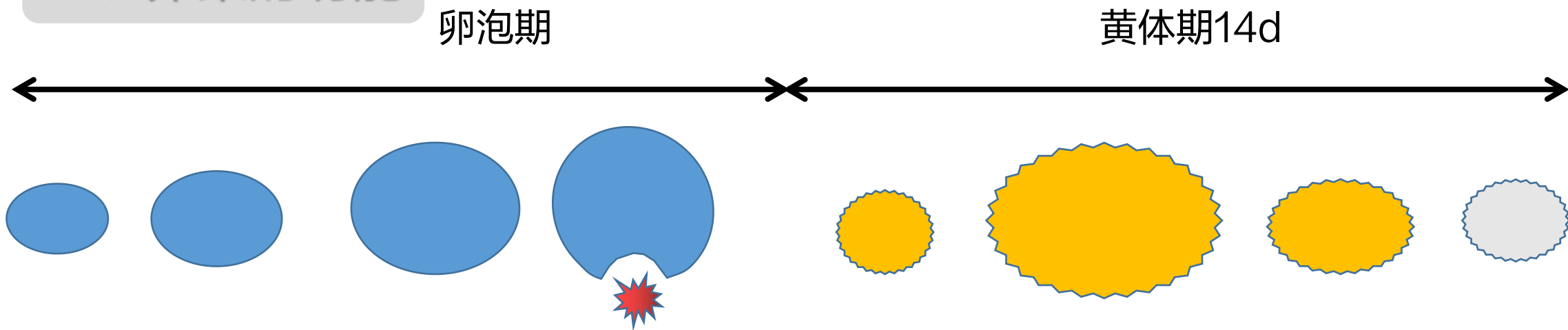
一、卵巢的功能

(一) 卵巢的生卵作用

卵巢的**生卵作用**是成熟女性最基本的生殖功能。卵泡是卵巢的基本功能单位，由卵母细胞和卵泡细胞组成。卵巢周期分三个阶段，即**卵泡期**、**排卵**和**黄体期**。

