

化学突触
电突触
(缝隙连接)

突触

轴-树/树-树

概论

一种高度特化的细胞连接, 确保细胞间单向信息传递
神经元 → 神经元, 神经元 → 效应细胞 肌肉/腺体

构成

突触小体

突触前成分

突触间隙
20-30nm

突触后成分

多为轴突终末(突触小体)

Mit, SER, 微丝微管; 少

突触前膜 富含电压门控Ca²⁺通道

突触小泡表面附有突触素(protein)将其与细胞骨架相连
容纳于前膜胞质面的致密突触间

神经递质的特异性受体

e.g (递质)配体门控离子通道

前后膜相对的 membrane 略厚

后膜 ↓ 去极化

↓ 超极化

兴奋性突触

抑制性

神经递质立即被酶灭活/回收进前膜 → 保证突触传递的灵敏性
转运蛋白

不可兴奋膜
(缺乏离子通道)

神经胶质细胞

- 支持
- 营养
- 保护
- 绝缘
- 修复

概论

小、多、有突起(无树/轴突之别)

营养支持作用(神经组织中ct含量极少)

星形胶质细胞

星形, 多突起, 突起末端扩展成脚板

胶质细胞

纤维型 突起细长, 分支少, 白质

少突胶质细胞

分布: 白质

oligodendrocyte

功能: ① CNS 的髓鞘形成细胞 ② 支持能量代谢

microglia

③ 其形成的 富含抑制再生的 protein (正常时阻止轴突再生) 再生屏障

小胶质细胞

源自单核细胞(血液中)

室管膜细胞

单层分布于脑室和脊髓中央管壁

ependymal cell

微绒毛, 纤毛 单层上皮

Schwann cell

髓鞘化和隔离PNS神经元轴突

施万细胞

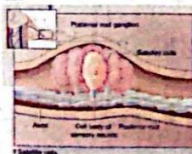
-受损时促进轴突再生

satellite cell

包裹神经节内神经元胞体

卫星细胞

背根神经节 单极(假单极)神经元 传入神经元, 感觉神经元

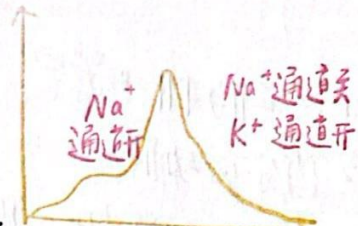


轴突+施万细胞+神经内、束膜+Art./Vei/lym/+神经外膜

神经：神经纤维+结缔组织

和
神经纤维
传导冲动

构成：
轴突/长树突
神经元的长突起
神经胶质细胞
CNS: oligodendrocyte
PNS: Schwann cell
myelinated
有髓：髓鞘、郎飞结、结间体
无髓：PNS、CNS
一个SC包裹多条轴突，
Ap沿轴突连续传导(快) 无郎飞结



施-兰+肌束 (Schmidt-Lan-cleft)
髓鞘内SW细胞的局部分离
允许多SW细胞膜层与层之间交流。

假单极 neur

感觉神经元周围突终末(与临近组织共同构成感受器)

感受并转化内外环境刺激为神经冲动以传往中枢

神经末梢

感觉

游离神经末梢 free nerve ending
触觉小体、环层小体、肌梭

tactile corpuscle

muscle spindle

motor end plate

运动

躯体：末梢脱髓鞘后的分支与骨骼肌
神经：ACh (肌膜上ACh通道：乙酰胆碱(Na+通道))

内脏 平滑肌、心肌、腺上皮

多极 neur

运动神经元轴突终末(与临近组织共同构成效应器)

肌纤维收缩、腺细胞分泌

有壳神经末梢

触觉小体：感觉神经元周围突末端失去髓鞘
环层：
肌梭：

运动终板：运动... 抵达SM时...
引发肌肉收缩

中枢神经系统

脊髓：灰质 { 前角：运动N
后角：感觉N
白质：神经F、神经胶质血管(少)

血脑屏障BBB

组成：①血管内皮及其紧密连接
②血管周星胶 ③周细胞
④基底膜。

功能：①保护大脑
②维持颅内离子平衡。

2.

①... ②... ③外锥体细胞层III ④颗粒细胞层
⑤内锥体细胞层V ⑥分子层细胞层VI

裸露的轴突
CNS

运动SW细胞膜层与层之间交流。

(与临近组织共同构成感受器)

成为神经冲动以传往中枢

the nerve ending
muscle

本、肌梭

muscle spindle

motor end plate

纤维状与肌肉

本及 neur

运动神经元

肌纤维收缩

应器)

至元周围突末端失去髓鞘，盘绕在盘叠扁平细胞上 轻用触觉

，进入同心圆排列的扁平细胞形成小体中

，轴突分支环绕肌纤维中段 调节骨骼肌

，反复分支，葡萄样终末，形成提神经肌肉连接

· 抵达SM时
收缩

1. 运动N

= 感觉N

F、神经胶质血管
(少美)

2. 大脑皮层

①分子层 I

②外颗粒层 II

③外锥体细胞层 III

④内颗粒层 IV

⑤内锥体细胞层 V

⑥多形细胞层 VI

3. 小脑皮层

①分子层

②蒲肯野细胞层

③颗粒细胞层

循环系统

一、心血管系统

血管壁

Artery
动脉

静脉

Capillary

毛细血管

内皮、基膜、周细胞、少量ct.

微循环

定义：微A与微V之间的血液循环
地位：循环系统的基本结构和功能单位
动静脉吻合：微A侧支与微V直接相通
arteriovenous anastomosis
可调节局部血流量(指、趾、唇、鼻)

心脏

endocardium 心内膜 { 内皮：单细胞
内皮下层 { 内层：细密ct、sm
心肌膜 { 心肌纤维螺旋状排列，内纵中环外斜
少量ct、丰富cap网
EM：心房特殊颗粒(心房肌纤维内，含心房钠泵、利尿排钠降血压)
visceral pericardium 心外膜 { 疏松ct、cap、neu、fat tissue
间皮

Endothelium (管腔表面) (PV) (与FVIII有) 粘附、血管通透性
胞质突起、吞饮小泡、W-P小体、微丝

内皮

Subendothelial layer

内皮下层

interna elastic membrane

内弹性膜

Tunica intima

内膜

Tunica media

中膜

adventitia

外膜

continuous

Capillary

连续

fenestrated

有孔

sinusoid

窦状

- 内皮功能
- 构成血管内衬，便于血液流动。
 - 与基膜共同构成通透屏障。
 - 合成分泌多种生物活性物质：
内皮细胞生长因子、
第四因子相关抗原、
前列环素、内皮素、
舒张血管的一氧化氮(NO)等。
 - 细胞表面有血管紧张素转换酶(I-II, 血管管)
 - 灭活降解：去甲肾上腺素、5-羟色胺、组织胺等。

- 管壁较薄、软，弹性小，管腔不规则。静脉
- 管壁3层分界不清。壁平滑肌层
- 平滑肌和弹性组织不发达，结缔组织成分较多。
- 外膜较厚，大静脉外膜有较多纵行平滑肌。
- 四肢等部位的静脉多有静脉瓣，防止血液逆流。

