

第二章 神经调节



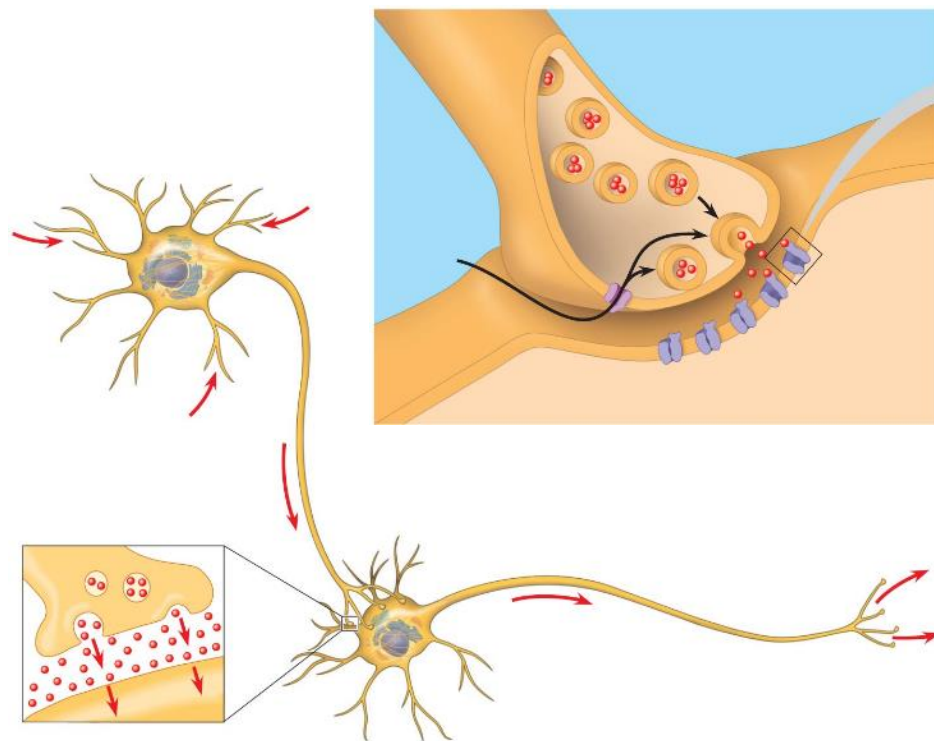
PowerPoint® Lecture Presentations for

Biology

闫菡 生命科学与技术学院

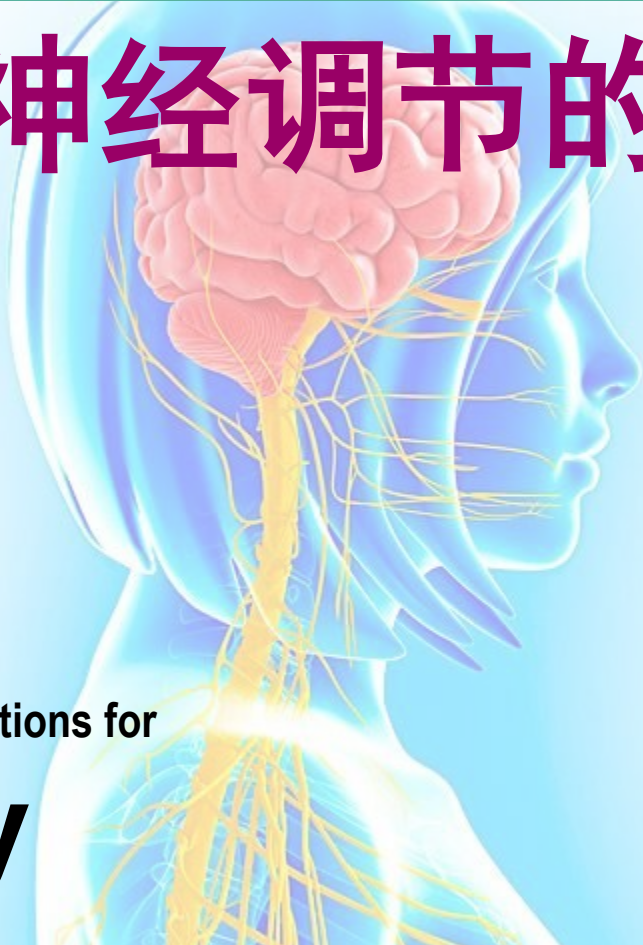
本章内容

- 神经调节的结构基础
- 神经调节的基本方式
- 神经冲动的产生和传导
- 神经系统的分级调节
- 人脑的高级功能