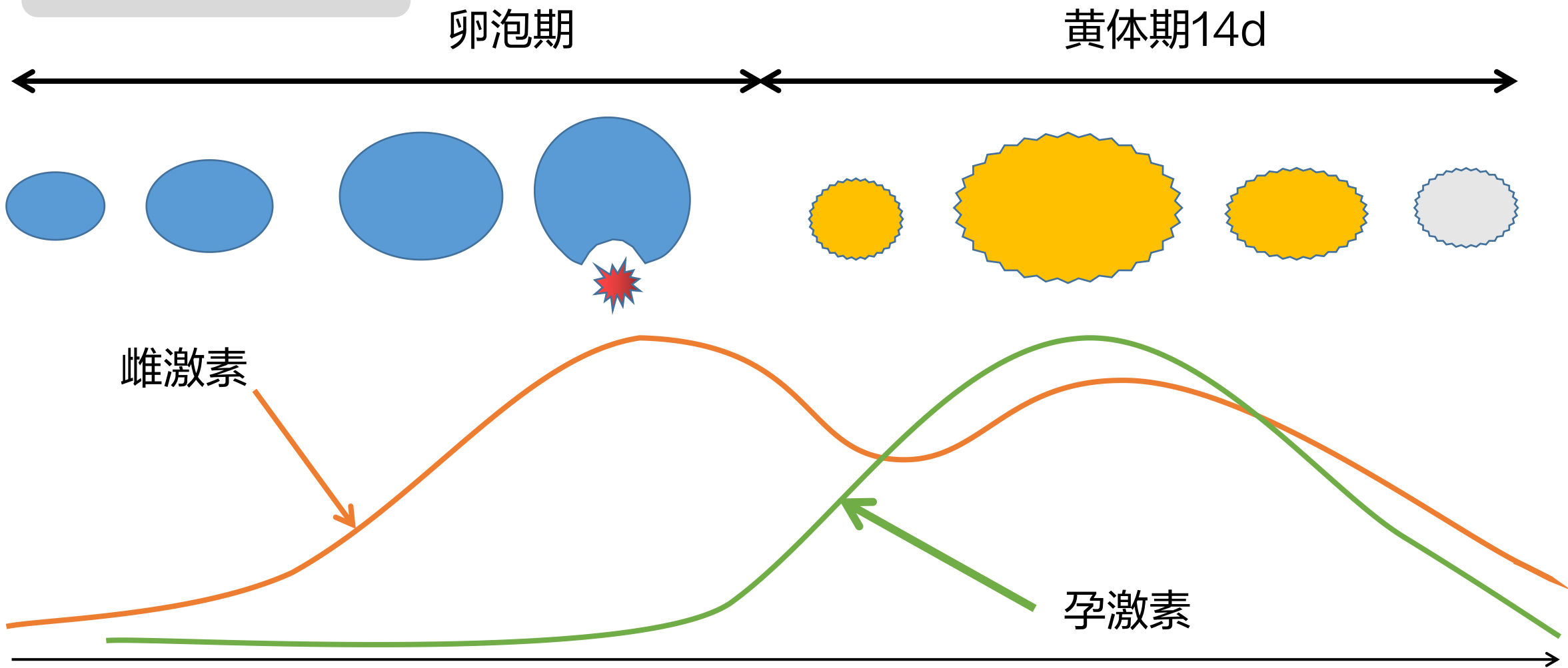
第二节 女性生殖功能与调节

一、卵巢的功能



第二节 女性生殖功能与调节

一、卵巢的功能



第二节 女性生殖功能与调节

一、卵巢的功能

1. 卵泡期：卵泡期是指原始卵泡经初级卵泡和次级卵泡的发育阶段，最终发育为成熟卵泡的时期。

2. 排卵：成熟卵泡在 LH 分泌高峰的作用下，向卵巢表面移动，卵泡壁破裂，出现排卵孔，卵细胞与透明带、放射冠及卵泡液排出，此过程称为排卵。排卵大多发生在两次月经中间，若以 28 天为一个月经周期计算，排卵一般发生在下次月经来潮前的 14 天左右。

第二节 女性生殖功能与调节

一、卵巢的功能

3.黄体期：排卵后，卵泡壁塌陷，卵泡膜血管破裂，血液进入卵泡腔，形成血体。之后卵泡腔中的血液被吸收，颗粒细胞和内膜细胞失去原有的形态特征，在LH作用下转化为黄体细胞而形成黄体，此为月经黄体。

第二节 女性生殖功能与调节

一、卵巢的功能

(二) 卵巢的内分泌功能

卵巢主要分泌**雌激素**、**孕激素**和**少量雄激素**

| 生理作用 | 雌激素 | 孕激素 |
|-----------|---------------------|-----------------------|
| 卵巢 | 促进排卵 | 抑制排卵 |
| 输卵管和子宫活动 | 促进 | 抑制 |
| 有无安胎和着床作用 | 无 | 有 |
| 阴道上皮 | 增生的角化 | 加快脱落 |
| 子宫内膜 | 增生变厚 | 转为分泌期内膜 |
| 乳房 | 导管发育 | 腺泡发育 |
| 特有作用 | 促进第二性征出现并维持，降低血浆胆固醇 | 扩血管，扩消化道， 升高体温 |
| 水钠代谢 | 水钠潴留 | 水钠排泄 |
| 体温 | 单相型体温 | 双相型体温 |

第二节 女性生殖功能与调节

二、卵巢功能的调节

卵巢的周期性活动受下丘脑-腺垂体的调节，而卵巢分泌激素的周期性变化又使子宫内膜发生周期性变化，卵巢分泌激素同时又对下丘脑-腺垂体活动进行反馈调节，形成下丘脑-腺垂体-卵巢轴。

第二节 女性生殖功能与调节

二、卵巢功能的调节

月经周期

| 月经周期 | 时间 | 特点 |
|-----------|-----------|--|
| 月经期（卵泡早期） | 周期第1~5天 | 分泌期末雌激素、孕激素的低水平，导致月经来潮。 |
| 增生期（卵泡晚期） | 周期第6~14天 | 此期卵巢中卵泡生长发育成熟，并分泌雌激素。雌激素使子宫内膜迅速增殖，血管增生。 |
| 分泌期（黄体期） | 周期第15~28天 | 排卵后的卵泡形成黄体，分泌大量孕激素和雌激素，使子宫内膜显著增生，为受精卵的种植和发育做好准备。 |

第三节 妊娠

妊娠是指子代新个体的产生和孕育的过程，包括受精、着床、妊娠的维持及胎儿的生长。

一、受精

受精是指精子与卵子结合的过程，受精的部位在输卵管壶腹部。精子与卵子相融合成为受精卵。每一个精子和卵子各带23条染色体，受精卵则含有23对染色体，因此具有父母双方的遗传特性。

第三节 妊娠

二、妊娠的维持及激素调节

正常妊娠的维持主要依赖于**垂体、卵巢及胎盘**分泌的各种激素的相互配合。受精与着床之前，在腺垂体促性腺激素的作用下，卵巢黄体分泌大量孕激素和雌激素，使子宫内膜进入分泌期，为妊娠作好准备。

1.**人绒毛膜促性腺激素**：人绒毛膜促性腺激素（hCG）是由胎盘绒毛组织的合体滋养层细胞分泌的一种糖蛋白激素。

2.**类固醇激素**：胎盘能分泌大量孕激素和雌激素。胎盘本身不能独立产生类固醇激素，需要从母体或胎儿得到前体物质，再合成孕激素与雌激素。



总结提升

本章重点：

1. 卵巢的内分泌功能
2. 雌、孕激素的作用
3. 月经周期