

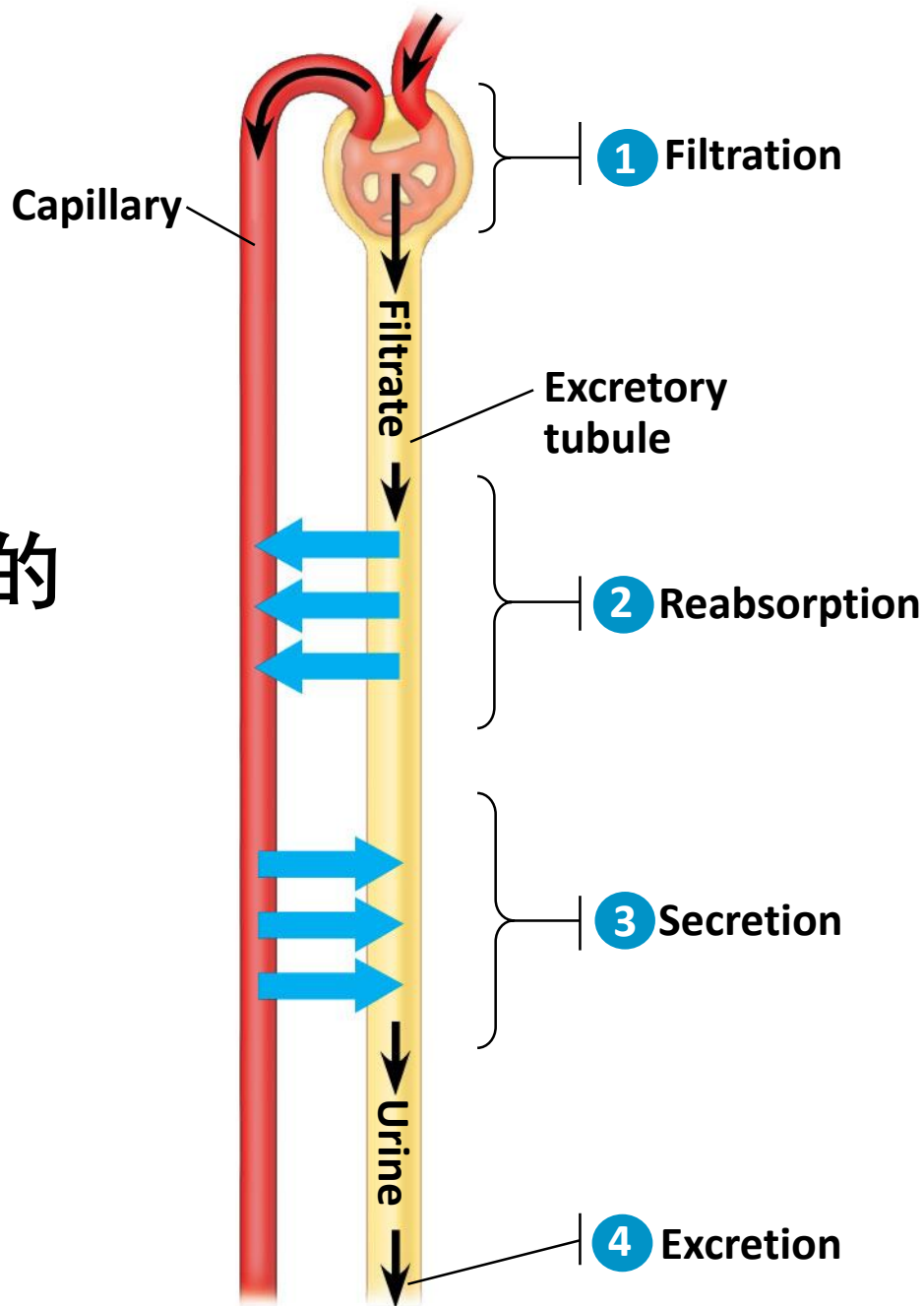
(三) 动物的结构与功能2



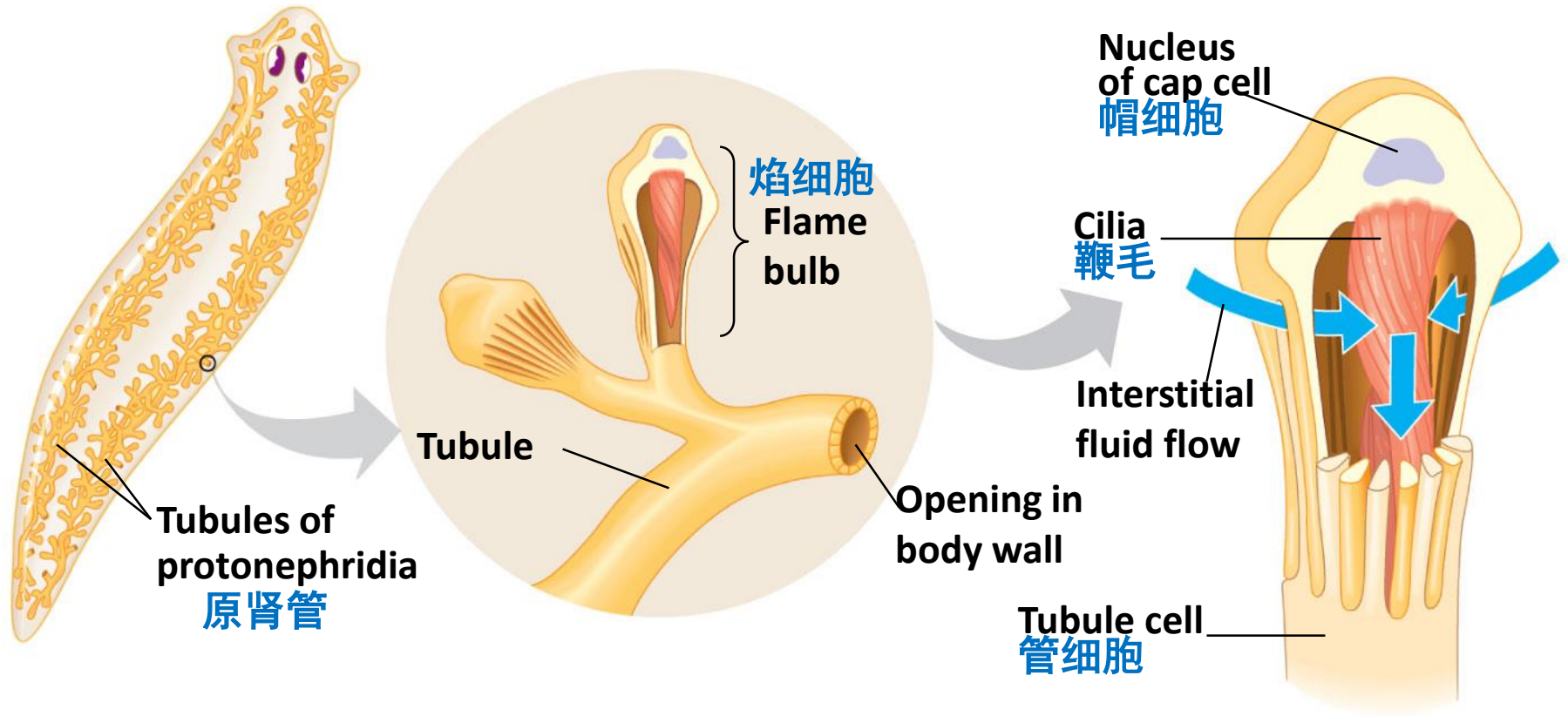
VI. 渗透调节和排泄



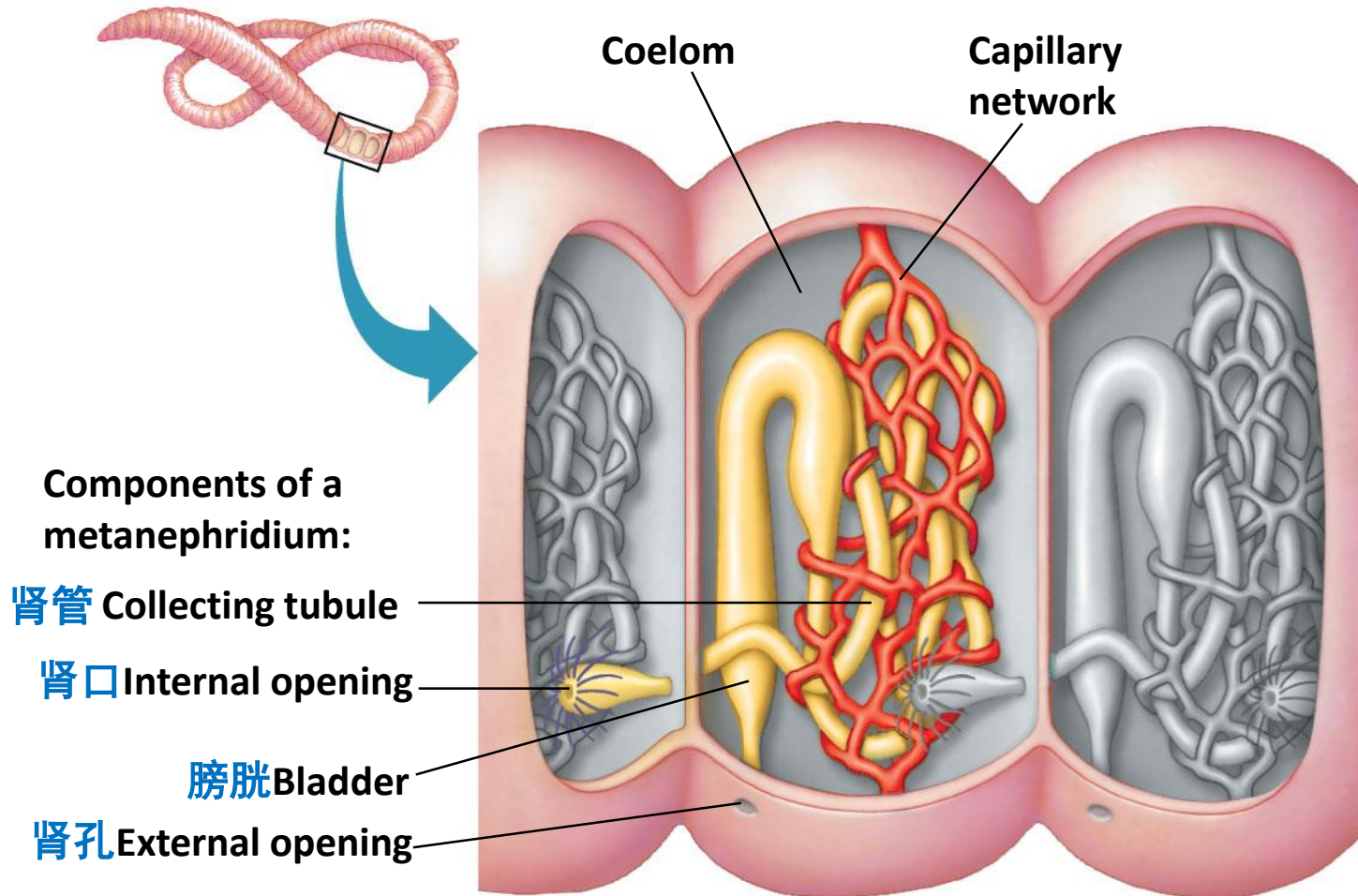
排泄系统的一般结构



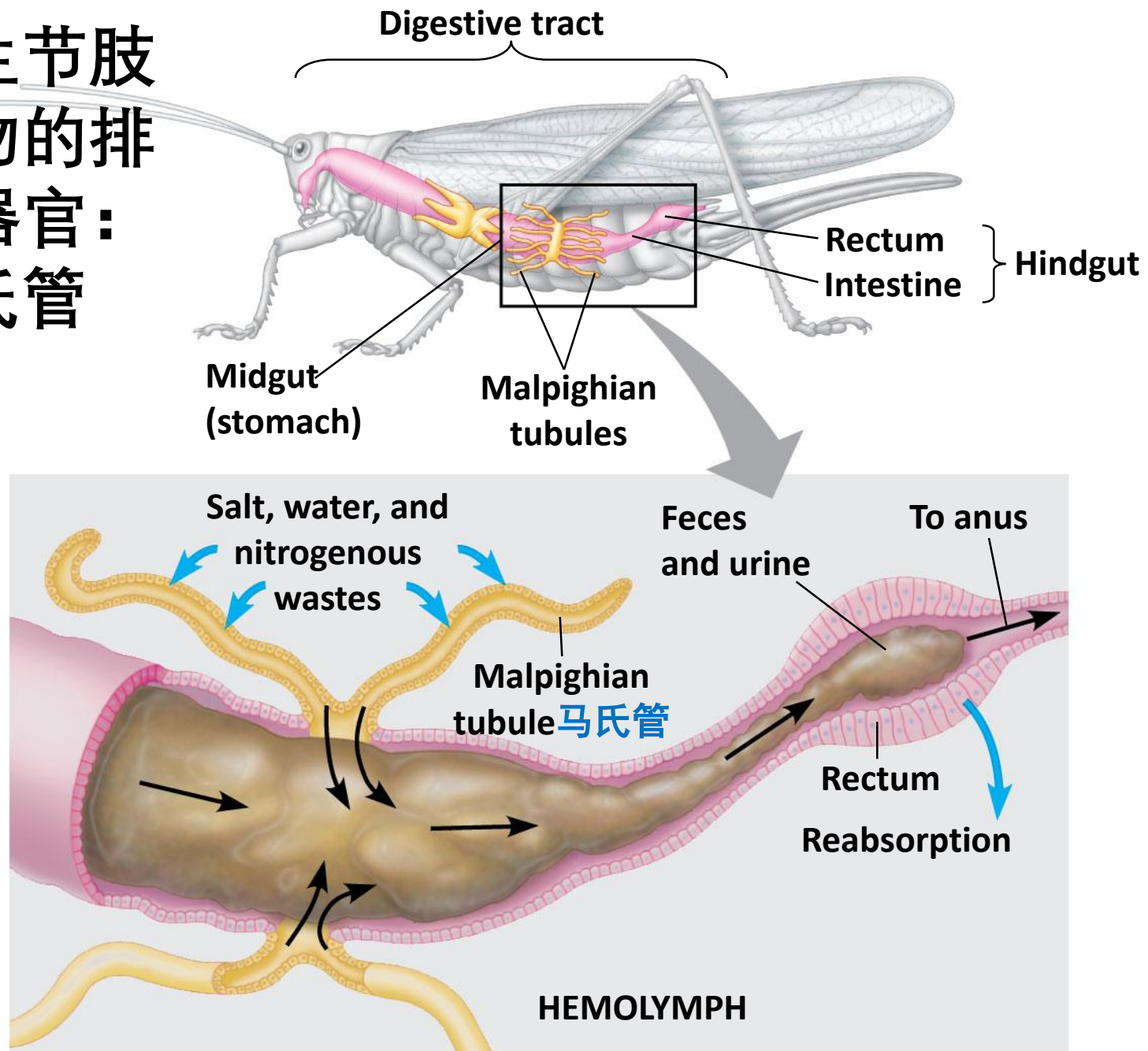
扁形动物的排泄器官：原肾 protonephridium



环节动物的排泄器官：后肾metanephridium

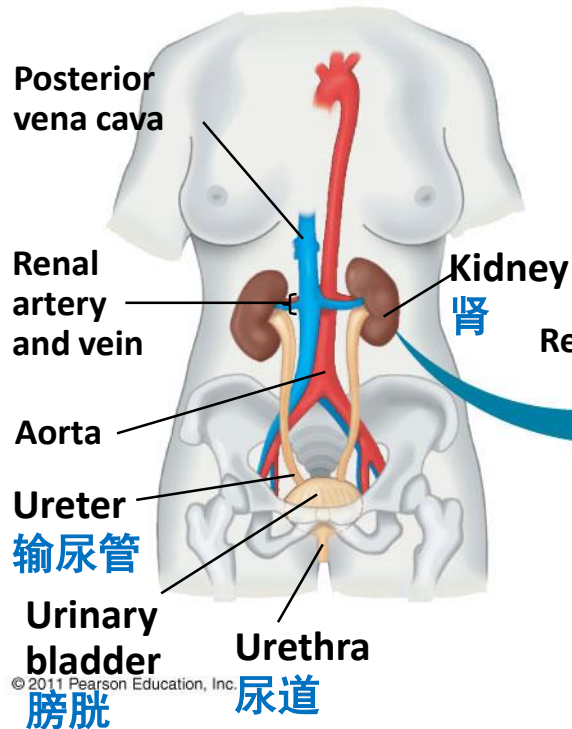


陆生节肢动物的排泄器官： 马氏管

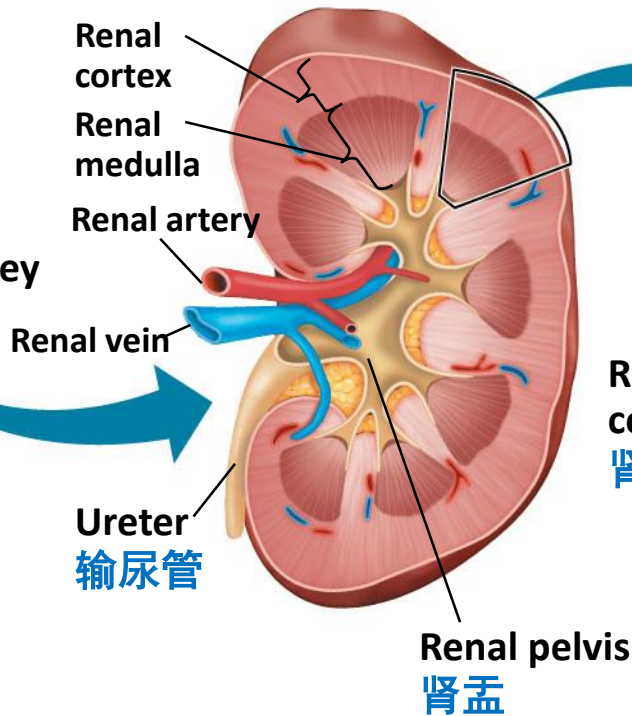


脊椎动物的主要排泄器官：肾

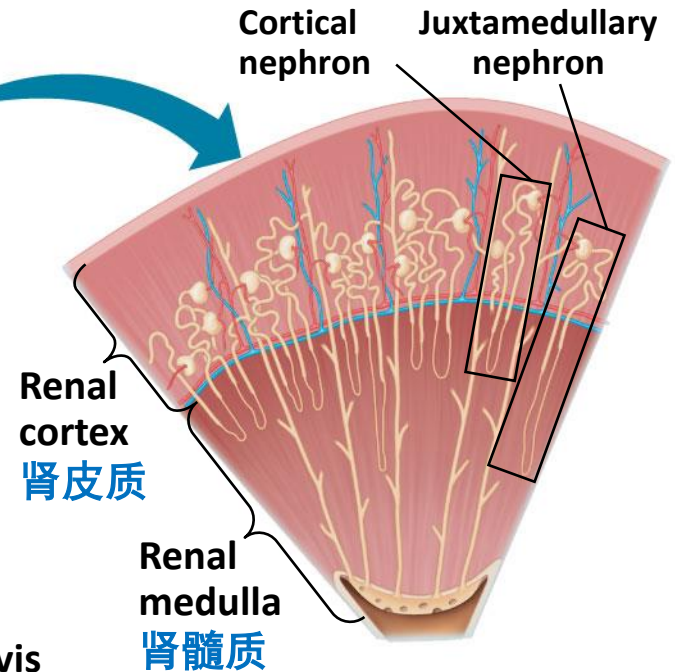
Excretory Organs



Kidney Structure