第二章 神经调节

第一节 神经调节的结构基础

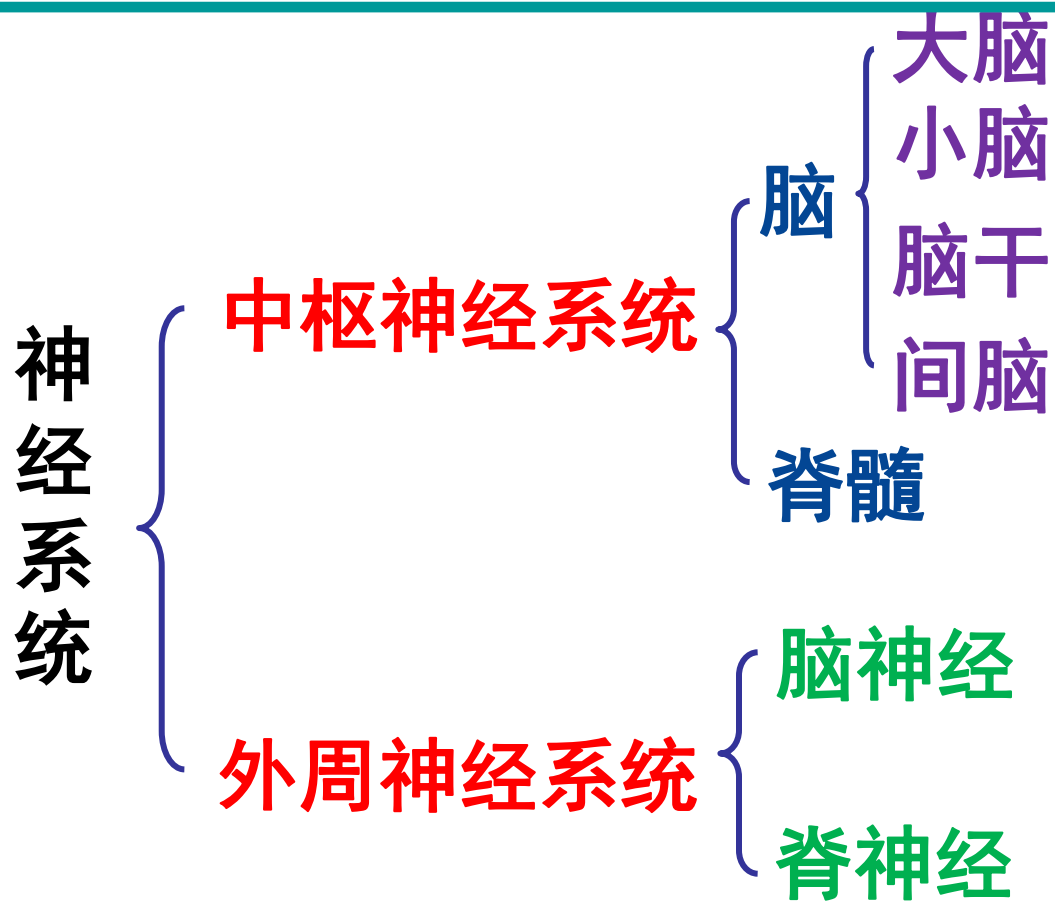


PowerPoint® Lecture Presentations for

Biology

闫菡 生命科学与技术学院

1. 人的神经系统



脑中相应的高级中枢 $\xrightarrow{\text{调控}}$ 脊髓低级中枢
 $\longrightarrow$ 相应器官、系统活动

中枢神经系统
(CNS)