心传导系统

组成：窦房结、房室结、房室支、左右束支及其分支

起搏细胞 pacemaker

移行细胞 transitional

束细胞/浦肯野纤维 Bundle cell / Purkinje fiber

2.作用：由特殊心肌纤维组成，发生并传导冲动，使心房、室节律收缩

心瓣膜

1.组成：主A瓣、肺A瓣、房室瓣

2.结构：心内膜向腔内折叠形成薄片，被覆内皮；中间ct，间质含胶原、软骨等，与心骨骼相连

3.作用

淋巴系统

淋巴器官

二、淋巴管系统

淋巴管

淋巴管

淋巴管

Lymphatic capillary 腔大壁薄无基膜
盲端起始
通透性大
Lymphatic vessel 瓣膜多
三层分界不清
Lymphatic duct 淋巴导管

弹性A 不同动脉的比较 肌性A

	Big artery (elastic artery)	Medium-sized artery 1-10mm (muscular artery)	Small artery 0.3-1mm	Arteriole <0.3mm
Tunica intima	内皮下层较厚 内弹性膜不明显	内皮下层较薄 内弹性膜明显	内弹性膜明显	无内弹性膜
Tunica media	多层环行排列的弹性膜	10-40层环行排列的平滑肌纤维	数层平滑肌	1-2层平滑肌
Tunica adventitia	较薄，无明显外弹性膜	有明显外弹性膜 达含NP(调节血管收缩)	较薄，外弹性膜不明显	无外弹性膜
Function	维持稳定血压	调节分配器官血量	调节组织血流 维持血压	调节外周阻力

其它：过渡型和特殊型动脉

循环系统

心血管系统

血管壁

Artery 动脉

静脉

Capillary 毛细血管

内皮、基膜、周细胞、少量ct.

微循环

心脏

淋巴系统

淋巴器官

二、淋巴管系统

静脉的辅助装置

Endothelium (管腔游离面) (PV) (与FVIII相关) 收缩调节血管通透性
胞质突起、吞饮小泡、W-P小体、微丝
(单层扁平上皮, 光滑肌法) 毛细血管中 大静脉中 与凝血功能相关

Tunica

内膜

intima

Tunica media

中膜

adventitia

外膜

continuous

capillary

连续

fenestrated

有孔

sinusoid

窦状

紧密连接、桥粒/基膜完整

构成气血/血脑屏障

多窗孔、常有隔膜/基膜完整

肾血管球(滤过屏障)、胃肠黏膜、内分泌腺

腔大壁薄不规则

多窗孔、无隔膜/细胞间隙大/基膜不完整

肝血窦、脾窦、红骨髓、内分泌腺

管壁较薄、软, 弹性小, 管腔不规则。静脉

管壁3层分界不清。壁薄塌陷

平滑肌和弹性组织不发达, 结缔组织成分较多。

外膜较厚, 大静脉外膜有较多纵行平滑肌。

四肢等部位的静脉多有静脉瓣, 防止血液逆流。

构成血管内衬, 便于血液流动。

与基膜共同构成通透屏障。

合成分泌多种生物活性物质:

内皮细胞生长因子。

第IV型胶原、前列环素、内皮素、舒张血管的一氧化氮(NO)等。

细胞表面有血管紧张素转换酶(ACE, 血管管)

灭活降解: 去甲肾上腺素、5-羟色胺、组织胺等。

内皮功能

起搏细胞 pacemaker

移行细胞 transitional

束细胞/浦肯野纤维

Bundle cell / Purkinje fiber

2. 作用: 由特殊心肌纤维组成

发生并传导冲动

使心房、室节律收缩

心传导系统

心外膜

心内膜

心外膜

心外膜

心传导系统

组成: 窦房结、房室结、房室束、左右束支及其分支

起搏细胞 pacemaker

移行细胞 transitional

束细胞/浦肯野纤维

Bundle cell / Purkinje fiber

2. 作用: 由特殊心肌纤维组成

发生并传导冲动

使心房、室节律收缩

心传导系统

心外膜

心内膜

心外膜

心外膜

心外膜

心外膜

心外膜

心外膜

心外膜

心外膜

心外膜

心外膜

心外膜

心外膜

	弹性A	不同动脉的比较	肌性A	微动脉
	Big artery (elastic artery)	Medium-sized artery 1-10mm (muscular artery)	Small artery 0.3-1mm	Arteriole <0.3mm
Tunica intima 内膜	内皮: 单层 内皮下层: 疏松结缔组织、平滑肌	内皮: 单层 内皮下层: 疏松结缔组织、平滑肌	内皮: 单层 内皮下层: 疏松结缔组织、平滑肌	内皮: 单层 内皮下层: 疏松结缔组织、平滑肌
Tunica media 中膜	多层弹性纤维排列的弹性膜	10-40层环行排列的平滑肌纤维	数层平滑肌	1-2层平滑肌
Tunica adventitia 外膜	较薄, 无明显外弹性膜	有明显外弹性膜	较薄, 外弹性膜不明显	无外弹性膜
Function 功能	维持稳定血压	调节分配器官血流量	调节组织血流	维持血压

其它: 过渡型和特殊型动脉

结缔组织 { 血液、淋巴
软骨组织、骨组织
固有
结缔组织

疏松结缔组织 (蜂窝组织)
数量最多、细胞种类全
纤维少、排列稀疏、各向异性

纤维为主要成分

细胞种类少
主要为成纤维细胞

纤维为主
致密

交错连接

irregular dense 真皮、巩膜、硬脑膜

regular dense 肌腱

elastic tissue 项韧带、黄韧带、大A中膜

Ag 抗原
Ab 抗体

成纤维细胞 { 数量多
纤维形成、再生
EM: REK, 核糖体、高尔基体发达
LM: 较大、扁平/梭形, 有突起
胞质多、嗜碱性
静止时称纤维细胞

巨噬细胞 { 吞噬异物、细胞碎片
EM: 突起、伪足
异物颗粒 (吞噬泡)
核小而深
LM: 多溶酶体、吞噬体、吞饮泡
表面微皱、小泡、微绒毛

浆细胞 { 分泌抗体
EM: 核: 偏位、染色深、车轮状
质: 大量平行排列 RER, 高尔基体、发达 Golgi
LM: (卵)圆形
核: 偏位、染色深、车轮状

脂肪细胞 { 储存脂肪
EM: 大量平行排列 RER, 高尔基体、发达 Golgi
LM: (卵)圆形
核: 偏位、染色深、车轮状

月太厚肽-MHC
分子复合物

抗原呈递
lysosome 溶酶体
吞噬细胞
吞噬细胞
吞噬细胞
吞噬细胞

纤维

胶原 (白纤维)
组成: I, III 型胶原蛋白
来源: fibroblast
EM: 67nm 周期性横纹
组成: I, III 型胶原蛋白
来源: fibroblast

弹性 (黄纤维)
EM: 弹性蛋白 + 微原纤维
核: 低
同: 高
富含弹性纤维

网状 (暗纤维)
EM: 67nm ...
III 型胶原 protein

基质 { 组成: 蛋白多糖、糖蛋白、组织液
作用: 分子筛、防御屏障、细胞识别、细胞迁移
渗出 → Cap 静脉端、毛细淋巴管
渗入 → Cap 动脉端

组织液 { ① 构成内环境 ② 血液 → 组织液
渗出 → Cap 静脉端、毛细淋巴管
渗入 → Cap 动脉端

脂肪组织 { 结构 { 脂肪 cell 集群
loose connective tissue
分类 { 黄色 { 单泡
皮下、网膜、骨髓
储能库、缓冲、填充
棕色 { 多泡、富含 Cap (毛细管) Mit.
infant/冬眠 肩胛间区、腋窝、颈后
产生
核居中、线粒体外

网状组织 { 构成 { 网状细胞
网状纤维
基质
功能 { 淋巴造血组织支架,
提供淋巴造血组织发育环境
参与构成造血组织和淋巴组织

软骨

一、结构

软骨组织

Cartilage Matrix. 无血管. 纤维因软骨种类而异.
富含水分 渗透性好
陷窝周围基质含硫酸软骨素多. 强韧.