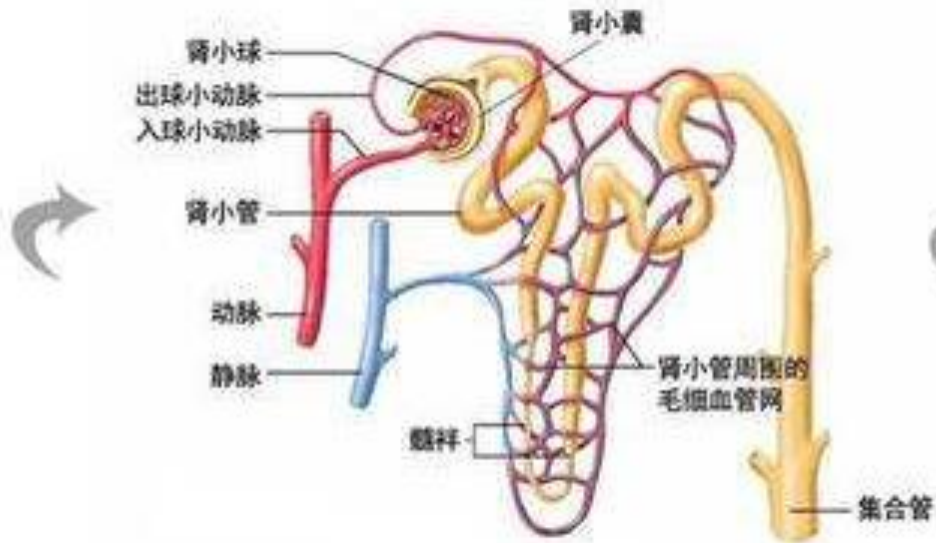
Nephron Types 肾单位



肾单位的结构



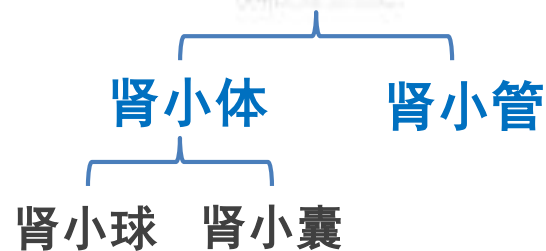
肾

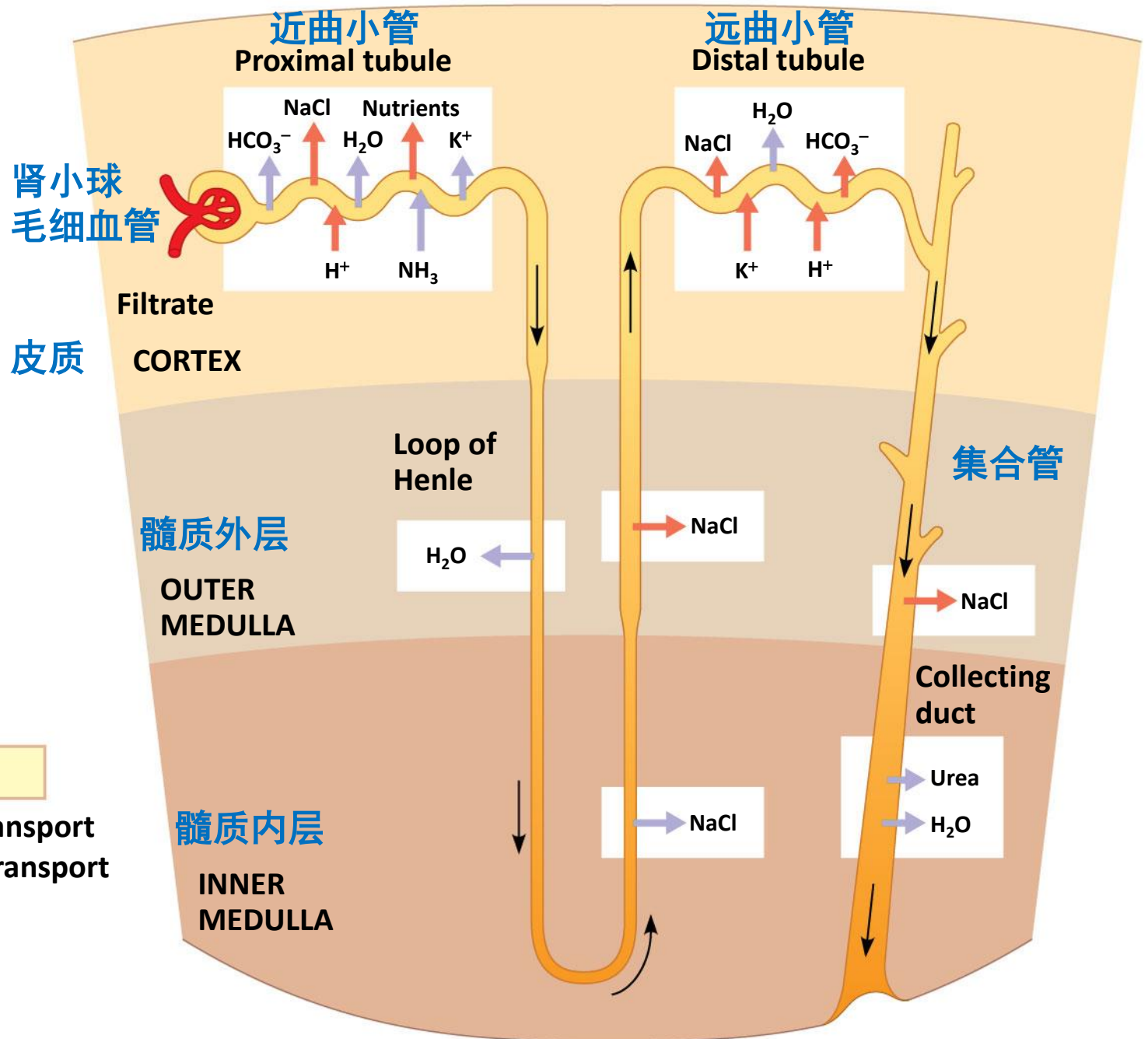


肾单位

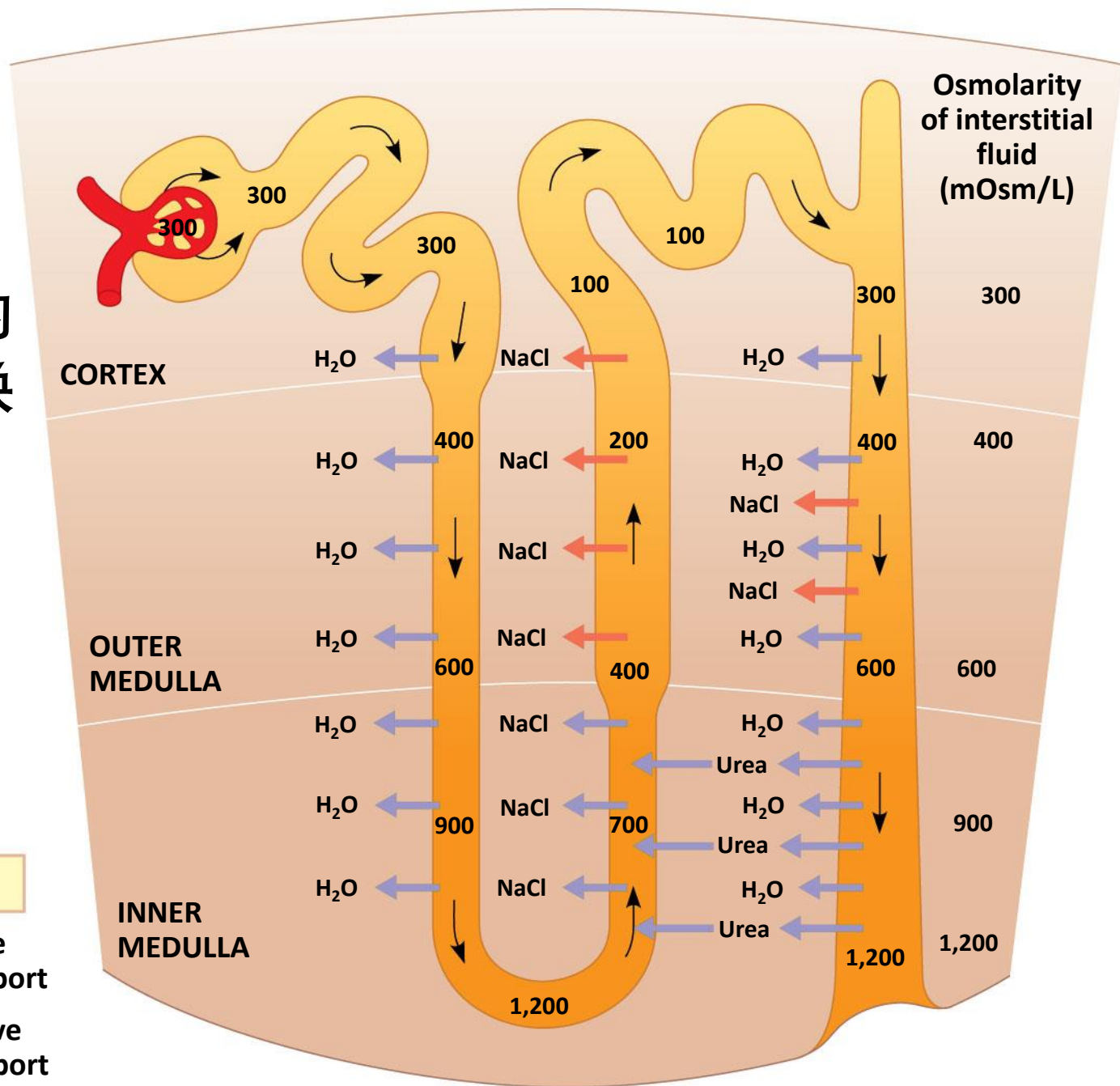


肾小体

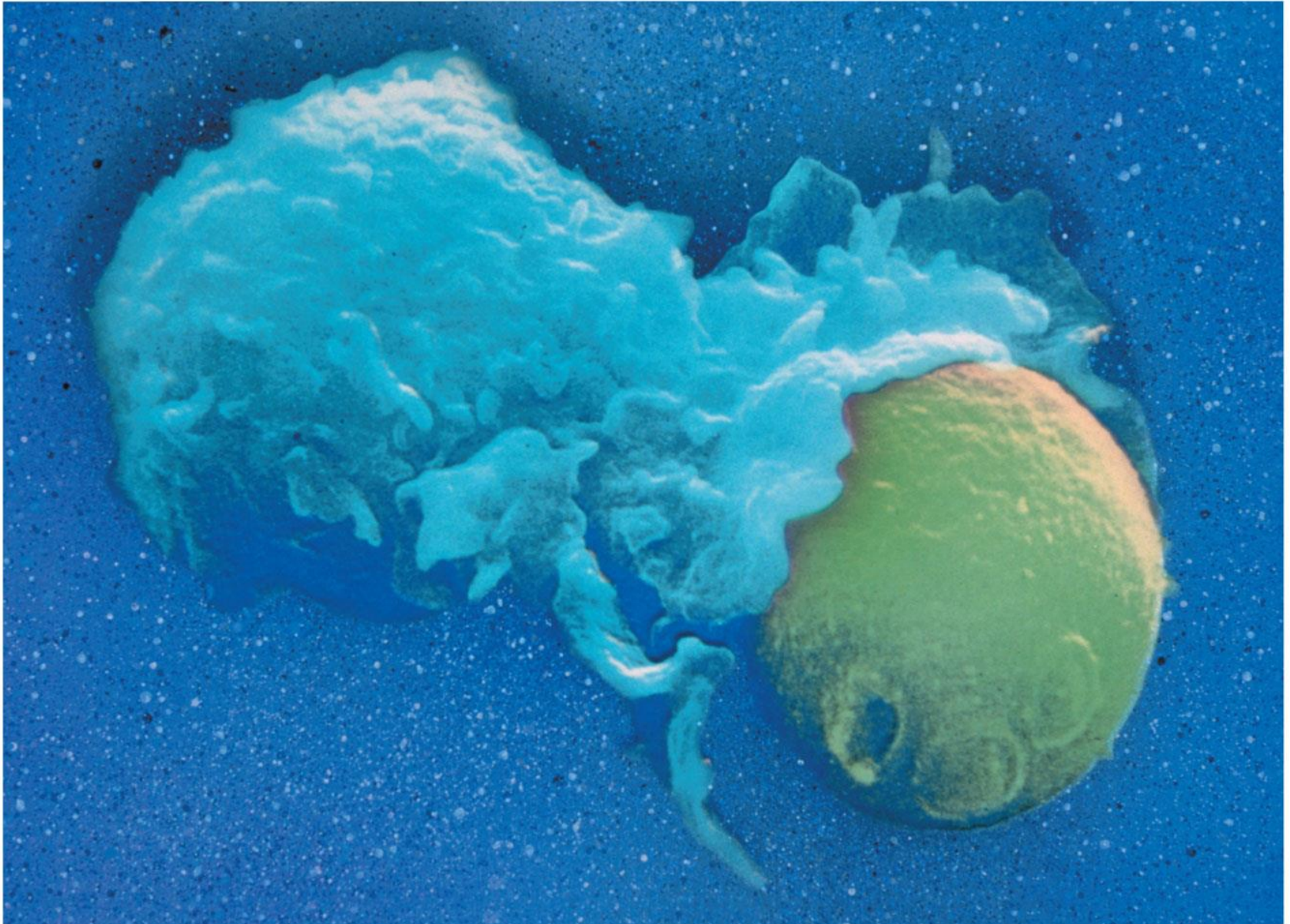




尿生成的 逆流交换 机制



V. 免疫系统



免疫系统

- **病原体**(pathogen)包括可能引起动物产生疾病的多种微生物(如细菌、真菌、原生生物、病毒)和寄生虫等。
- **免疫系统**(immune system)识别病原体并产生免疫细胞和蛋白对其进行反应
- 所有动物都具有**固有免疫**(innate immunity), 也称**先天免疫、非特异性免疫**
- 脊椎动物还具有**适应性免疫** (adaptive immunity), 也称**获得性免疫、特异性免疫**