外周神经系统
(PNS)

脑

脊髓

脑神经

中枢神经系统
外部神经节

脊神经

神经系统

人脑

包括左右两个大脑半球，表面是大脑皮层，是调节机体活动的最高级中枢

包含下丘脑，下丘脑是体温调节中枢，还与生物节律控制相关

大脑

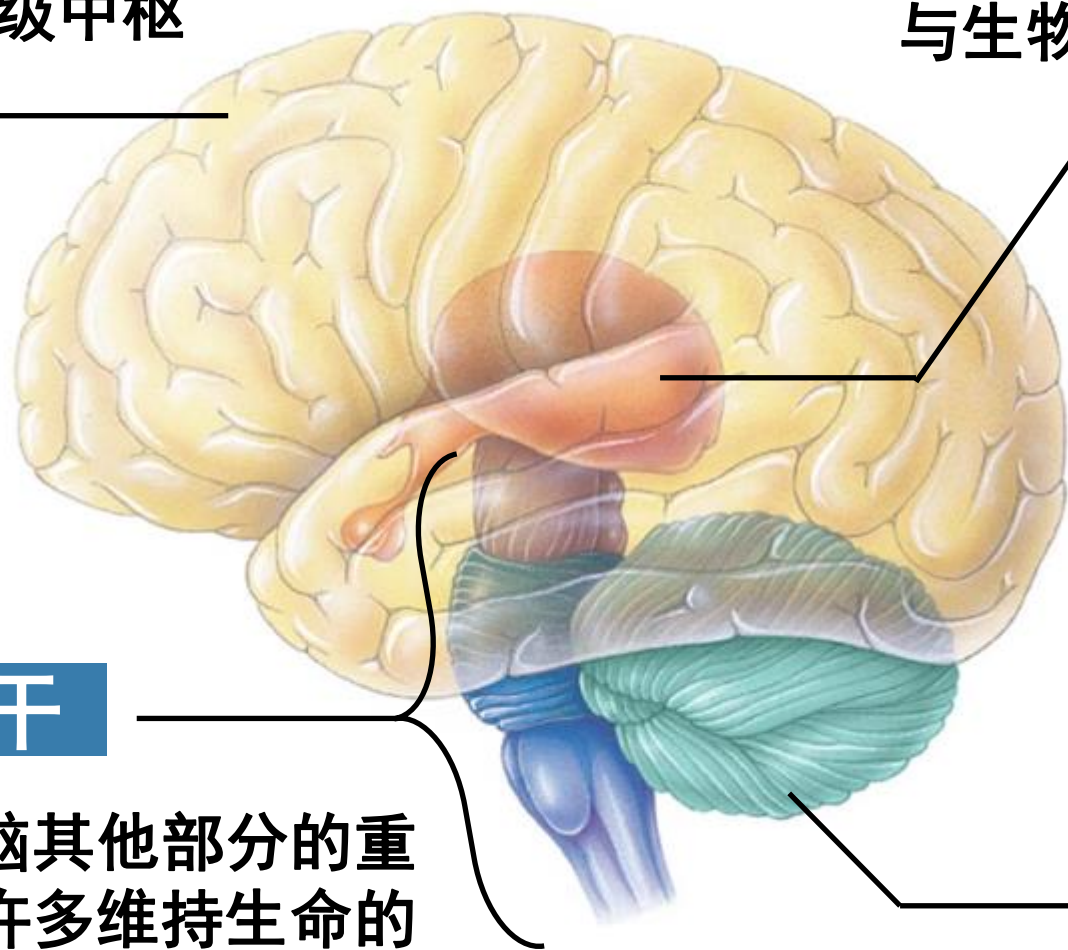
间脑

脑干

小脑