纤维 使软骨有韧性 形成软骨表.

软骨细胞
F. 分泌纤维. 软骨. cartilage lacuna.
在软骨陷窝内. (圆形). 弱碱 (LM)
RER. Golgi. 糖原. 脂滴 (EM)
营养

软骨膜

(除关节软骨外软骨表均覆)

细胞层.

内层

多细胞. 血管

疏松

梭形骨原细胞

增殖 ↓ 分化

软骨细胞 → 使软骨生长

外层

多胶原纤维

致密, 保护作用

软骨类型

	透明 (hyaline cart)	弹性 (elastic)	纤维 fibrocartilage.
cell	同源细胞群	分散	较小. 多成行排列
tiber	胶原纤维. 细小不易见 II型胶原蛋白	大量交织成网的 弹性纤维	粗大. 平行排列的胶原纤维束 I型胶原蛋白.
Matrix	多. 软骨表明面	一较明显	... 不明显
F	抗压供支撑	支撑弹性好.	抗压. 应力
分布	鼻. 喉. (支) 气管. 肋. 膈	耳. 会厌	椎间盘. 关节盘. 耻骨联合.

三、发生

中胚层间充质细胞

中央 cell

软骨膜内骨祖 cell

软骨祖细胞 (成) 软骨 cell

纤维. 基质

软骨膜的骨祖细胞向软骨表面
不断添加新的软骨细胞.

外加性生长

(软骨膜下生长)

表 → 外增厚

内积性生长

(软骨内生长)

软骨细胞分裂增殖

内 → 周扩大

↓
软骨表 Capsule

↓
同源细胞群 group.

骨

一、结构

骨组织

骨髓

骨膜

骨基质

细胞

有机质 类骨质 (未钙化) 90% collagen fiber 无定形有机物

无机质 骨盐 (羟基磷灰石结晶) lacuna, canaliculi

骨 cell osteocyte 小扁圆形 骨板内/间

骨祖 cell osteoprogenitor 小核形 核椭圆形 骨组织的干细胞

成骨 cell osteoblast 大、立方柱状 核圆、偏位 度 RER, Golgi

破骨 cell osteoclast 大 多核 质 纹状缘 亮区 陷窝

骨加粗: 近G度侧

胎儿长骨纵切面, 从软骨到骨髓腔, 依次演绎了成骨活动的4个阶段

软骨储备区 软骨增生区 软骨钙化区 成骨区

软骨细胞小, 分散 软骨基质弱嗜碱性

软骨细胞变大 同源细胞群纵行排列成柱

软骨细胞肥大退化 残留较大的软骨陷窝 软骨基质钙化, 嗜碱性

骨领 (膜内成骨而来)

初级骨小梁 osteoblast 初级骨髓腔 osteoclast

骨增粗: 骨干外周不断添加骨组织 内表面不断被破骨C吸收, 骨髓腔扩大

二、长骨的结构

骨松质 分布: 骨后、骨干内侧面 组成: 针片状骨板+骨 cell → 骨小梁 结构: 骨髓腔中充斥红骨髓

骨密质 分布: 骨后、骨干表面 组成: 骨板

骨膜

骨髓

关节软骨、血管、神经

环骨板 内环骨板厚 10~40 层 整齐 外环骨板薄 几层 不整齐

骨单位 数量 max, 骨密质的主要结构单位 内外环骨板之间的纵行圆筒状结构 不同骨单位内的骨小梁不互相连接 构成 骨单位之间/骨单位与环骨板之间 骨单位之间/骨单位与环骨板之间 原有骨单位吸收改造的残留

间骨板

三、长骨的发生与生长

成骨方式

膜化骨 intramembranous ossification

软骨化骨 endochondral ossification

① 软骨雏形形成

② 软骨骨化

③ 初级骨化

④ 次级骨化

骨后形成

骨后与骨干间

骨后板

生长激素、甲状腺素、甲状旁腺素

甲状旁腺素

甲状旁腺素

甲状旁腺素

甲状旁腺素

甲状旁腺素

甲状旁腺素

甲状旁腺素

甲状旁腺素

影响因素

生长激素、甲状腺素、甲状旁腺素

甲状旁腺素

甲状旁腺素

甲状旁腺素

甲状旁腺素

膜内成骨过程

① 间充质 C 分化 → 骨祖 C

分化 → 骨 C

分泌 → 类骨质

钙化 → 骨质

骨祖 C 分化 → 骨 C

分泌 → 类骨质

钙化 → 骨质

骨祖 C 分化 → 骨 C

分泌 → 类骨质

钙化 → 骨质

骨祖 C 分化 → 骨 C

分泌 → 类骨质

钙化 → 骨质

骨质 { 有机 35% { 胶原纤维 90% — 胶原纤维束 (I 型胶原蛋白)
 { 基质 10% { 蛋白多糖
 { 糖蛋白
 无机 65% — 骨盐 (Ca, P, Mg), 羟基磷灰石结晶

初级 → 次级骨组织

胶原纤维 粗、乱 → 细、整
 骨盐 少 → 多
 骨细胞 多 → 少

bone lamella 骨组织中骨基质的存在形式。
 由胶原纤维和基质共同构成。
 同一骨板内纤维平行排列
 相邻...的...互相垂直。
 相邻骨板纤维互相垂直

概论

肌组织 { 细胞间质 $\rightarrow$ 结缔组织
少量ct、血管、神经

肌细胞 (肌纤维)

横纹肌 非横纹肌

骨骼肌 平滑肌

随意肌 非随意肌

(受躯体运动神经支配) (受自主神经支配)

骨骼肌

粗肌丝 = 肌球蛋白 myosin.

形似豆芽

头 = 2个, EM 横桥, ATP酶活性.

尾(杆)

肌节 = 相邻两条Z线之间一段肌原纤维
Sarcomere $\frac{1}{2}I + A + \frac{1}{2}I$. 肌原纤维结构与心肌相似.
 Δ 肌细胞平行紧密排列. 细胞间质少
 Δ 肌细胞核: 椭圆形. 浅染. 核仁明显

肌纤维 { 暗带 (A带, 双折光性, 各向异性), H带, M线

明带 (I带, 单折光性, 各向同性) Z线 (Z盘)

肌外膜 (薄的膜) 致密ct包裹在整块肌肉外表面

肌束膜 + 肌束 + 肌外膜 $\Rightarrow$ 骨骼肌

肌内膜 疏松ct包裹肌纤维 (肌细胞)

分布: 通过腱附着在骨骼上

结构: 许多骨骼肌细胞被结缔组织结合在一起

骨骼肌细胞 (纤维)

LM 长柱状无分支 (舌肌除外)

核: 10~100个, 扁椭圆形. 浅染. 肌膜下方

肌原纤维 Cross striation 明暗相间横纹

EM 肌原纤维 { 粗肌丝 细肌丝

横小管 将肌膜的兴奋迅速传到细胞内部 (T小管)

肌质网 细胞内钙库, 调节肌质 Ca^{2+} 浓度 (纵小管)

肌丝 $\rightarrow$ 肌原纤维

LM 短柱状有横纹

单核居中, 椭圆形浅染

核周肌质浅染 (无肌原纤维, 有脂褐素) (Mit. 堆积)

有分支. 连成网 连接处: 闰盘 (红, 横行阶梯状线纹)