固有免疫系统

- 所有动植物均具有固有免疫
- 固有免疫是生物先天具备的免疫系统
- 固有免疫系统包括**组织屏障**、**固有免疫细胞**和**固有免疫分子**
- 固有免疫具有**非特异性**，识别一类细菌、病毒等
- 在脊椎动物中，固有免疫反应迅速，是机体应对病原物最先启动的免疫反应，也是适应性免疫的基础



无脊椎动物的固有免疫系统

- 昆虫的**几丁质外骨骼**构成对病原体的第一道屏障
- 消化道内壁具**几丁质**，并分泌**溶菌酶**(lysozyme)可以消化细菌的细胞壁
- 体腔内血淋巴中循环的**血淋巴细胞**(hemocytes)是昆虫的主要免疫细胞，可进行**吞噬作用**(phagocytosis)将病原微生物内吞和消灭
- 血淋巴细胞还可以分泌**抗微生物肽**(antimicrobial peptide)，破坏细菌、真菌等的细胞膜



脊椎动物的固有免疫系统

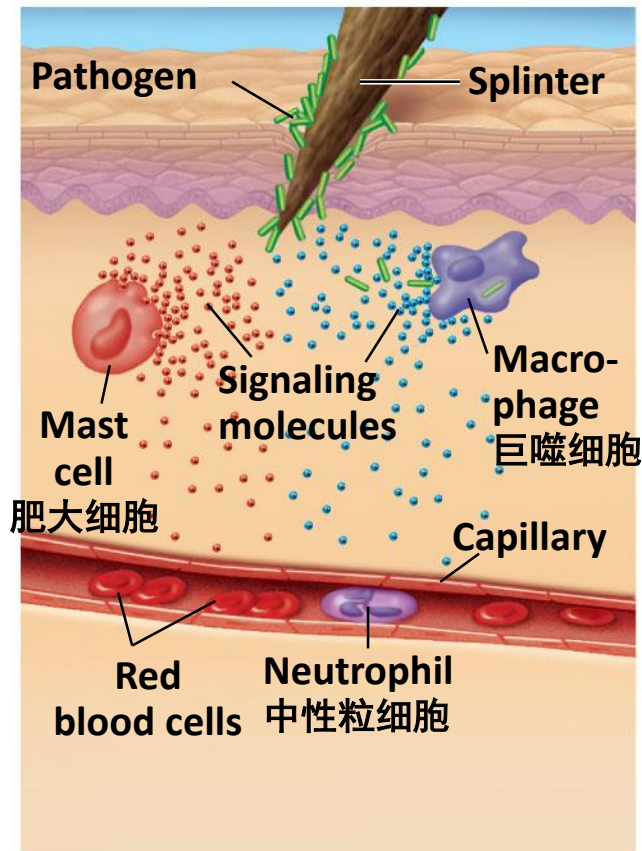
- 体表防御 (皮肤、黏膜、黏液、胃酸、溶菌酶)
- 固有免疫细胞
 - 吞噬作用(中性粒细胞、巨噬细胞)
 - 树突状细胞、嗜酸性粒细胞
 - 自然杀伤细胞(NK细胞)
- 固有免疫蛋白
 - 抗微生物肽
 - 干扰素(interferons)及补体蛋白
- 炎症反应(inflammatory response)

固有免疫细胞

- 吞噬作用
 - 中性粒细胞 (neutrophil): 血液
 - 巨噬细胞 (macrophage): 血液、组织
- 树突状细胞 (dendritic cell): 皮肤; 激活适应性免疫反应
- 嗜酸性粒细胞 (eosinophil): 上皮组织附近; 分泌酶应对多细胞寄生虫
- NK细胞 (natural killer cells): 识别病毒或癌细胞, 释放促细胞死亡的物质

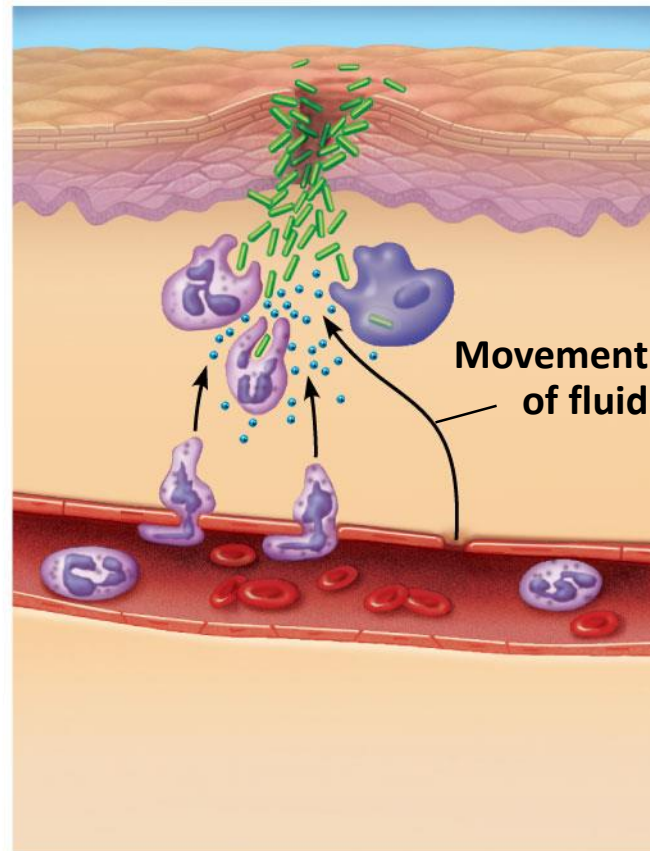
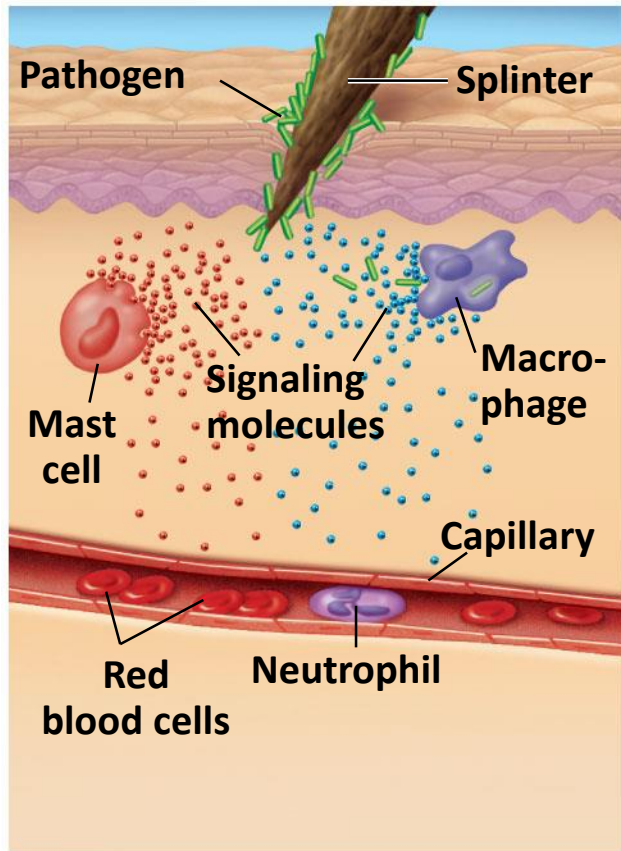
炎症反应

- 局部皮肤受损引发疼痛、红肿、发热的反应
- 全身的炎症反应——发烧



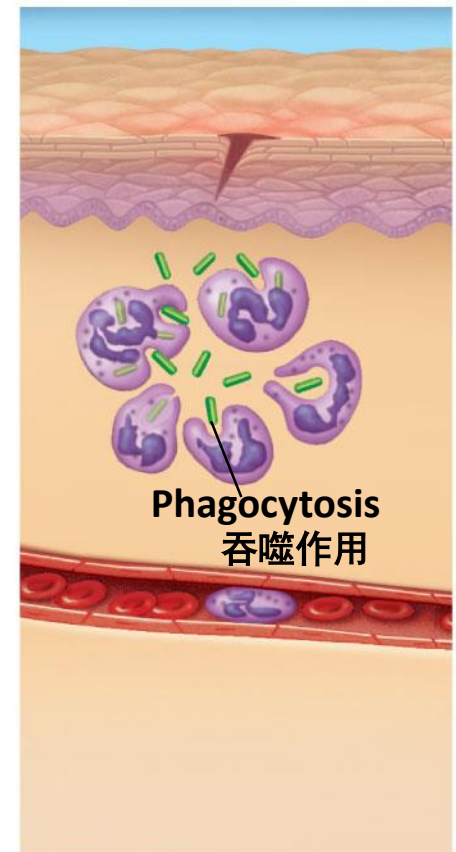
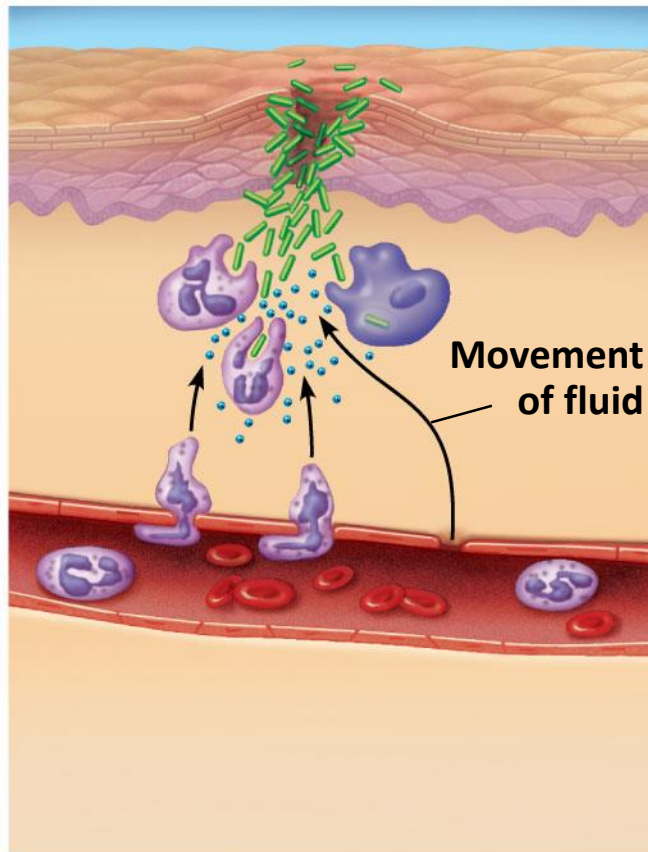
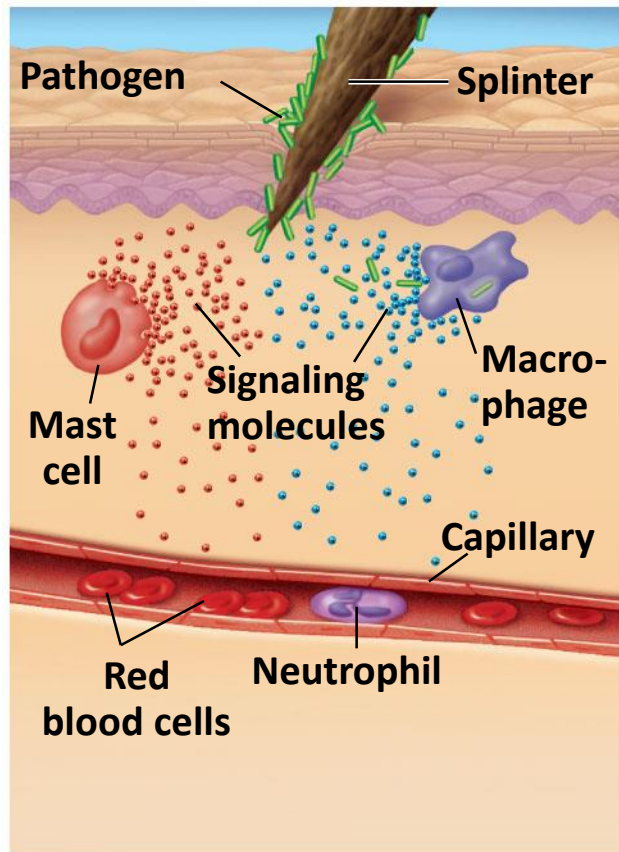
© 2011 Pearson Education, Inc.

- 结缔组织中的**肥大细胞**(mast cell)释放**组胺**(histamine), 促使毛细血管扩张, 通透性增加; 造成发红发热
- **巨噬细胞**释放信号吸引**中性粒细胞**



© 2011 Pearson Education, Inc.

- 毛细血管中的液体、蛋白质逸出，造成肿胀
- 中性粒细胞和抗微生物肽从毛细血管进入组织



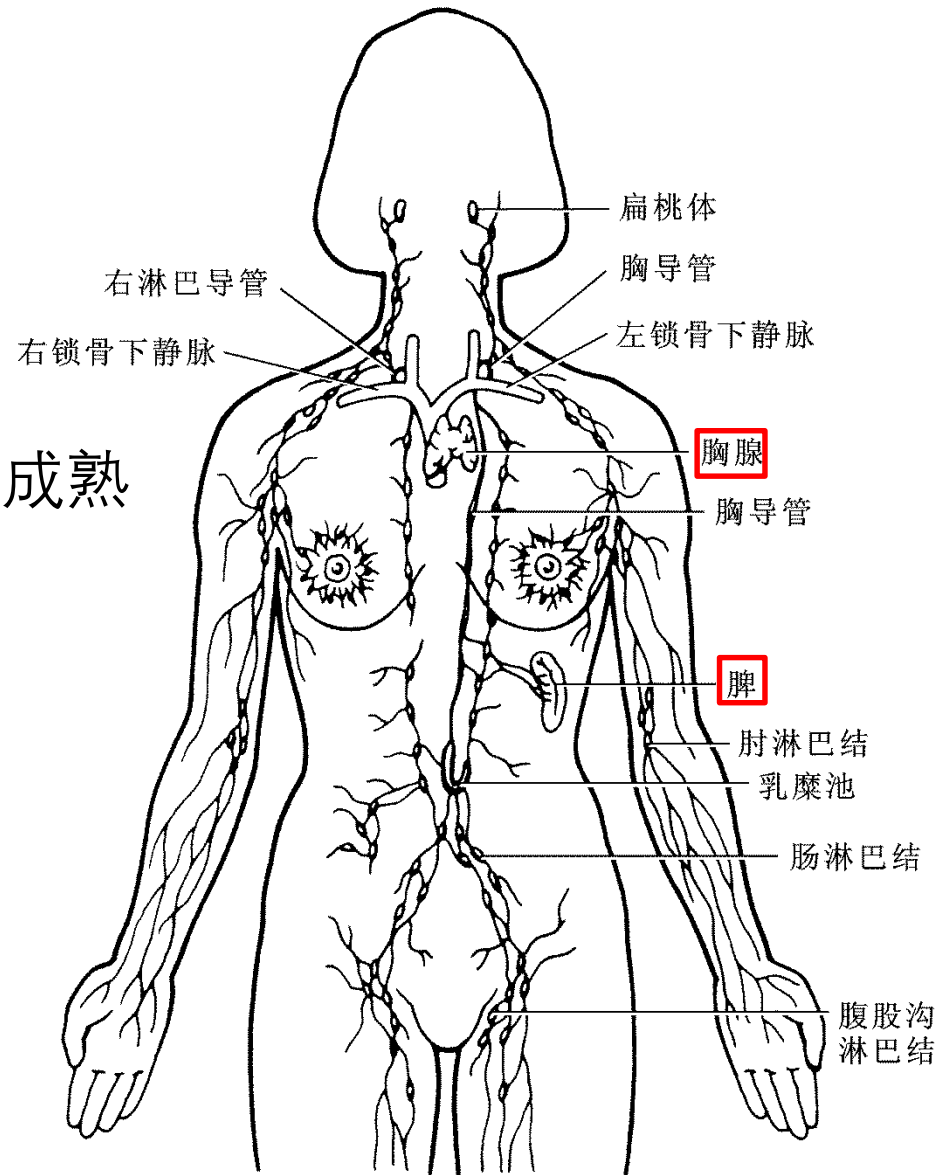
© 2011 Pearson Education, Inc.