连接脊髓和脑其他部分的重要通路，有许多维持生命的必要中枢，包括调节呼吸、心脏活动的基本中枢

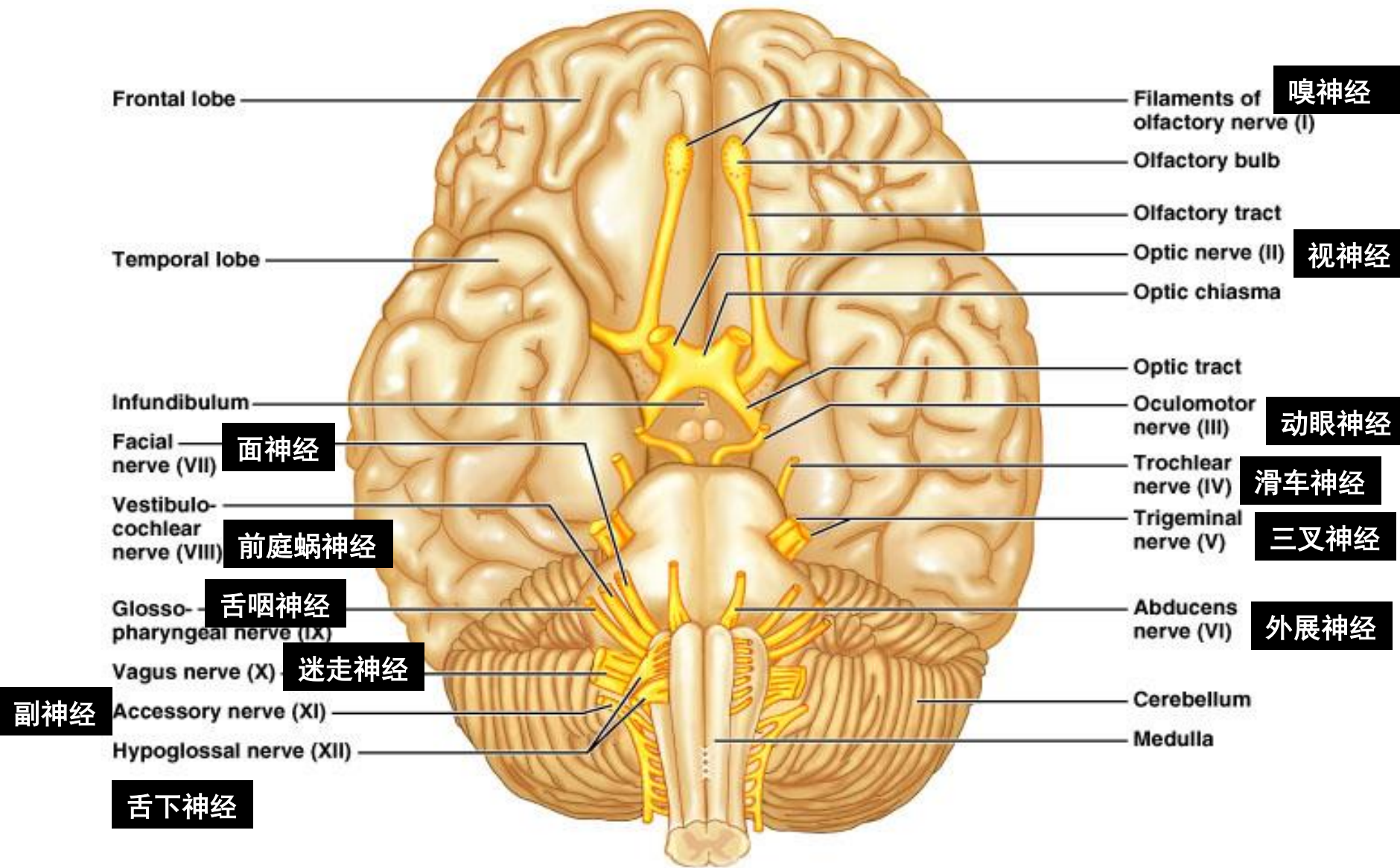
协调人体运动，维持身体平衡



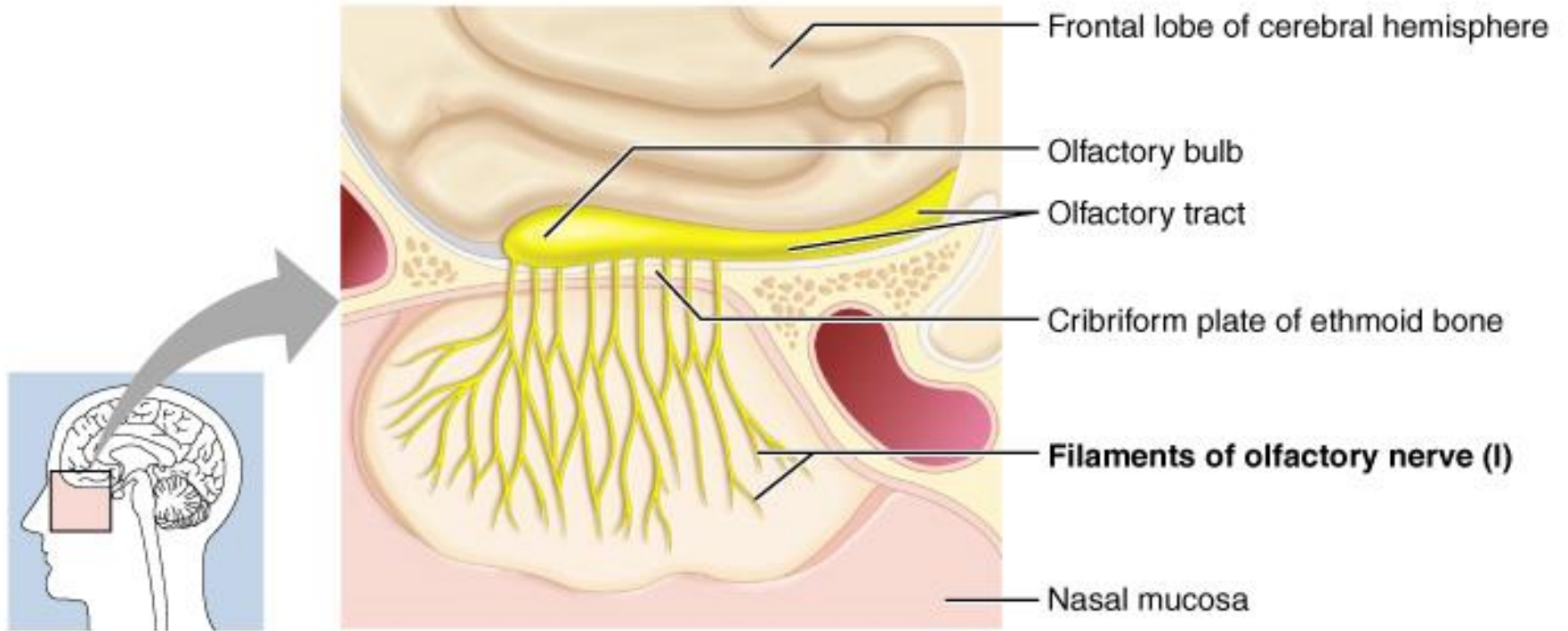
脑神经

- 亦称“**颅神经**”。从脑发出左右成对的神经。共12对，依次为**嗅神经、视神经、动眼神经、滑车神经、三叉神经、展神经、面神经、位听神经、舌咽神经、迷走神经、副神经和舌下神经**
- 主要分布于头面部，其中迷走神经还分布到胸腹腔内脏器官
- 按功能的不同，可把脑神经分为三类：
 - **感觉神经**，包括嗅、视和位听神经
 - **运动神经**，包括动眼、滑车、展、副和舌下神经
 - **混合神经**，包括三叉、面、舌咽和迷走神经