EM

成体内仍有再生能力

平滑肌

血管壁、内脏器官壁

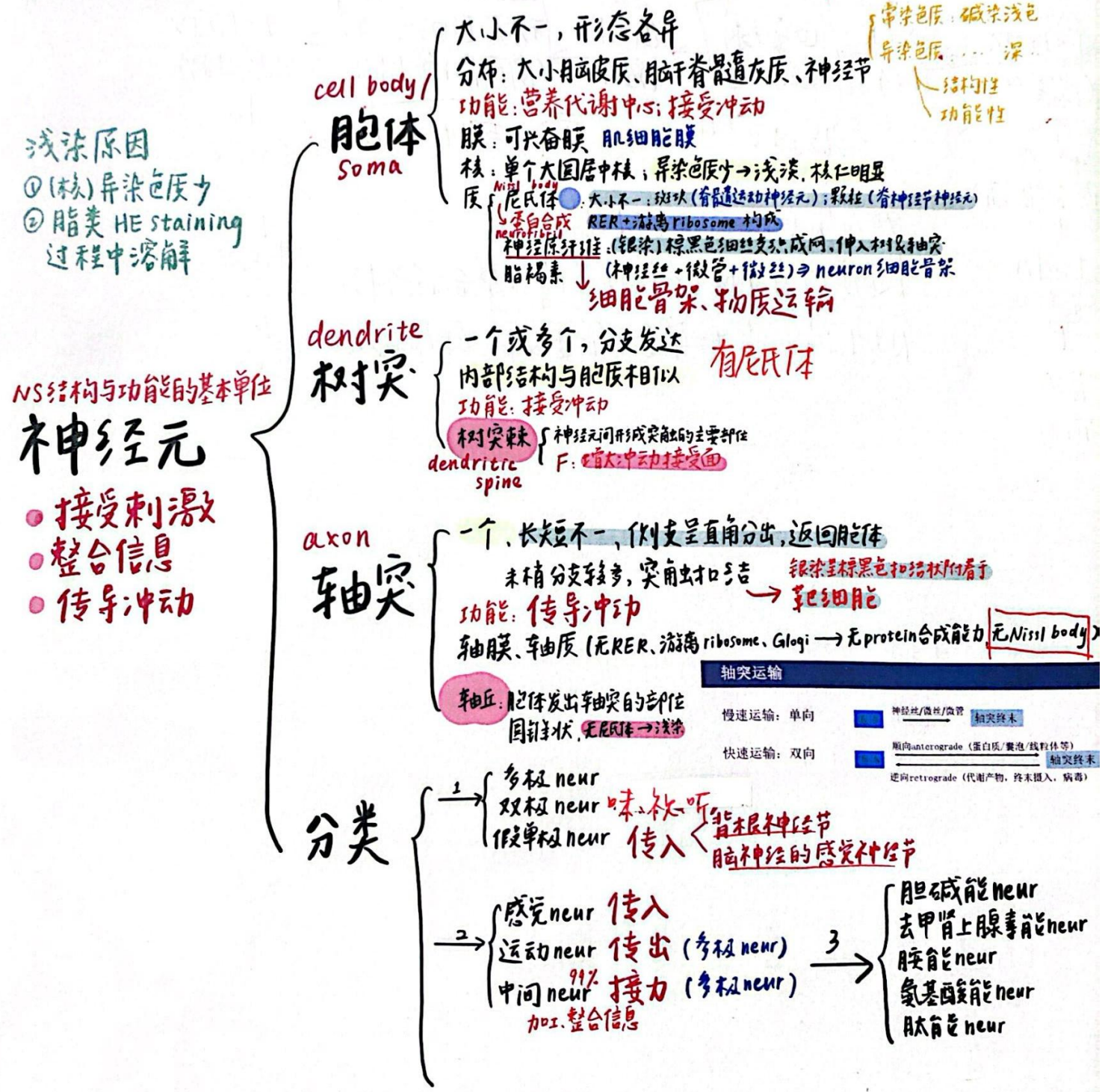
立毛肌

瞳孔括约肌、睫状肌

收缩机制?

神经组织: ^{Nerve tissue}
构成神经系统的 ^{Nervous system (NS)}
基本单位;
由细胞 + 细胞间质构成

中枢神经系统: ^{cerebrum, cerebellum} **脑 + 脊髓** ^{Spinal cord}
发生于神经管
周围神经系统: ^{PNS} **神经 + 神经节** ^{cranial n- spinal n}
发生于神经嵴 ^{ganglia}

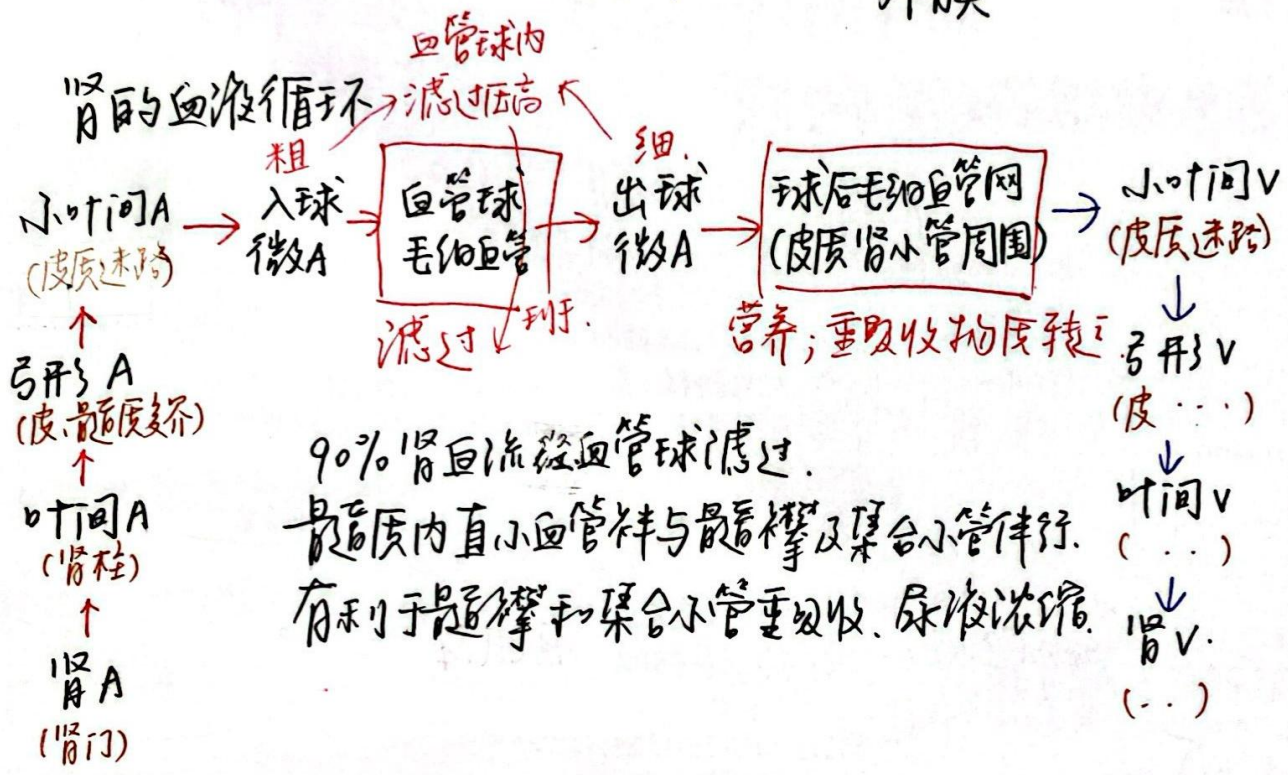


肾间质 = 肾内 ct、血管、N

↳ ^{interstitial} 间质细胞
 载脂间质细胞 ^{lipid-laden}
 { 长轴 ⊥ 血管袢
 脂滴
 合成抗高血压物质
 (前列腺素)