- 巨噬细胞、中性粒细胞吞噬病原体
- 巨噬细胞、中性粒细胞等释放细胞因子(cytokines), 促进炎症反应
- 白细胞、坏死组织、死亡病原体等形成脓液

人体的淋巴系统

淋巴器官：

- **骨髓(bone marrow)**
制造血细胞； B淋巴细胞成熟
- **淋巴结(lymph node)**
巨噬细胞清除细菌
- **脾(spleen)**
净化血液
- **胸腺(thymus)**
T淋巴细胞成熟



人体的淋巴系统

- 毛细淋巴管吸收多余的组织液(淋巴液)
- 淋巴液在淋巴管内单向流动
- 最后汇入左右锁骨下静脉

淋巴系统的功能

- 回收多余组织液转运回循环系统
- 小肠绒毛中的毛细淋巴管吸收脂肪
- 免疫细胞参与免疫反应

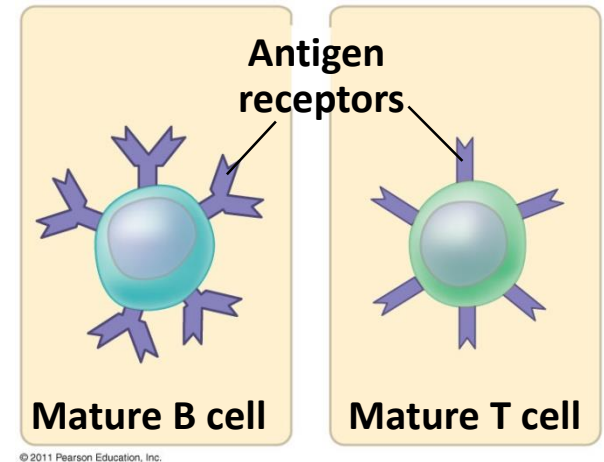
脊椎动物的适应性免疫系统

- 适应性免疫是针对**特定病原体**发生的免疫应答
(immune response)

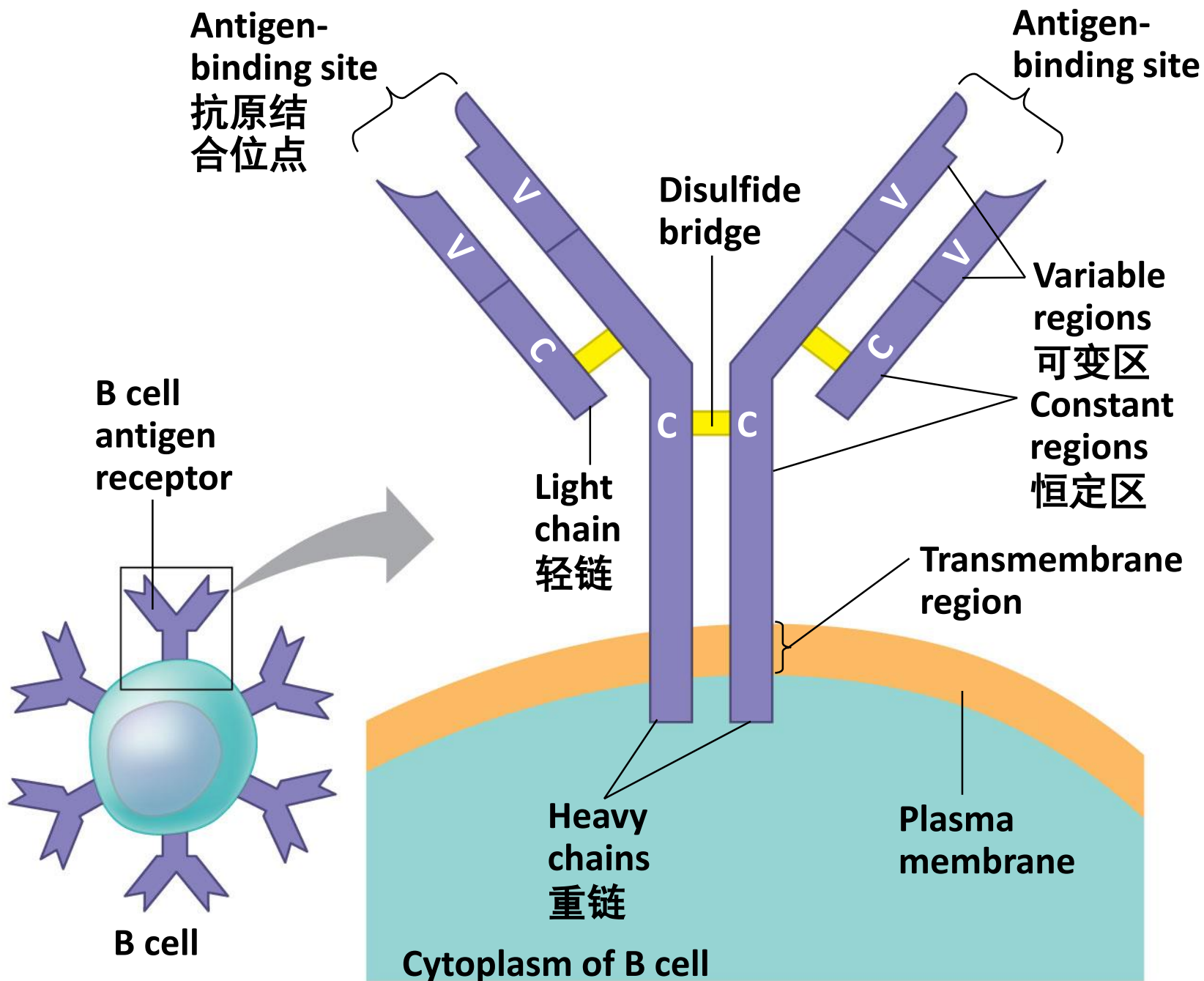
- 两类淋巴细胞起重要作用

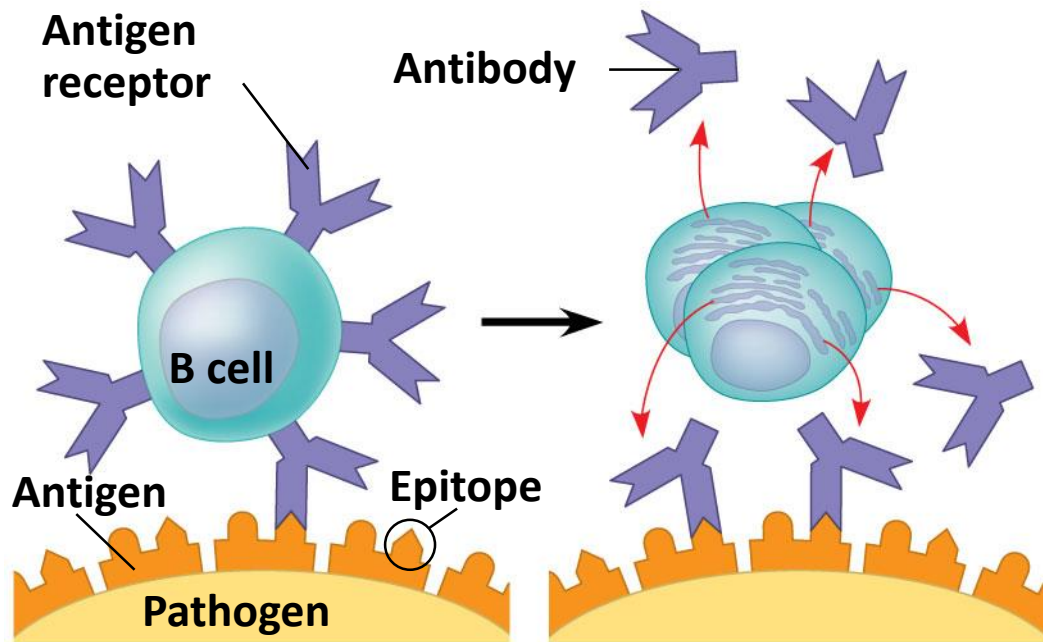
T cells: 胸腺(thymus) 中成熟

B cells: 骨髓(bone marrow)中成熟

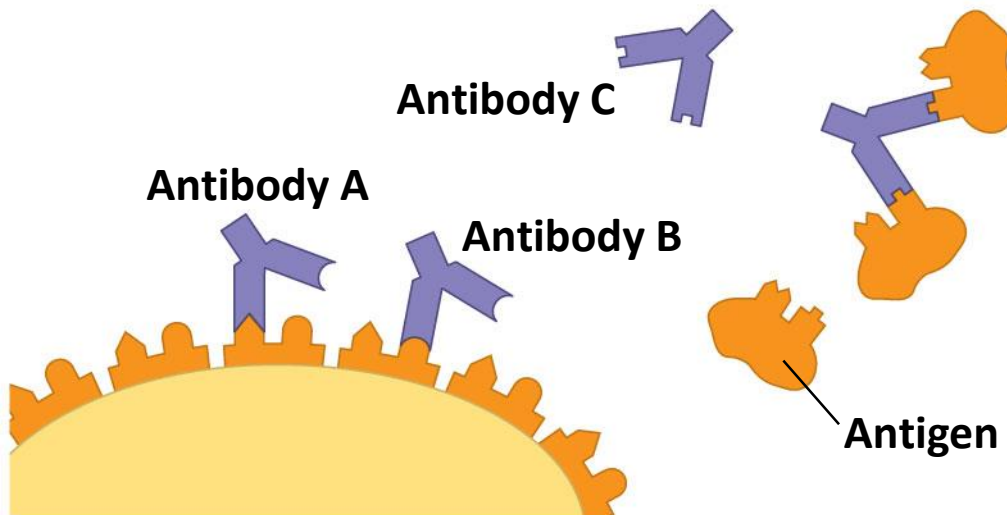


- 病原体表面**抗原**(antigen)被特定淋巴细胞表面**抗原受体**(antigen receptor)识别
- **抗原决定基**(epitope): 抗原受体结合位点





(a) B cell antigen receptors and antibodies

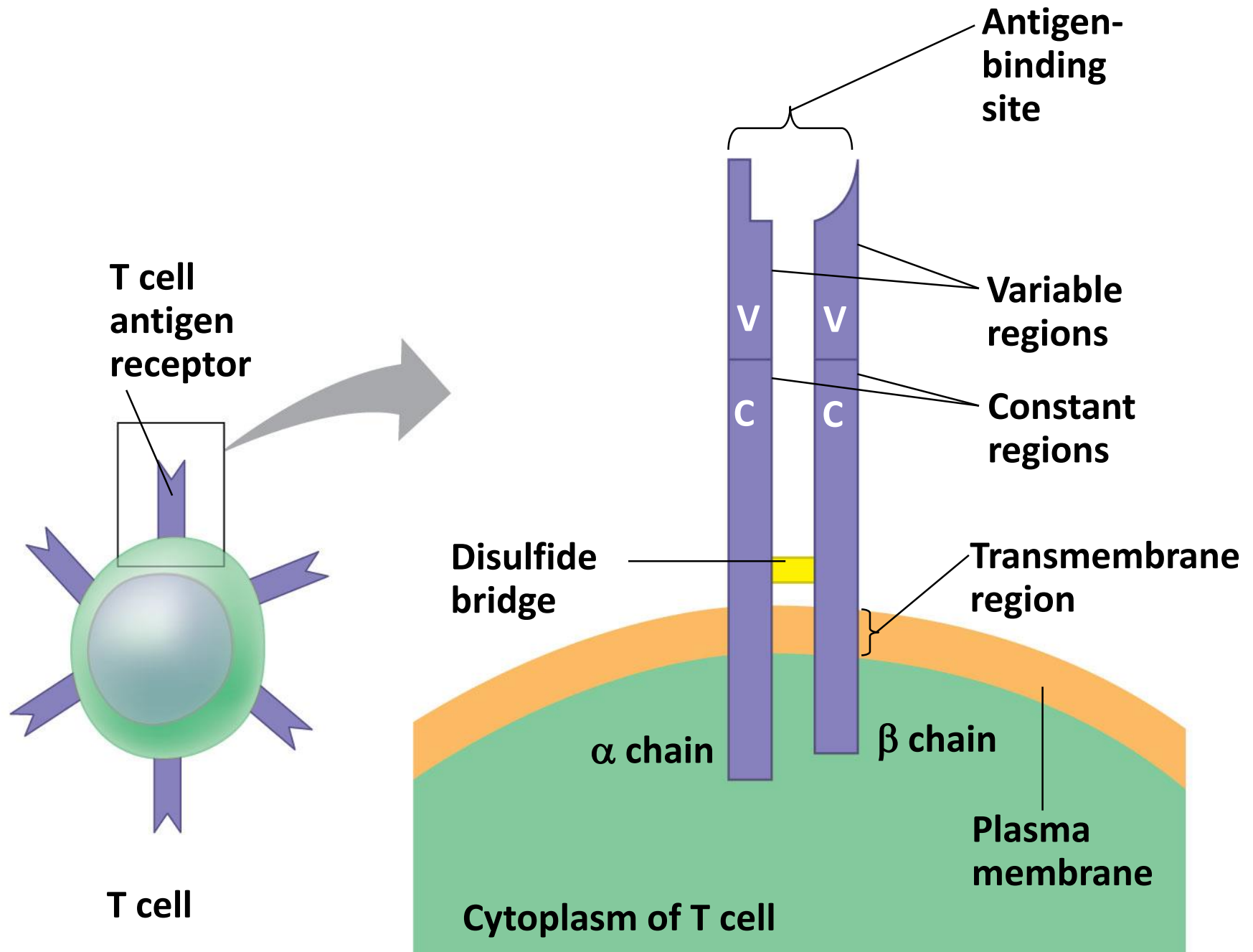


(b) Antigen receptor specificity

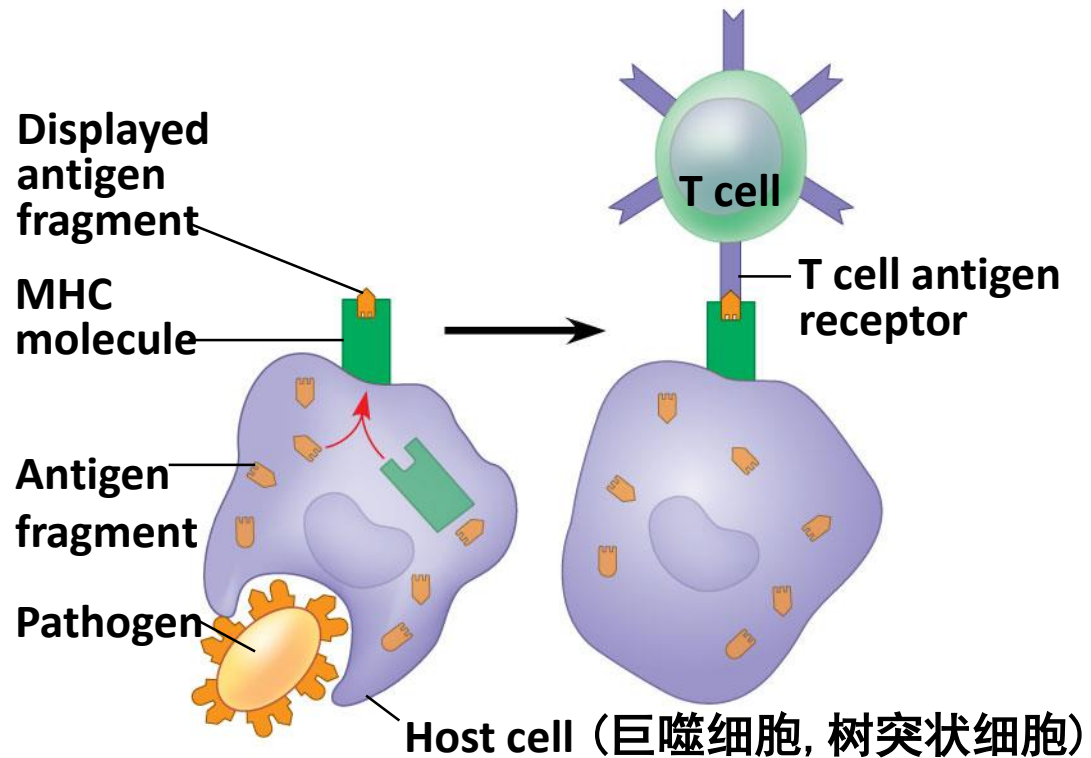
抗体，也称
免疫球蛋白
(immunoglobulin, Ig)