排尿管道: 肾盂、肾盏、输尿管、尿道、膀胱

黏膜 { 上皮 = 移行上皮
 固有层 = 致密 ct.
 肌层
 外膜



免疫系统

组成

- 免疫细胞
 - 淋巴细胞 = B、T
 - APC 抗原提呈细胞: E_H 噬、树突状(DC) (成纤维、血管内皮)
- 淋巴组织
 - 弥散淋巴组织
 - 淋巴小结
- 淋巴器官
 - 胸腺 + 骨髓 $\Rightarrow$ 中枢
 - 淋巴结
 - 脾
 - 扁桃体
 - 外周

功能:

- 防御 — 识清入侵抗原
- 监视 — ... 体内抗原变异细胞
- 稳定 — ... 体内老死细胞

分子基础:

- 1 主要组织相容性复合分子 MHC I/II
- 2 白细胞分化抗原分子 CD 区 lymphocytes
- 3 T/B 细胞表抗原: TCR、BCR.

免疫活性物质: 免疫球蛋白、补体、多种细胞因子.

一、免疫细胞

① 体液免疫 humoral

B 细胞 直接接触抗原

↓
效应 B 细胞 (浆细胞) 记忆 B 细胞
产生抗体

NK 细胞: 无需接受抗原提呈即可活化

- ① 直接杀伤 (穿孔素) (无 MHC 限制性)
- ② 分泌细胞因子

NKT 细胞: 联系固有免疫和获得性免疫的桥梁
innate adaptive

二、淋巴组织: 以网状组织作支架、免疫细胞聚居地

① 弥散淋巴组织: HEV (高内皮微 V / Cap 后微 V)

抗原刺激 ↓

② 淋巴小结 { 初级
次级

血液 $\xrightarrow{\text{淋巴细胞}} \rightarrow$ 淋巴组织
如: 滤过 T 细胞.

三、淋巴器官

1. 胸腺 thymus

皮质层

胸腺细胞 { 阳性选择: MHC 分子限制性识别
95% 凋亡 阴性选择: 不与自身抗原发生反应.

胸腺上皮细胞
骨髓腔

△ 胸腺小体:

控制 DC 和 Tregs 发育

3. 脾

① 被膜与小梁

② 白髓

(1) 动脉周围淋巴鞘 中央 A + 弥散

(2) 脾小体 初次 LN $\downarrow$ 边缘区 $\rightarrow$ 记忆 T 细胞

③ 红髓

(1) 脾窦 富含 BDC 的条索状淋巴组织

(2) 脾血窦 长杆状内皮. 基膜不完整

④ 功能: (1) 滤血 (3) 造血 (胚胎早期)
(2) 免疫应答

CD4⁺ Treg 细胞
直接接触/细胞因子
调节 T 细胞

2. 淋巴结

① 皮质

(1) 浅层皮质: 淋巴小结 + 弥散

(2) 副皮质区: HEV + 弥散

(3) 皮质淋巴窦 { 被膜下淋巴窦
小梁周围.

② 髓质 medullary sinuses

(1) 髓索 cords.

(2) 髓窦

③ 功能: (1) 滤过淋巴
(2) 免疫应答.

④ 淋巴细胞再循环.

淋巴组织 $\xrightarrow{\text{输出淋巴管}} \rightarrow$ 血液
 $\xleftarrow{\text{HEV}}$

男性生殖系统

male reproductive

睾丸 → 精液 + 精子 = 精液 2~6ml pH 7.0-7.8
 生殖管道: 附睾、输精管、射精管、尿道
 附属腺: 精囊、前列腺、尿道球腺
 外生殖器官: 阴茎、阴囊

一、睾丸 产生精子、分泌雄激素

被膜 { 鞘膜 (脏层): 浆膜 (间皮 + 脏层)
 白膜 { 致密 CT
 血管膜 { 疏松 CT, 富含血管
 实质 { 生精小管 { 生精上皮、生精细胞、支持细胞
 基膜 { 外有肌样细胞: 收缩 → 精子排出
 睾丸间质 { LCT、血管
 间质细胞

spermatozoon (sperm)
 精子

头部: 2μm

核: 5μm

顶体

尾部: 5μm

中段

主段

末段

睾丸支持细胞 ← 腺垂体 FSH
 F = ① 血-睾屏障
 ② 微管、微丝收缩, 推动生精细胞移向腔面, 促使精子释入管腔
 ③ 吞噬清除精子细胞脱落的残余
 ④ 分泌抑制腺垂体促性腺激素分泌功能
 分泌雄激素结合蛋白 ABP 维持生精小管高雄激素水平, 促精细胞发育
 抑制素、激活素
 睾丸液: 促精子运输 前列腺液
 抗米勒管激素 AMH: 促米勒管退化

精子发生: 从精原细胞 → 精子

spermatogenesis 的成熟过程 人: 2个月

(干 → 祖) A型/B型精原细胞 { 精原细胞 增生

↓ 46 XY, 2nDNA

初级精母细胞 { 精母细胞 减数分裂

↓

次级精母细胞

↓

精子细胞 23 X / 23 Y, 1nDNA

1个精原细胞增殖分化而来的各级生精细胞
 有胞质桥相联系, 同步发育成精子形成
 同源细胞群

睾丸支持细胞 Sertoli cell

1. 不规则长锥形, 从基膜直达腔面
 LM: 细胞核不清 (侧面镶嵌各级生精细胞)
 核椭圆形, 浅染, 核仁明显
 EM: 多 SER, RER, Golgi, Mit, Lys.
 糖原、脂滴、微管、微丝
 相邻细胞侧面近基部: 紧密连接
 分隔生精上皮为基底室和近腔室 (精原细胞)

2. F: 血-睾屏障的主要结构

血-睾屏障 (血-生精小管屏障)

1. 生精小管与血液间物质交换所需穿过的结构
 2. 构成 { ① 血管内皮 + 基膜
 ② CT
 ③ 生精上皮基膜
 ④ Sertoli cell 紧密连接

Leydig cell Leydig
 睾丸间质细胞

1. 位置: 生精小管间的间质

2. 结构 { LM: 大群聚, 圆形多边形
 核圆居中
 质强嗜酸
 EM: 类固醇激素分泌细胞的超微结构特征
 (脂滴 + 管状嵴 Mit + SER)

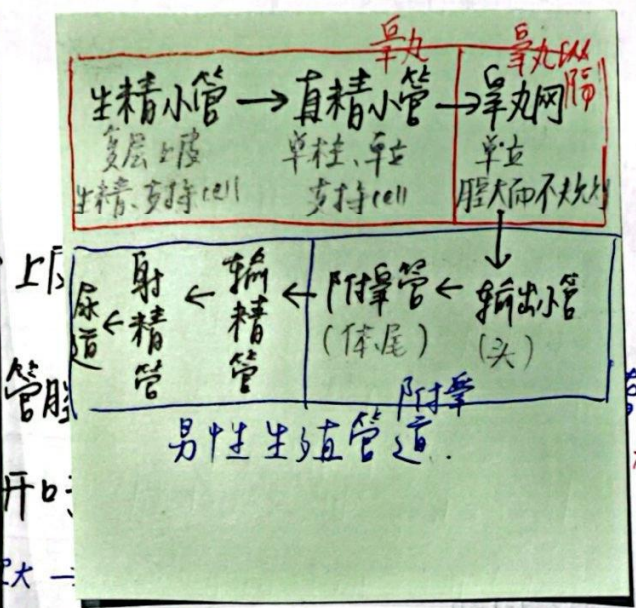
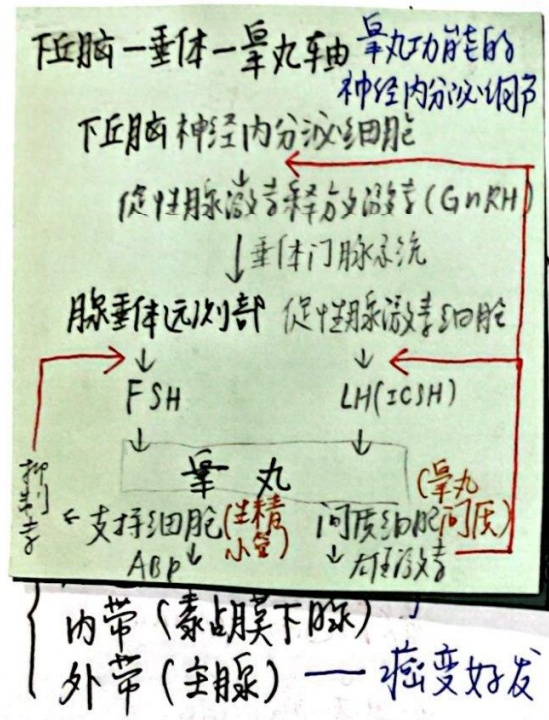
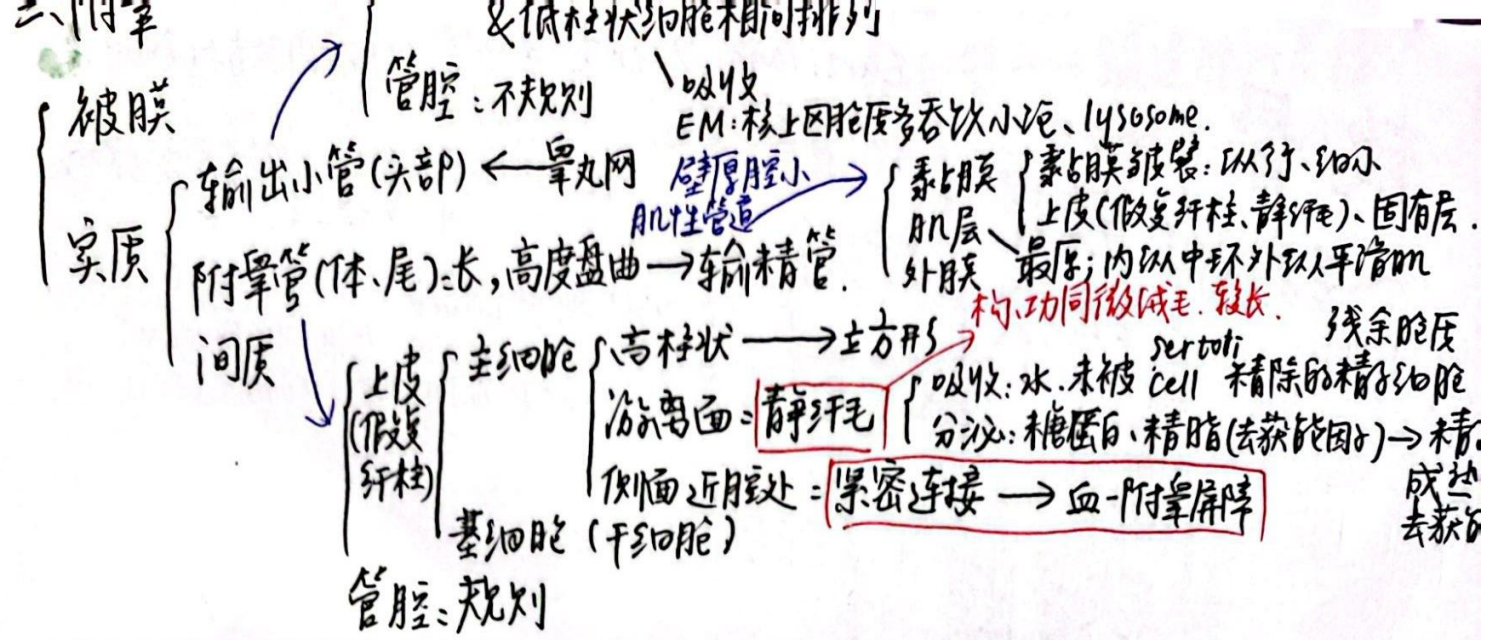
3. F: 腺垂体 LH (间质细胞刺激素, ICSS)

合成分泌 → ① 促精子发生
 ② 促生殖器官发育 (中肾管/Wolff管
 ③ 维持睾酮水平

3. F { ① 维持精子发生微环境

② 防止精子抗原物质溢出

引起自身免疫反应



黄体 corpus luteum

1. 定义：排卵后，残留卵细胞陷

新鲜 卵细胞膜伸入卵细胞腔内。

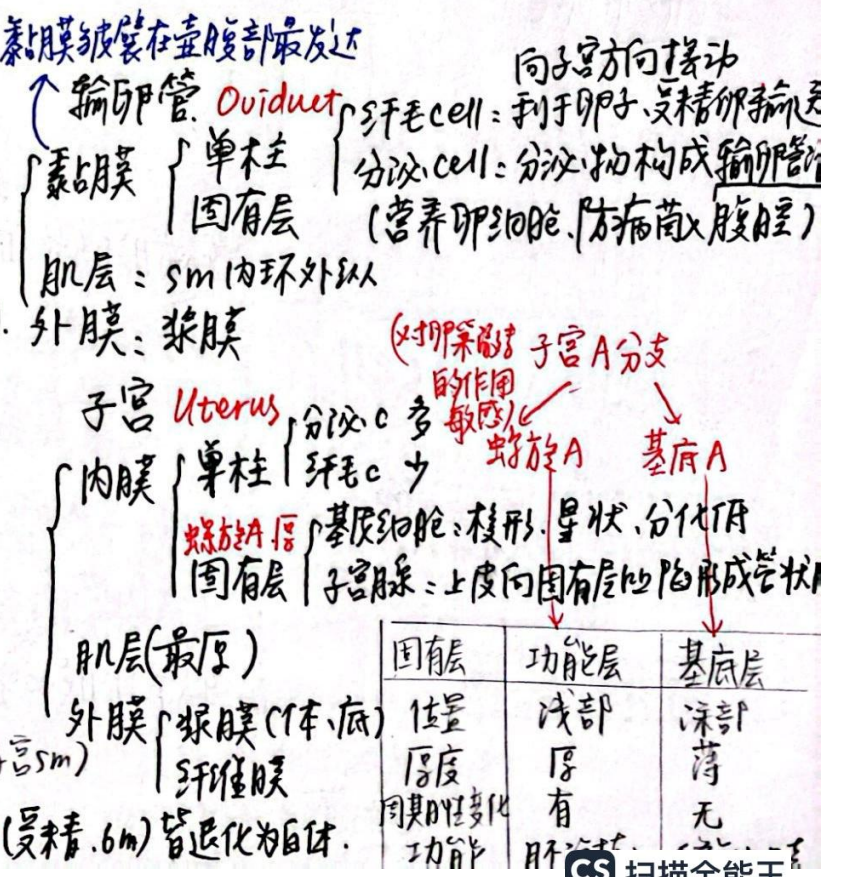
主黄色 在LH作用下，卵细胞、膜C增大

形成一个体积大、富含血管的内分泌细胞团。

2. 结构与功能

	颗粒黄体细胞	膜黄体细胞
来源	颗粒C(颗粒层)	膜C(卵细胞膜)
数量	多	少
体积	大	小
染色	浅	深
位置	中央	周边
功能	分泌雌激素、孕激素、松弛素(松弛子宫平滑肌)	