抗体“标签”帮助
吞噬细胞和补体
蛋白消灭病原体

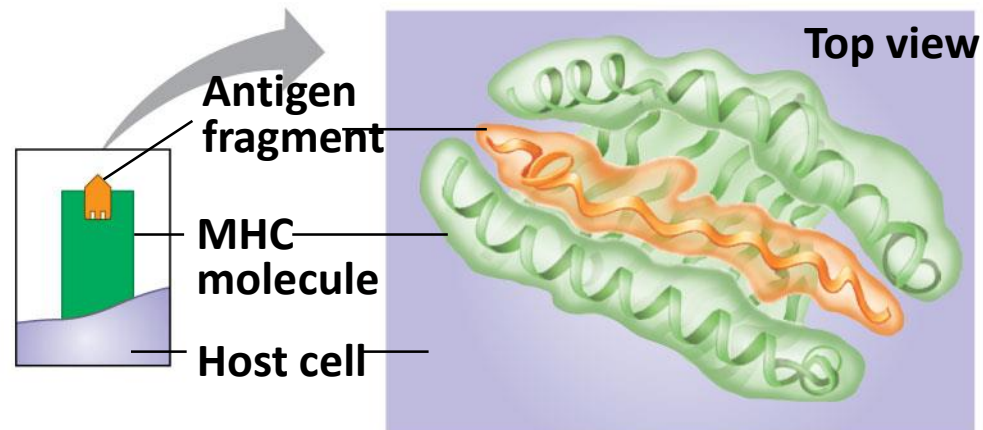
- 不同抗体可以识别同一抗原的不同抗原决定基
- 抗体能识别细胞表面及游离的抗原



- 抗原呈递
(antigen presentation)
- 主要组织相容性复合体
(major histocompatibility complex, MHC)



(a) Antigen recognition by a T cell



(b) A closer look at antigen presentation

淋巴细胞的特点

- 淋巴细胞及其抗原受体具有多样性
- 对自身细胞和分子不发生免疫反应
- 激活后大量增殖
- 具有免疫记忆

B cell 轻链的产生

DNA of
undifferentiated
B cell



1 Recombination deletes DNA between
randomly selected V segment and J segment

DNA of
differentiated
B cell



2 Transcription

pre-mRNA



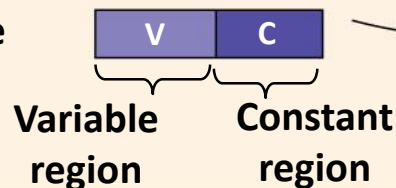
3 RNA processing

mRNA



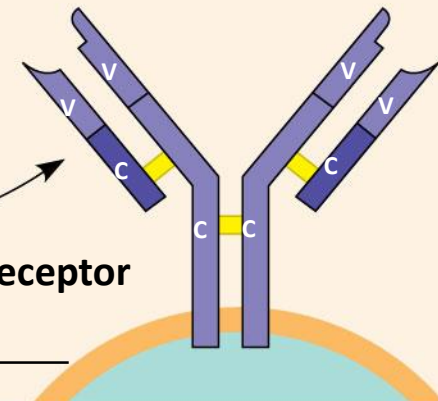
4 Translation

Light-chain polypeptide



Antigen receptor

B cell



淋巴细胞的增殖

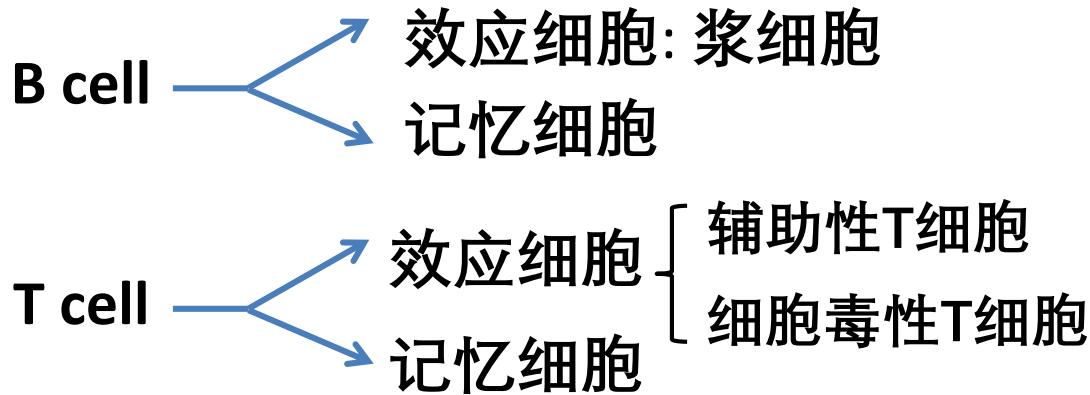
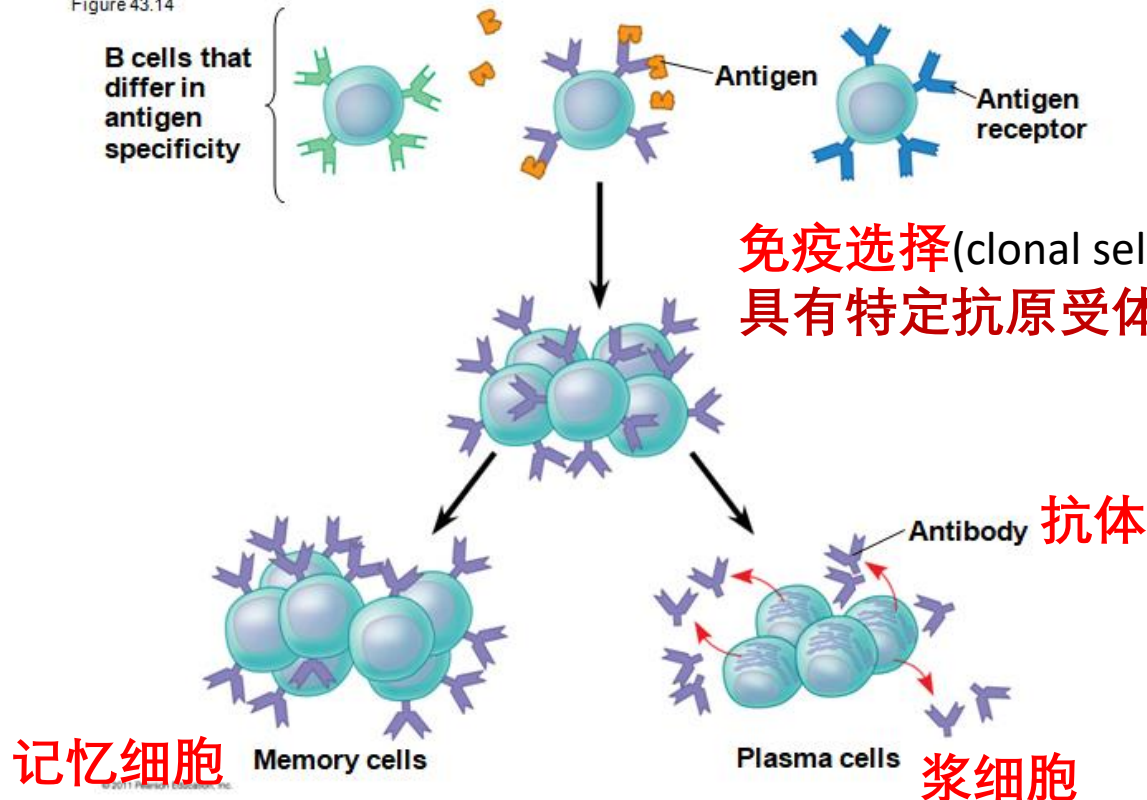
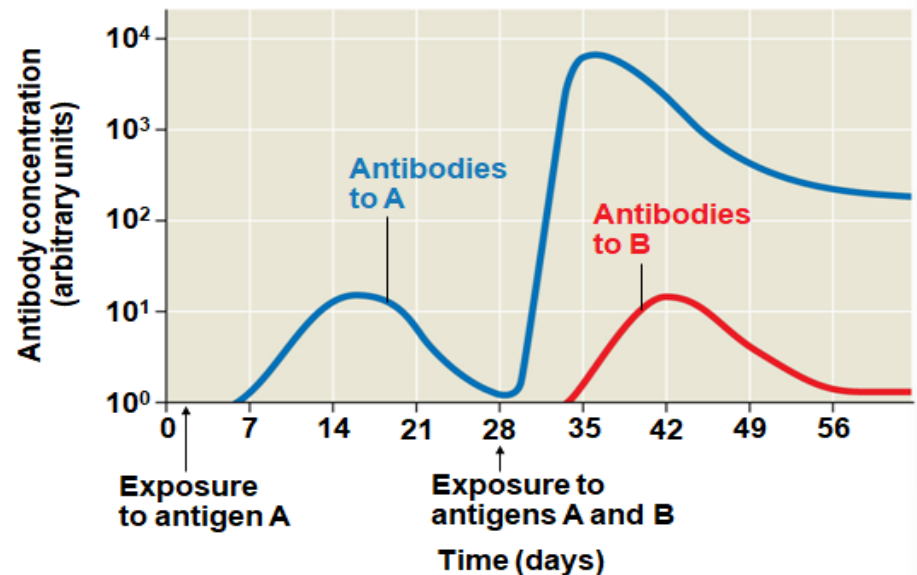


Figure 43.14



免疫记忆

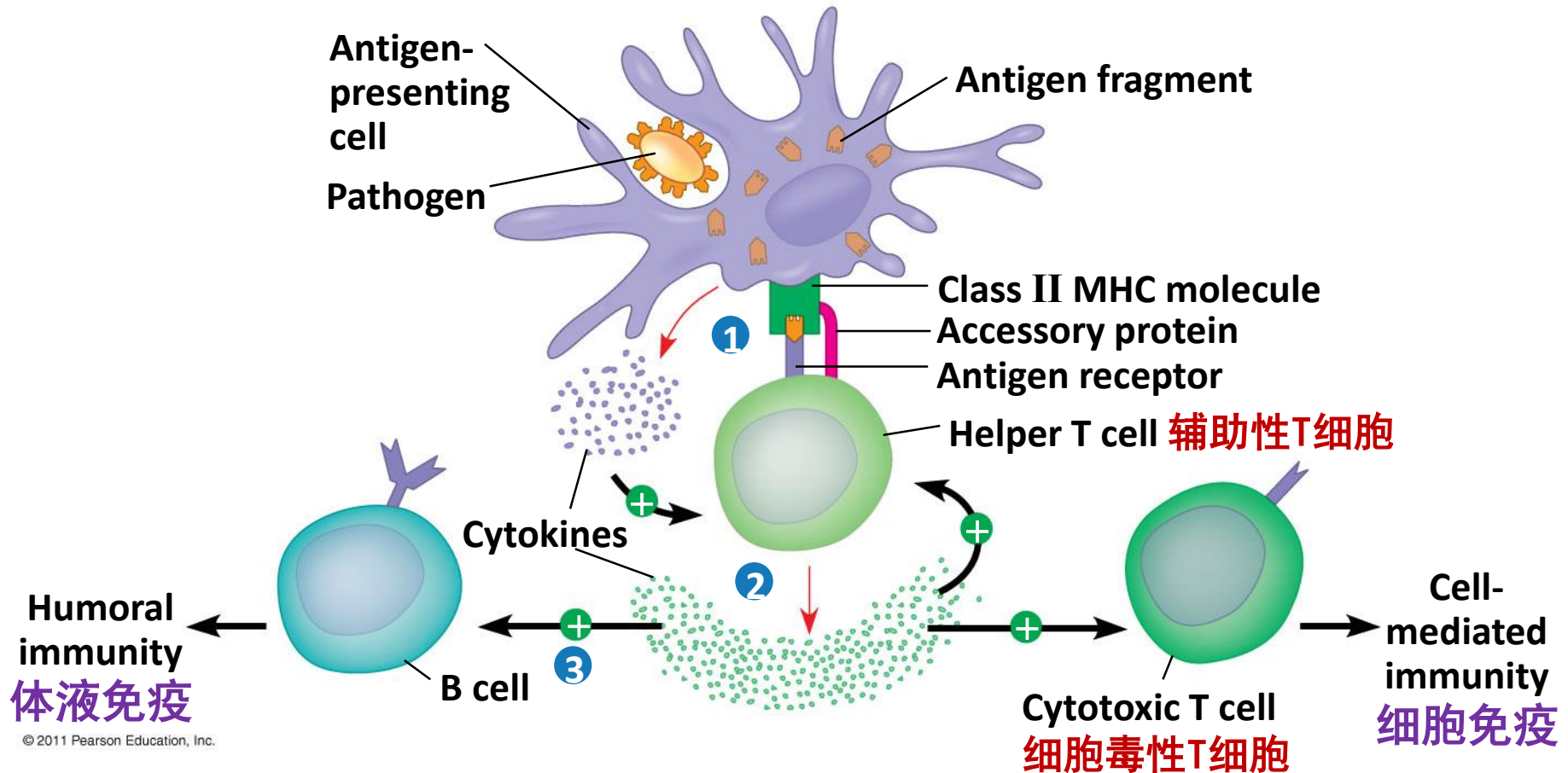
- 初次免疫应答(primary immune response)
10~17天; **效应细胞**作用
- 再次免疫应答(secondary immune response)
2~7天; **记忆细胞**作用; 反应更强更久
- 免疫记忆是机体面临同种病原物 (或疫苗)
再次侵袭能快速反应的机制



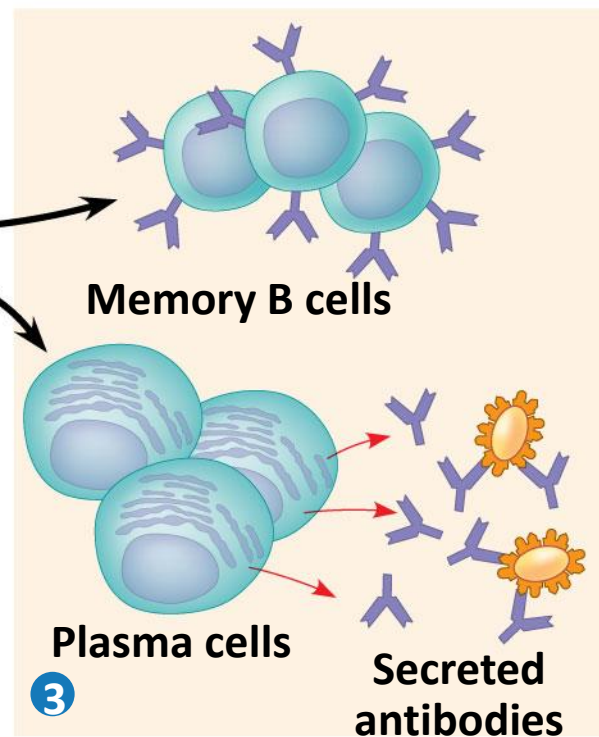
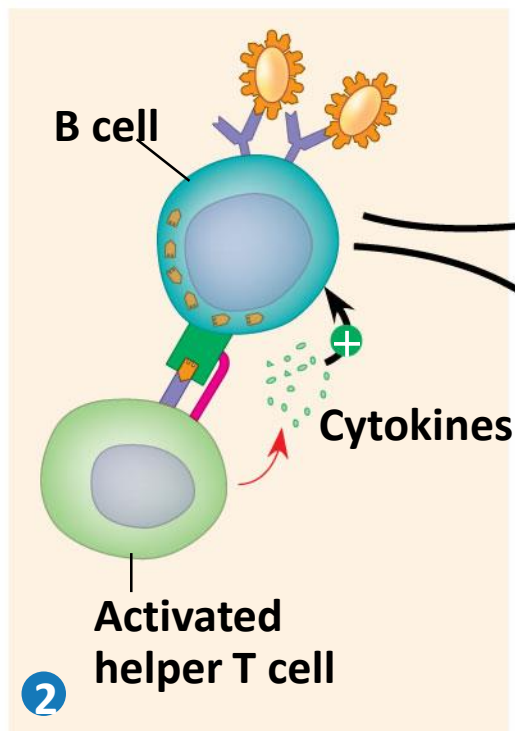
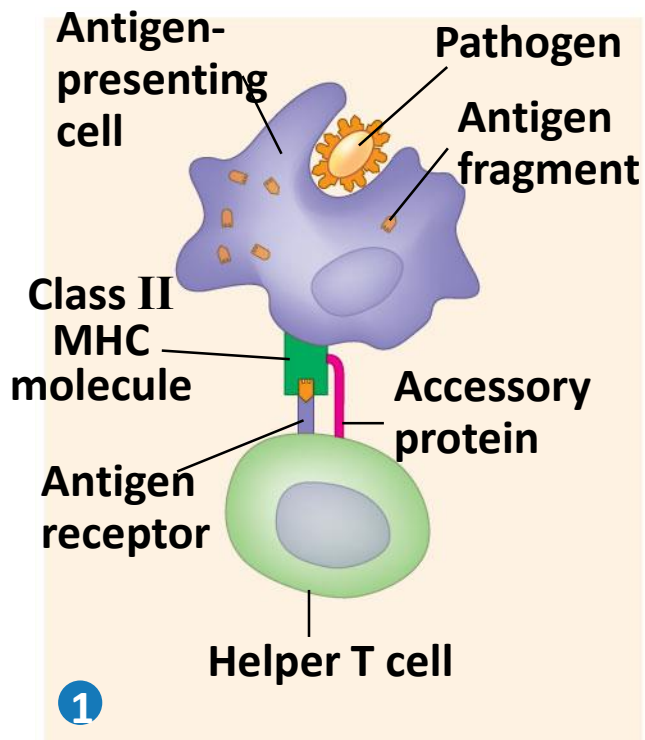
体液免疫和细胞免疫

- 适应性免疫可分为体液免疫和细胞免疫
- **体液免疫**：B cell分泌的抗体清除体液（血液、淋巴）中的病原体或毒素
- **细胞免疫**：特化的T cell直接对抗被病原体感染的细胞、癌细胞、异体细胞等
- **辅助性T细胞**激活体液免疫和细胞免疫
- 体液免疫和细胞免疫均有初次和再次免疫应答

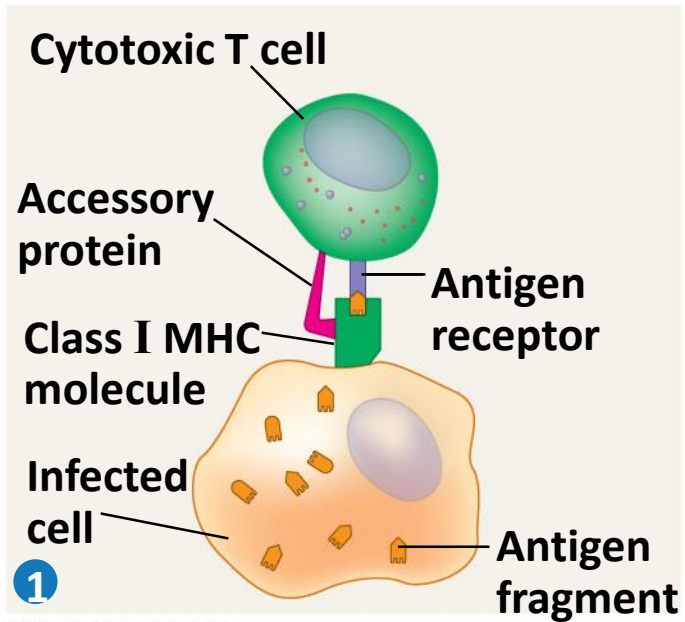
辅助性T细胞激活体液免疫和细胞免疫



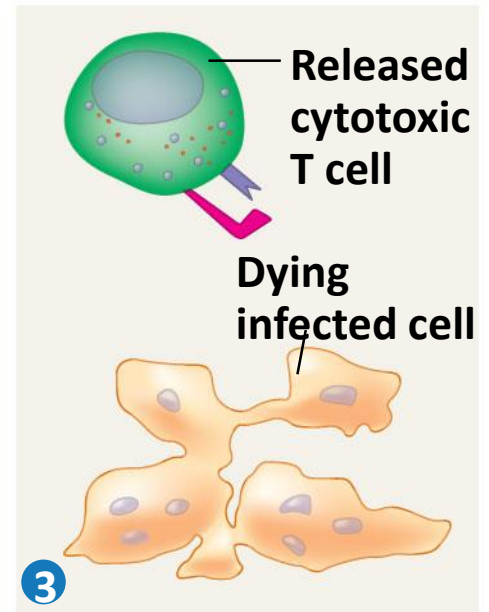
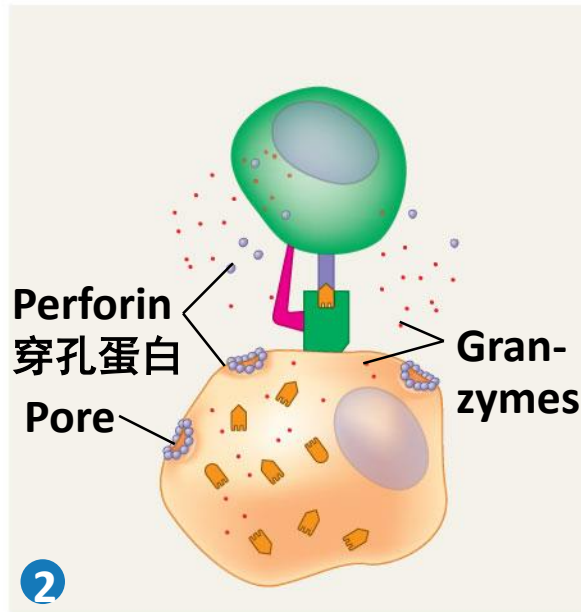
B cell介导体液免疫



细胞毒性T细胞介导细胞免疫

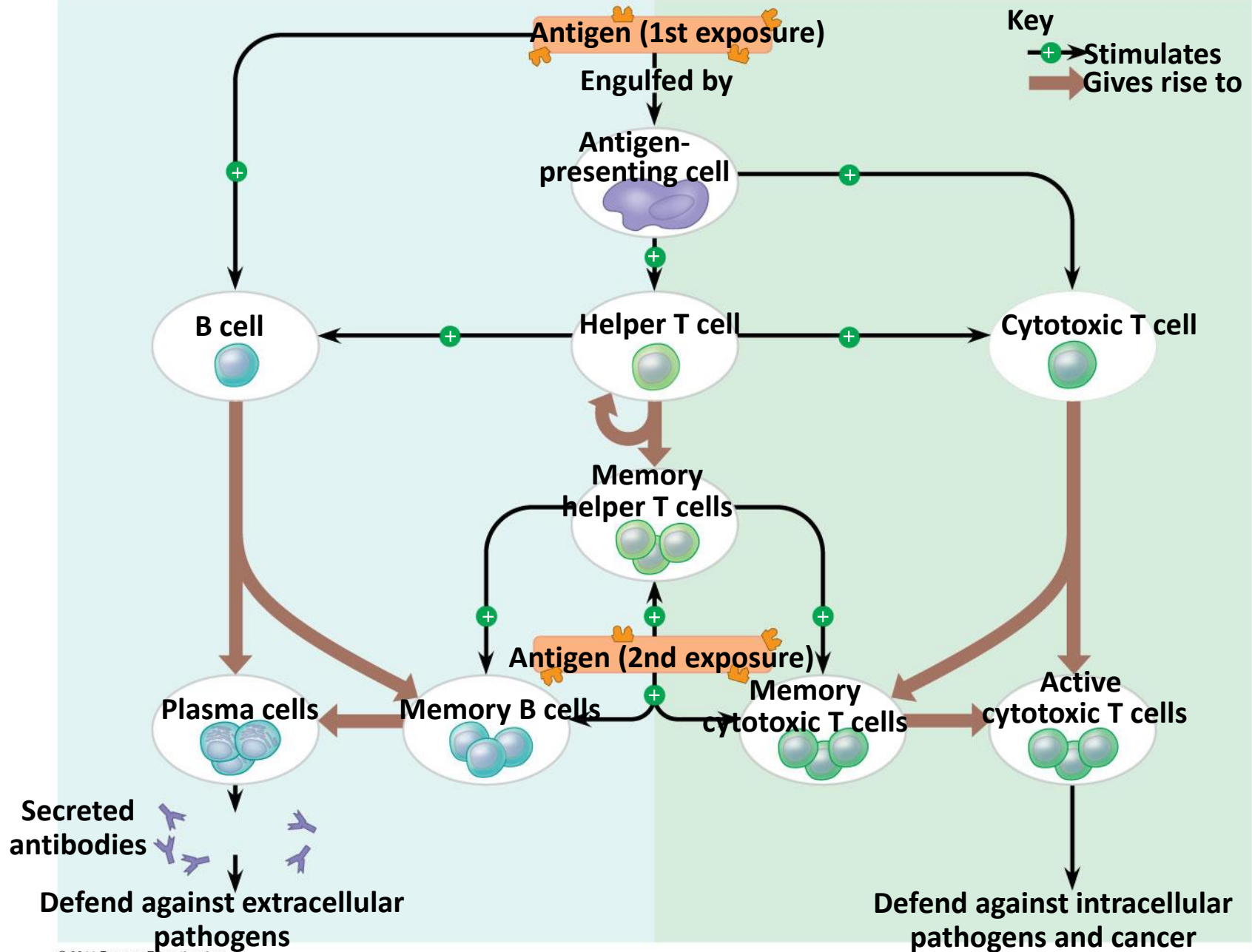


© 2011 Pearson Education, Inc.



Humoral (antibody-mediated) immune response

Cell-mediated immune response



主动免疫和被动免疫

- 主动免疫(active immunity)

应用：免疫接种(immunization) 或接种疫苗(vaccination) ——诱发机体免疫应答

- 被动免疫(passive immunity)

应用：抗体(抗血清)注射

免疫系统疾病

- 过敏反应
- 自身免疫疾病（红斑狼疮、类风湿性关节炎）
- 免疫系统缺陷
- 人免疫缺陷病毒(human Immunodeficiency virus, HIV)
- 癌症

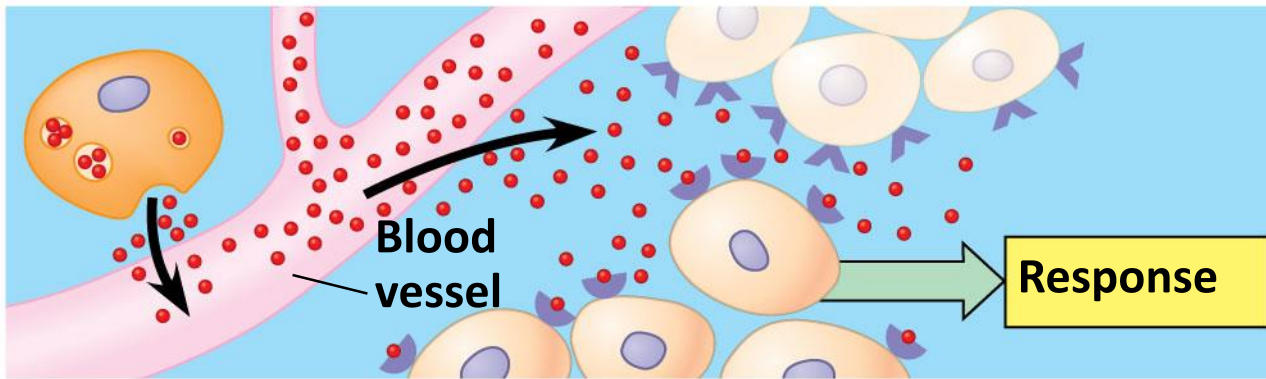
VI. 激素和内分泌系统



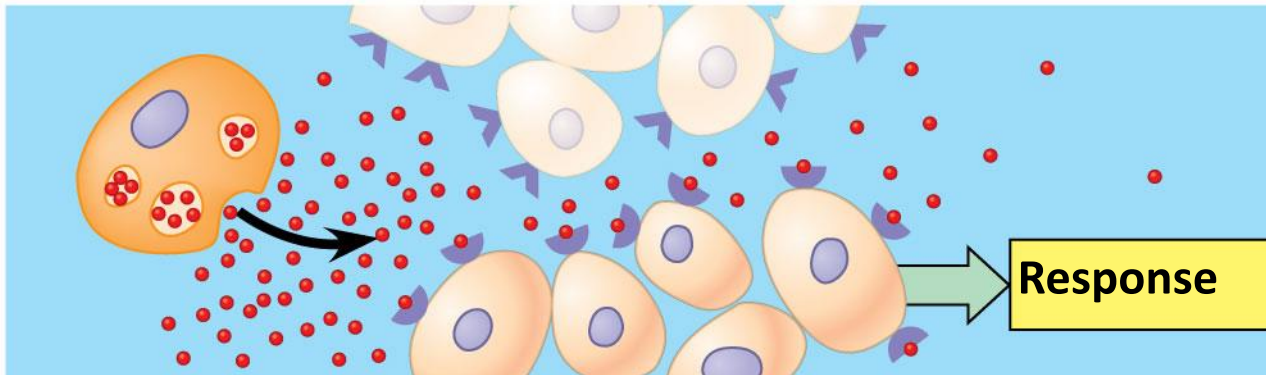
内分泌系统

Endocrine system

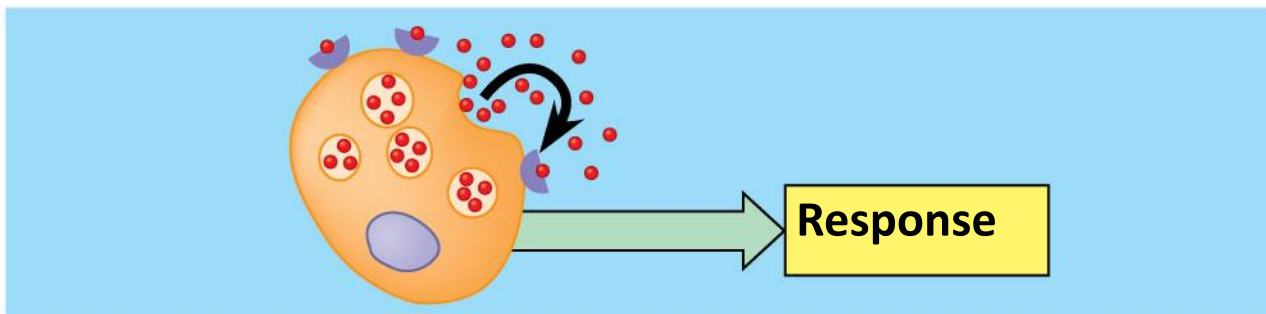
- 特定细胞分泌**激素**（hormones）通过体液运输到靶细胞发挥功能
- 靶细胞表达特定激素受体（receptor）
- 远程、长效
- 调节机体稳态、生长、发育、生殖、代谢等