3. 结局 月经黄体(未受精, 2w)、妊娠黄体(受精, 6m)皆退化为白体。



女性生殖系统

卵巢——产生卵子；分泌雌/孕激素
 输卵管——输送卵子；受精
 子宫——孕育胚胎
 阴道
 外生殖器

一、卵巢 ovary

表面上皮 单扁/单立
 白膜：薄，致密CT
 实质 { 皮质 厚；卵泡，黄体
 髓质 疏松CT，血管，淋巴管
 Lct 近卵巢门处含门细胞 hilus cell

Ovulation 排卵
 1. 定义：成熟卵泡破裂，卵母C、ZP、放射冠
 自卵巢排出的过程
 2. 周期：发生于月经周期第14天
 每28天排卵一次，一次1个，双卵则卵巢交替。
 3. 卵母C的结构 { 受精→完成MII→第二极体
 未受精→退化、吸收
 成熟卵细胞

卵泡 ovarian follicle 可分泌雌激素(类似卵泡细胞C)

Oocyte
 1. 构成：一个卵母细胞和周围的许多卵泡细胞
 2. 数量：100w → 4w → 成熟并排卵 400~500个 → 0
 出生时 青春期 退化，闭锁 绝经期

3. 发育：原始卵泡 → 生长卵泡 → 成熟卵泡 (85天)

皮质浅层；量多，体小，球形

初级卵母细胞 primary oocyte

核：大圆、染色质稀疏
 核仁明显

质：嗜酸；卵黄颗粒

停留在MI前期

Follicular cell

卵泡细胞/颗粒细胞

小、扁平、单层、色深

基膜(与CT)

缝隙连接(与卵母细胞)

支持、营养

卵母细胞增大
 论...，增直呈多层
 周围CT增生→卵泡膜

一、初级卵泡 primary follicle

初级卵母细胞增大，细胞器↑，微绒毛

透明带 Zone pellucida, ZP

糖蛋白：ZP1、ZP2、ZP3

F：确保同种受精、单精受精

卵泡细胞 - - - - - 突起

基膜

增大：扁平→立方→柱状

增直：单层→复层

考尔-爱克斯诺小体 Call-Exner body

放射冠 corona radiata

呈放射状排列

卵泡膜 卵泡周围的CT细胞增直分化而来

follicular theca

颗粒层 stratum granulosum

卵泡腔 卵泡腔周围的卵泡细胞(卵泡壁)

卵泡膜 内层 颗粒细胞多、Cap多 分泌功能

theca cell 美国细胞学

直径2cm，突向卵巢表面
 卵泡腔大，颗粒层变薄，
 卵丘(卵冠丘复合体与卵泡壁分离)↓
 排卵前36~48h，卵母C完成MI，
 停留在M2中期；释放第一极体
 于卵周间隙(卵母C与ZP间隙)内，
 很快退化消失

闭锁卵泡 Atresic follicle

退化的卵泡(任何发育阶段)

间质腺：分泌雌激素

晚期次级卵泡闭锁时，卵

泡壁增厚，卵泡膜中入

膜细胞增大，充满脂滴，

圆形囊泡，内含卵泡细胞分泌物

与颗粒细胞中发生有关

分隔成团索

二、次级卵泡 secondary follicle

卵泡腔 半月形

卵泡液 卵泡细胞分泌+卵泡膜血管渗出

卵丘 cumulus oophorus

卵泡液挤压卵母、ZP、卵细胞(包括放射冠)

一并包于卵丘-包膜并包于卵丘膜

FSH、LH(垂体)

颗粒层

stratum granulosum

卵泡膜

卵泡腔周围的卵泡细胞(卵泡壁)