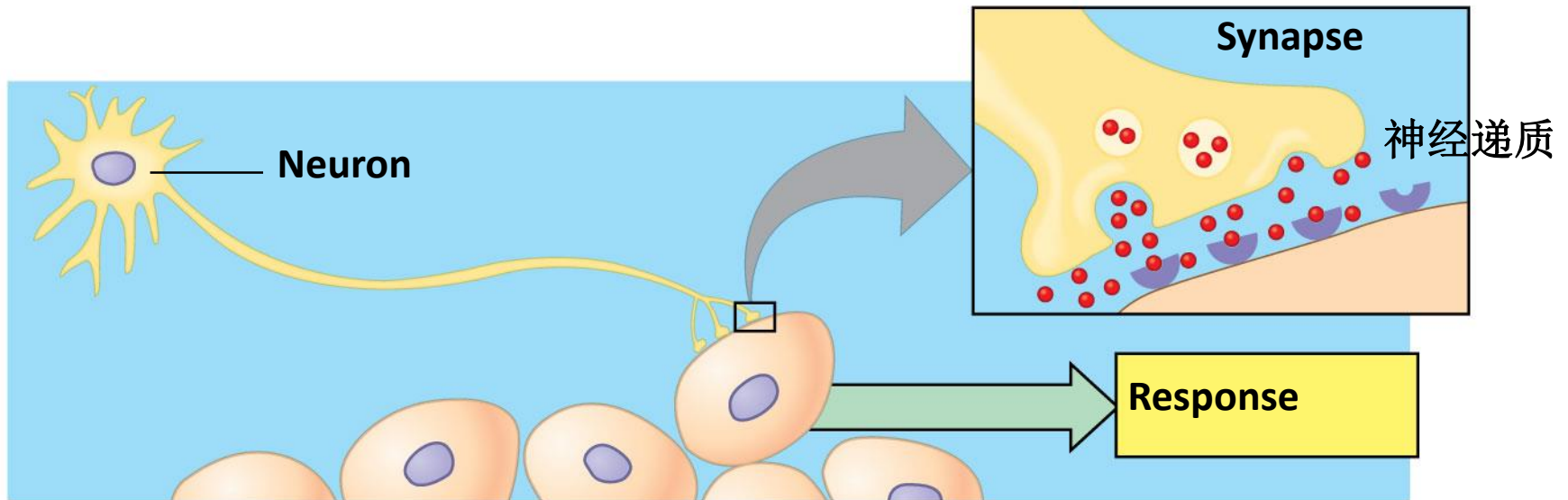
(a) Endocrine signaling 内分泌



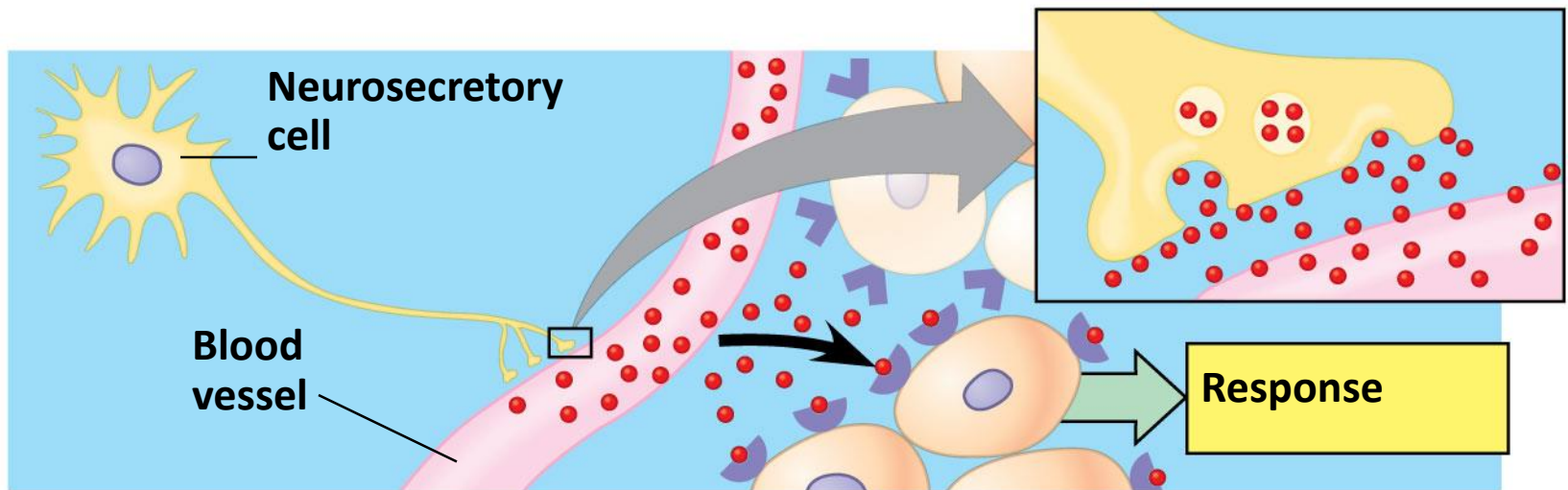
(b) Paracrine signaling 旁分泌



(c) Autocrine signaling 自分泌



(d) Synaptic signaling 神经突触



(e) Neuroendocrine signaling 神经内分泌

信息素 (外激素) pheromone



© 2011 Pearson Education, Inc.



激素的类型

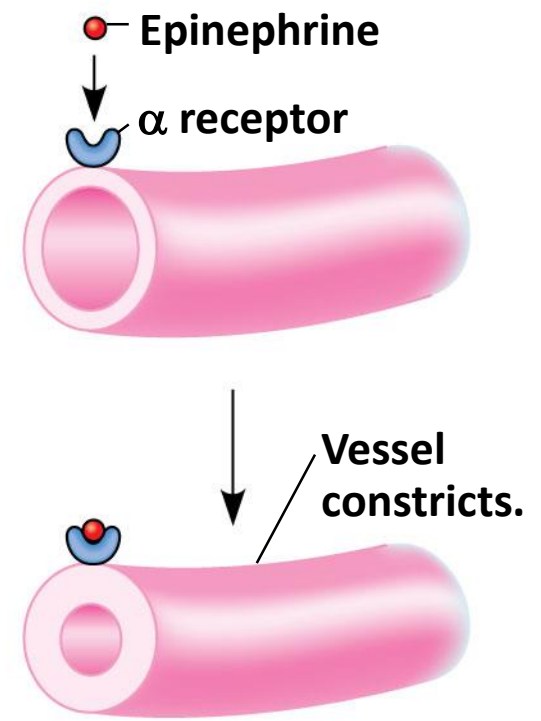
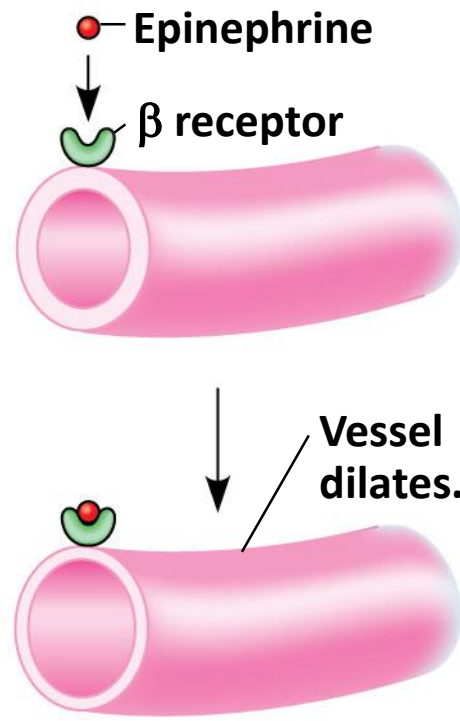
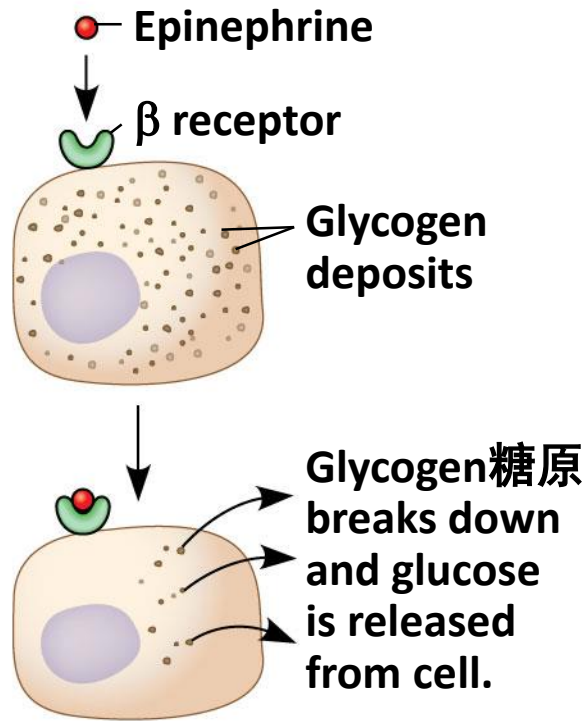
1. **蛋白质类**，包括胰高血糖素、胰岛素、促肾上腺皮质激素、促甲状腺激素、生长激素、胸腺素、绒毛膜促性腺激素等
2. **多肽类**，包括催产素、抗利尿激素（又称血管升压素）
3. **氨基酸衍生物**，如甲状腺素、肾上腺素、去甲肾上腺素等
4. **类固醇**，如肾上腺皮质类固醇、雄激素、雌激素等

Same receptors but different
intracellular proteins (not shown)

Different receptors

Different cellular
responses

Different cellular
responses



(a) Liver cell

(b) Skeletal muscle
blood vessel

(c) Intestinal blood
vessel

“Fight or Flight”



Major endocrine glands:

Hypothalamus 下丘脑

Pineal gland 松果体

Pituitary gland 垂体

Thyroid gland 甲状腺

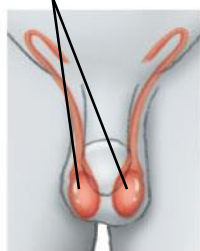
Parathyroid glands 甲状旁腺
(behind thyroid)

Adrenal glands 肾上腺
(atop kidneys)

Pancreas 胰

Ovaries (female) 卵巢

Testes (male) 睾丸



Organs containing endocrine cells:

Thymus

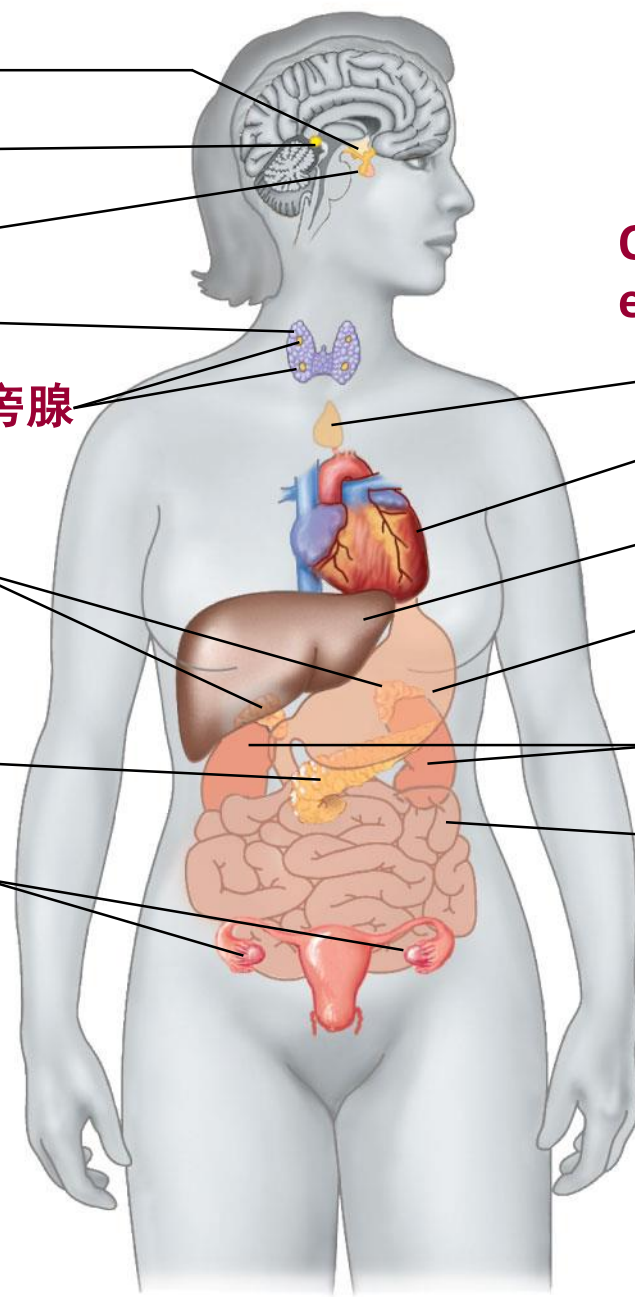
Heart

Liver

Stomach

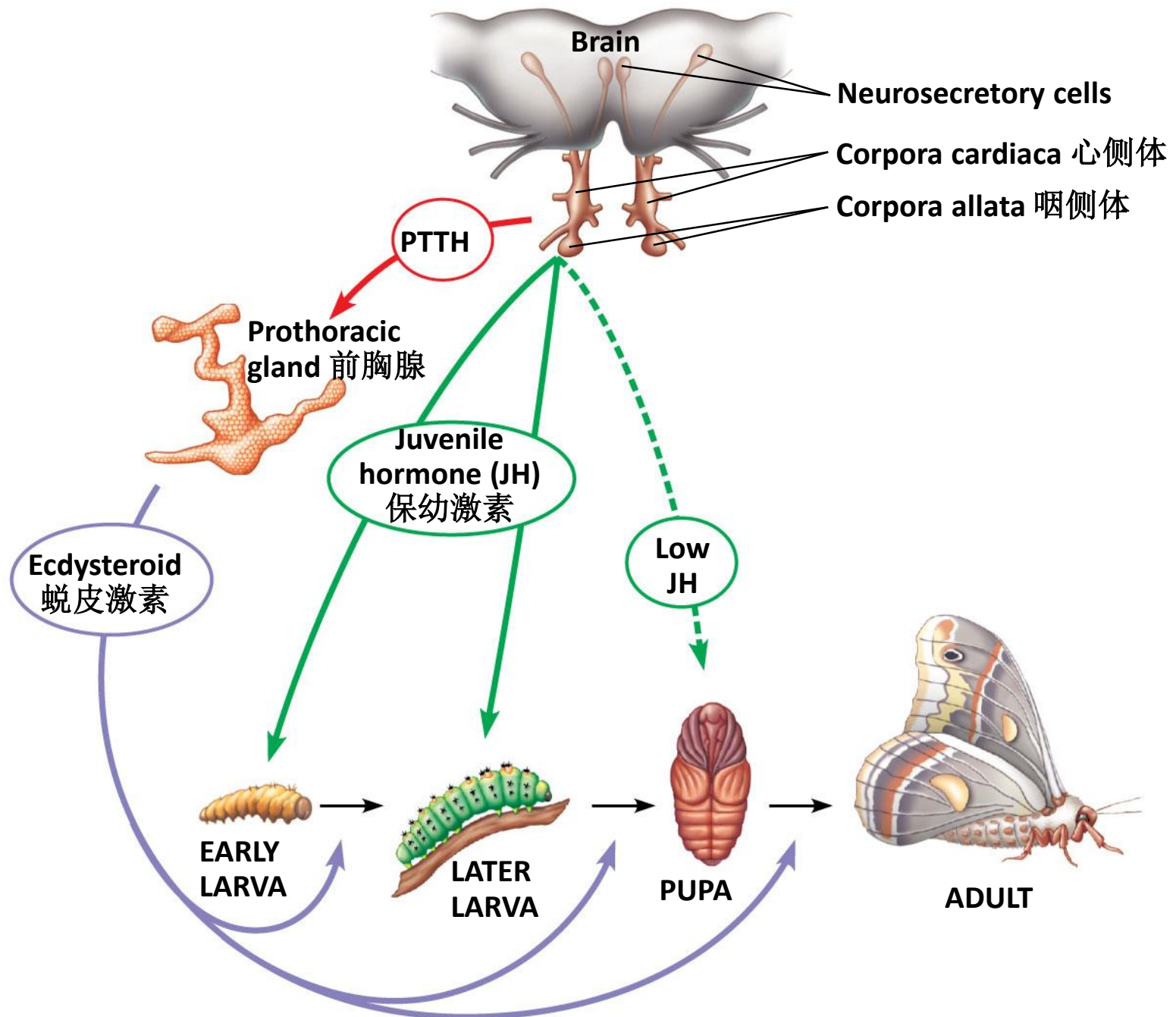
Kidneys

Small intestine



内分泌系统与神经系统的 密切联系

脑神经元 → 神经分泌细胞 → 内分泌细胞 → 靶细胞



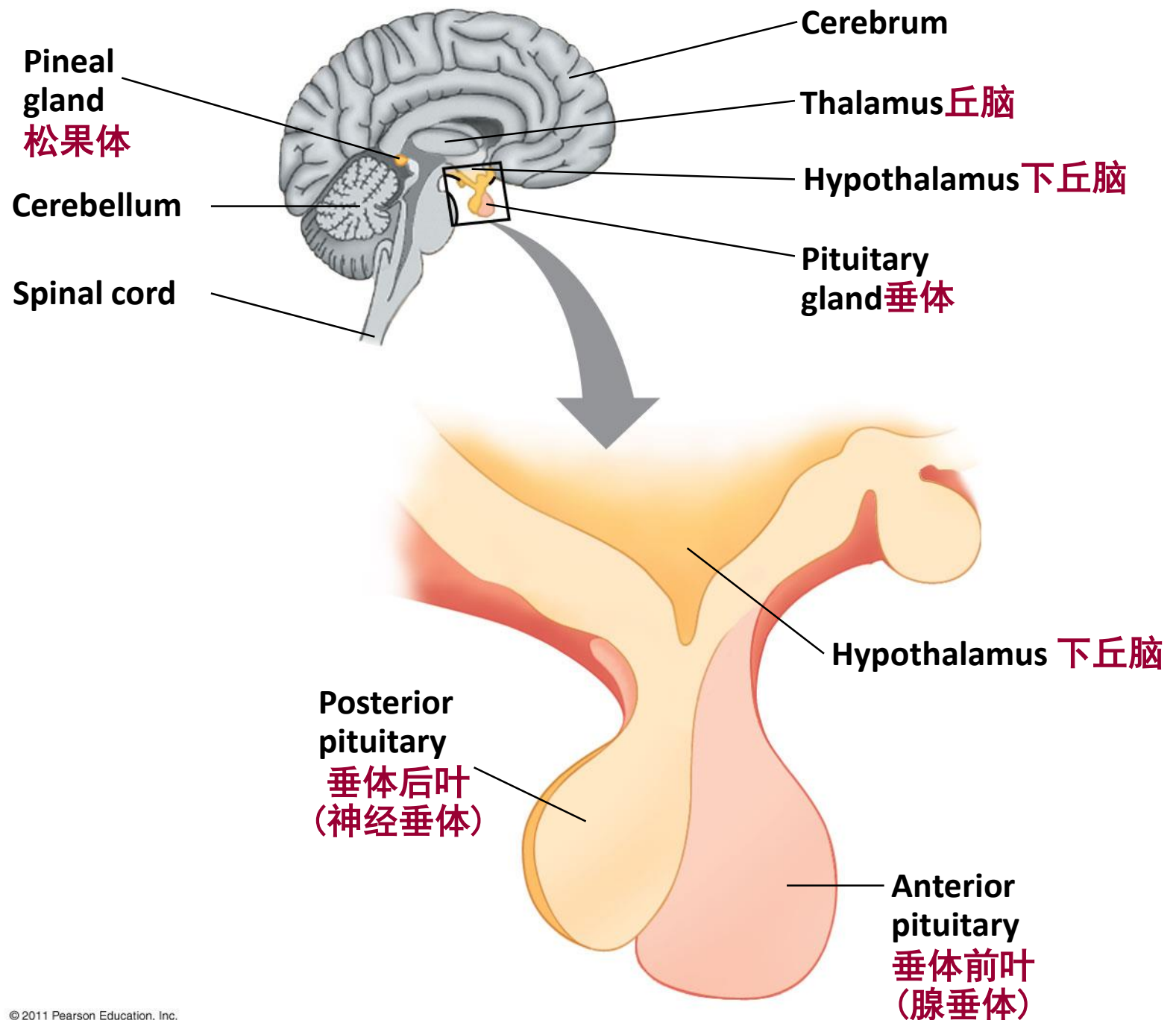
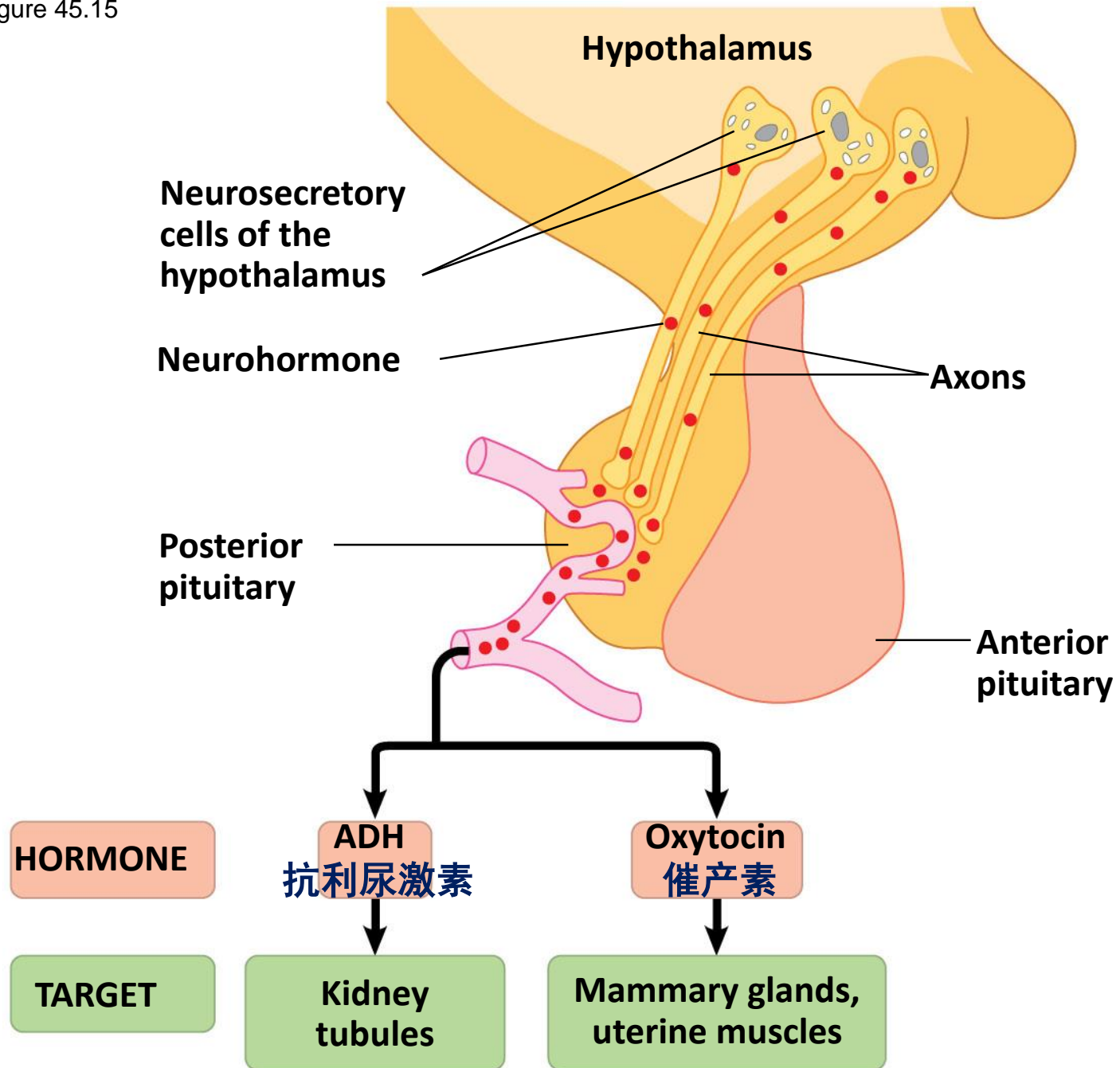


Figure 45.15



Tropic effects only:

FSH

LH

TSH

ACTH

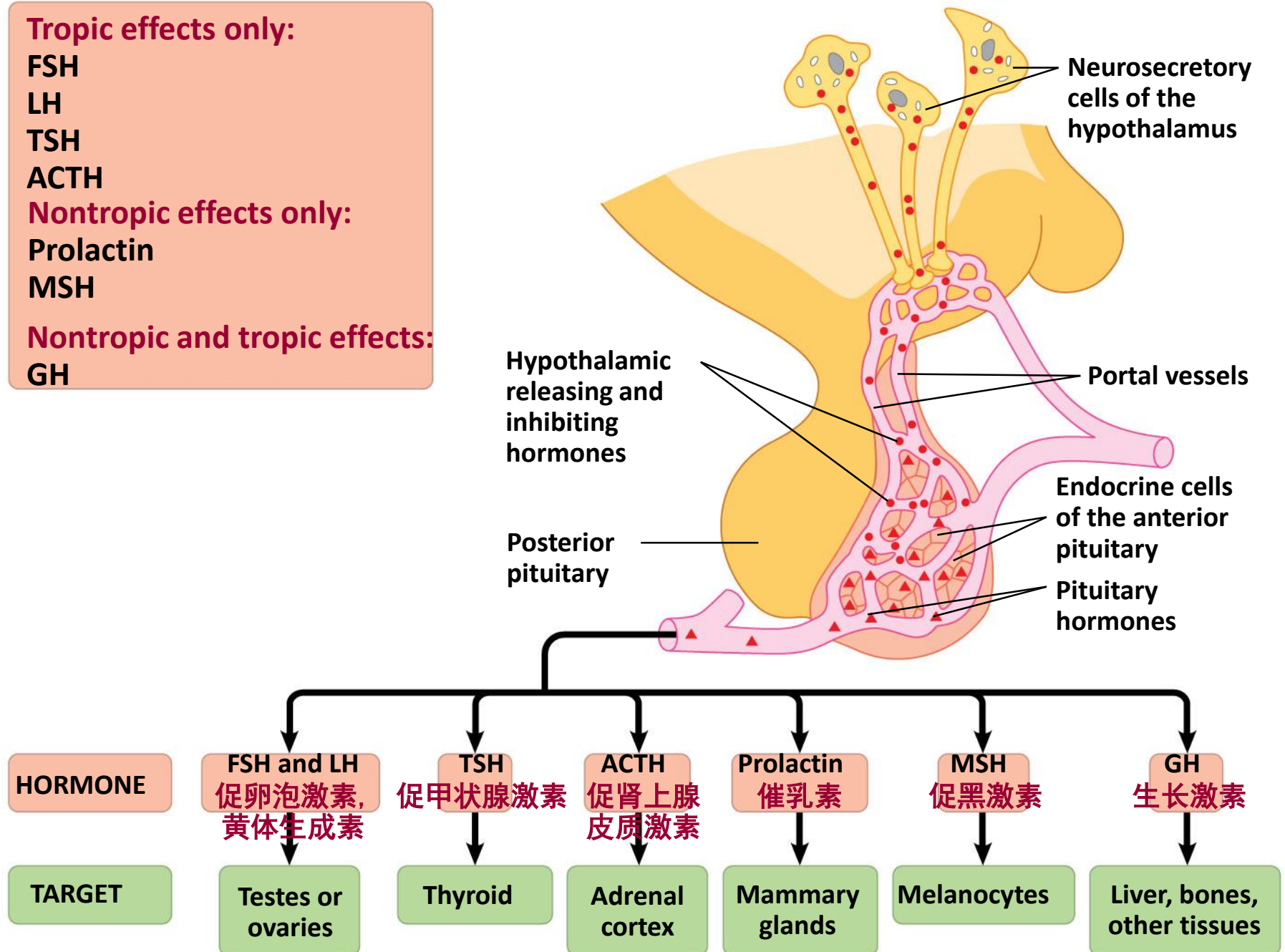
Nontropic effects only:

Prolactin

MSH

Nontropic and tropic effects:

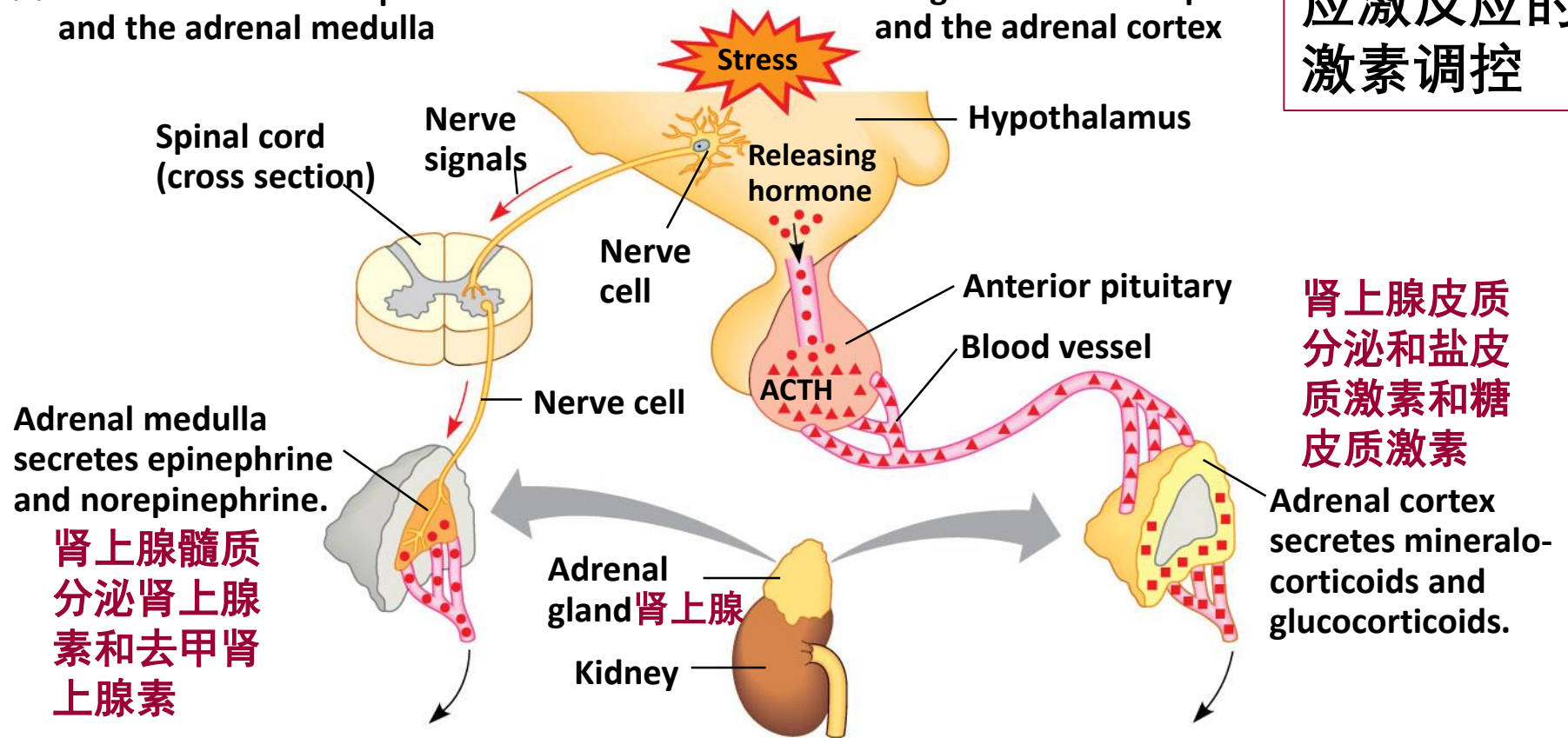
GH



应激反应的激素调控

(a) Short-term stress response and the adrenal medulla

(b) Long-term stress response and the adrenal cortex



Effects of epinephrine and norepinephrine:

- Glycogen broken down to glucose; increased blood glucose
- Increased blood pressure
- Increased breathing rate
- Increased metabolic rate
- Change in blood flow patterns, leading to increased alertness and decreased digestive, excretory, and reproductive system activity

Effects of mineralocorticoids:

- Retention of sodium ions and water by kidneys
- Increased blood volume and blood pressure

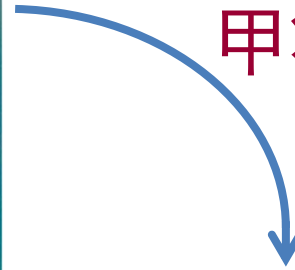
Effects of glucocorticoids:

- Proteins and fats broken down and converted to glucose, leading to increased blood glucose
- Partial suppression of immune system

激素的保守性



甲状腺素(T_3/T_4)



VII. 动物的生殖



有性生殖

受精(fertilization)

- 体外受精(external fertilization)
- 体内受精(internal fertilization)

交配行为(mating behavior)

卵生 vs 胎生

亲本照顾(parental care)