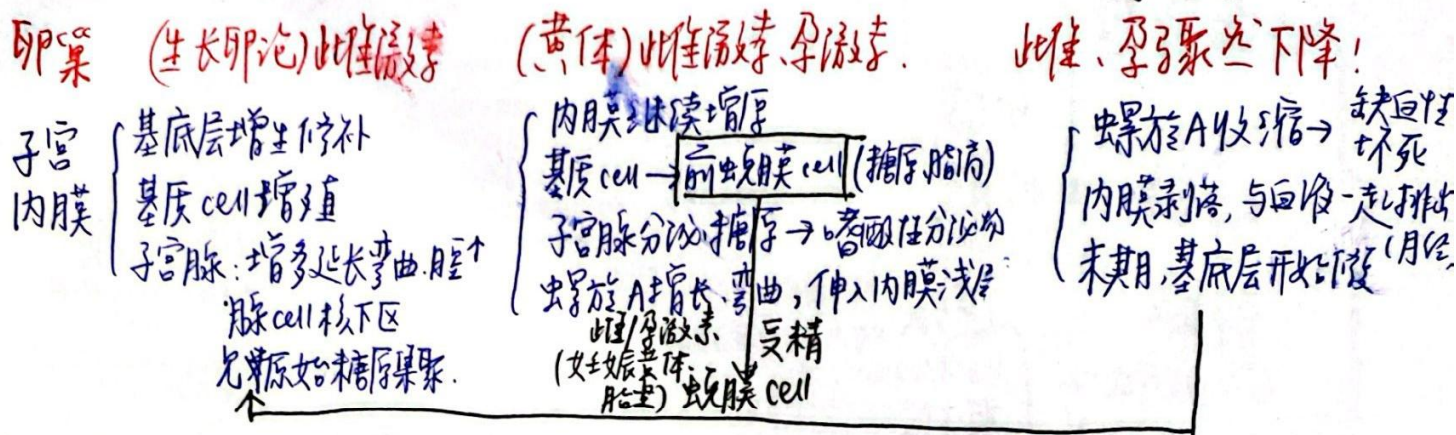
体小，排列密集

theca cell 美国细胞学

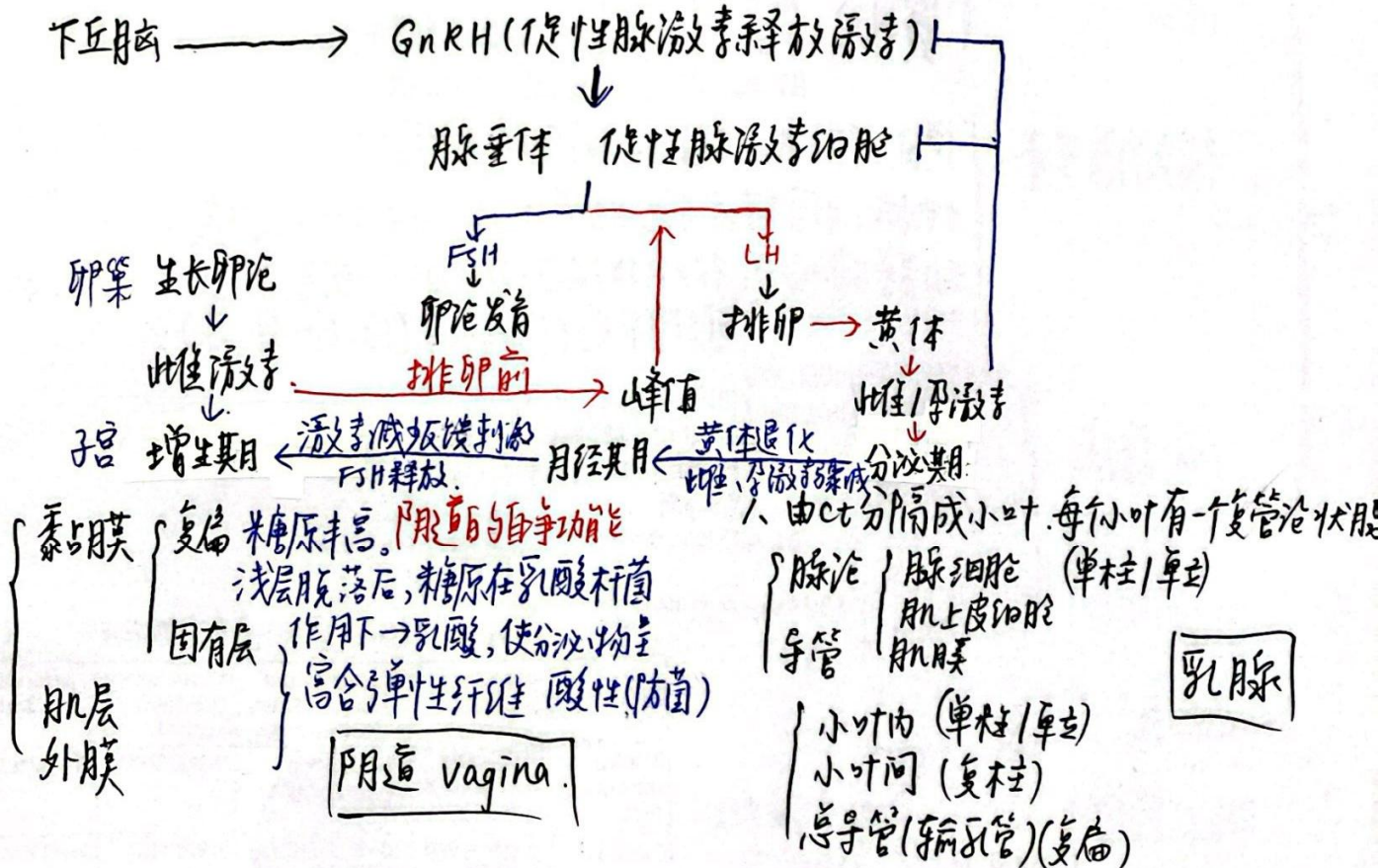
子宫内膜的周期性变化

1. 月经周期 { 自青春其起. 卵巢雌孕激素作用下, 子宫内膜功能层周期性变化
(起于月经第一天, 止于下一次月经来潮前一天.)

2. 分期: 增生期 → 排卵 → 分泌期 → 未受精. 月经黄体退化 → 月经期



卵巢和子宫周期性变化的神经内分泌调节 (下丘脑-垂体-卵巢轴)



循环系统

泌尿系统

肾
输尿管
膀胱
尿道

F: 形成、排出尿液;

维持机体水和电解质平衡;

内分泌 (肾上腺素、醛固酮) 血管系膜 (球内系膜) *intraglomerular mesangium*

一、肾 { 1. 主要的排泄器官
2. 内分泌功能

renal lobe

肾叶 肾锥体 + 相连皮质; 其间走行叶间血管

肾小叶 髓质放线 + 周围皮质迷路; 小叶间血管

renal lobule

被膜

实质 {

皮质

↑弓形血管

↓血管

髓质

肾单位分类

浅表... 髓质...

分布	皮质浅部	皮质深部
肾小体	小	大
数量	多	少
髓质样(细段)短		长

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

实质 {

大量 ① 肾

② 集合管 → 输尿管

少量 ③ 髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

肾小囊

尿极

肾小管

近端小管

细段

远端小管

集合管

弓形... 皮质迷路

直... 髓质放线、肾锥体

乳头管、肾乳头 (开于乳头孔)

生理意义: 尿液形成 尿液浓缩

集合管 → 输尿管

髓质

皮质迷路、肾柱

血管球

肾小体

</

肾小管

proximal tubule

近端小管 (单柱)

LM: 胞体大, 分界不清
核圆近基部
胞质强嗜酸性
游离面刷状缘
基底纵纹

EM: 基侧面侧突又
微绒毛长而密集
质膜内褶

F: ①重吸收 { 几乎全部 glu, aa, protein
②向管腔内分泌 H^+ , 肌酐, 肌酐...

3. 细段 (单柱, 薄)

F: 利于 H_2O 、电解质通透

集合小管 collecting tubule

1. 分类
2. 结构 { 单柱/单柱
胞质清亮界限清晰

3. 功能 ①重吸收水、交换离子。
②醛固酮作用, 抗利尿激素调节 (水钠内滞留)
③心房钠尿肽调节 (成水重吸收, 增加尿量)

Juxtaglomerular

球旁复合体 (肾小球旁器 JGA)

1. 位于肾小体血管极处的侧V区域

2. 组成 { 致密斑 JGC 球旁细胞 球外系膜细胞

远直小管末端伸入皮质迷路, 行经肾小体血管极, 朝向肾小体侧上皮增高变窄 → 椭圆形上皮致密斑, 以 Na^+ 和 $2Cl^-$ 为主

球旁细胞 入球出球微A膜平滑肌特化为上皮样细胞 与球内系膜细胞连续

缝隙连接 → 传递信息⑤

3. F: 调节血压、血容、电解质平衡。

distal tubule

2. 远端小管 (单柱)

胞体小; 核近腔面, 质浅
基底纵纹明显 (质膜内褶发达)
侧突广泛
无刷状缘 (微绒毛短、小)

F: ①重吸收 Na^+ , H_2O
②分泌 K^+ , H^+ , 氨
③维持体液酸碱平衡

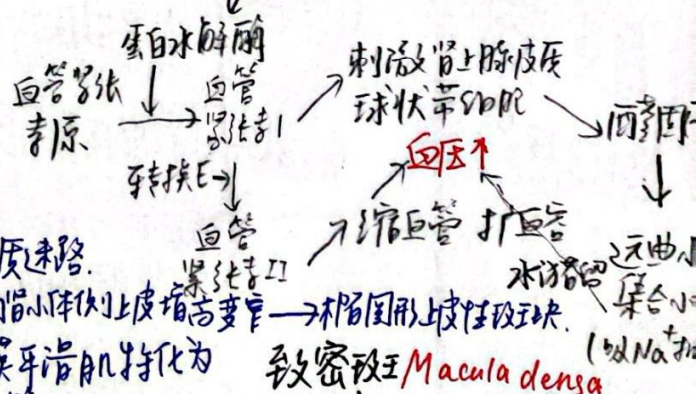
醛固酮 = 保 Na^+ 排 K^+
远曲 远直
髓袢升支的 重要组成部分

↑
抗利尿激素: 促重吸收, 尿液浓缩。

肾小体 { 滤过功能: 滤过屏障
原尿形成。
内分泌功能: 球旁复合体
调节血压、电解质平衡。

球旁细胞

1. 结构: 立方形排列紧密, 分泌颗粒
2. 功能: 肾素 (renin) 入血



1. 结构: 高柱状紧密排列
椭圆形核, 近顶部
(EM) 基部细小, 分支突起

2. F: 离子感受器。
(小管液中 Na^+ ↓ 时, 促 JGC 分泌肾素)