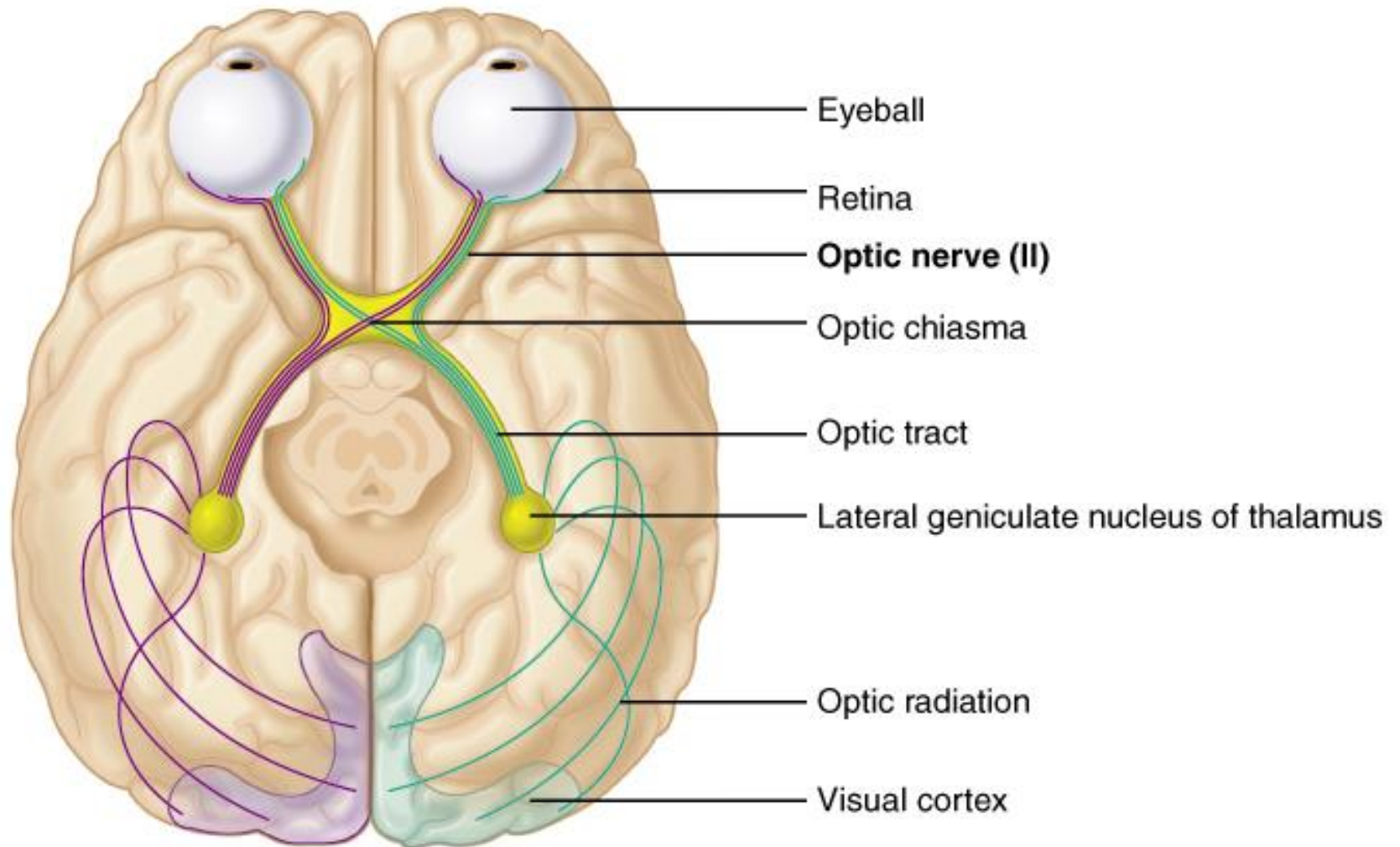
脑神经



嗅神经

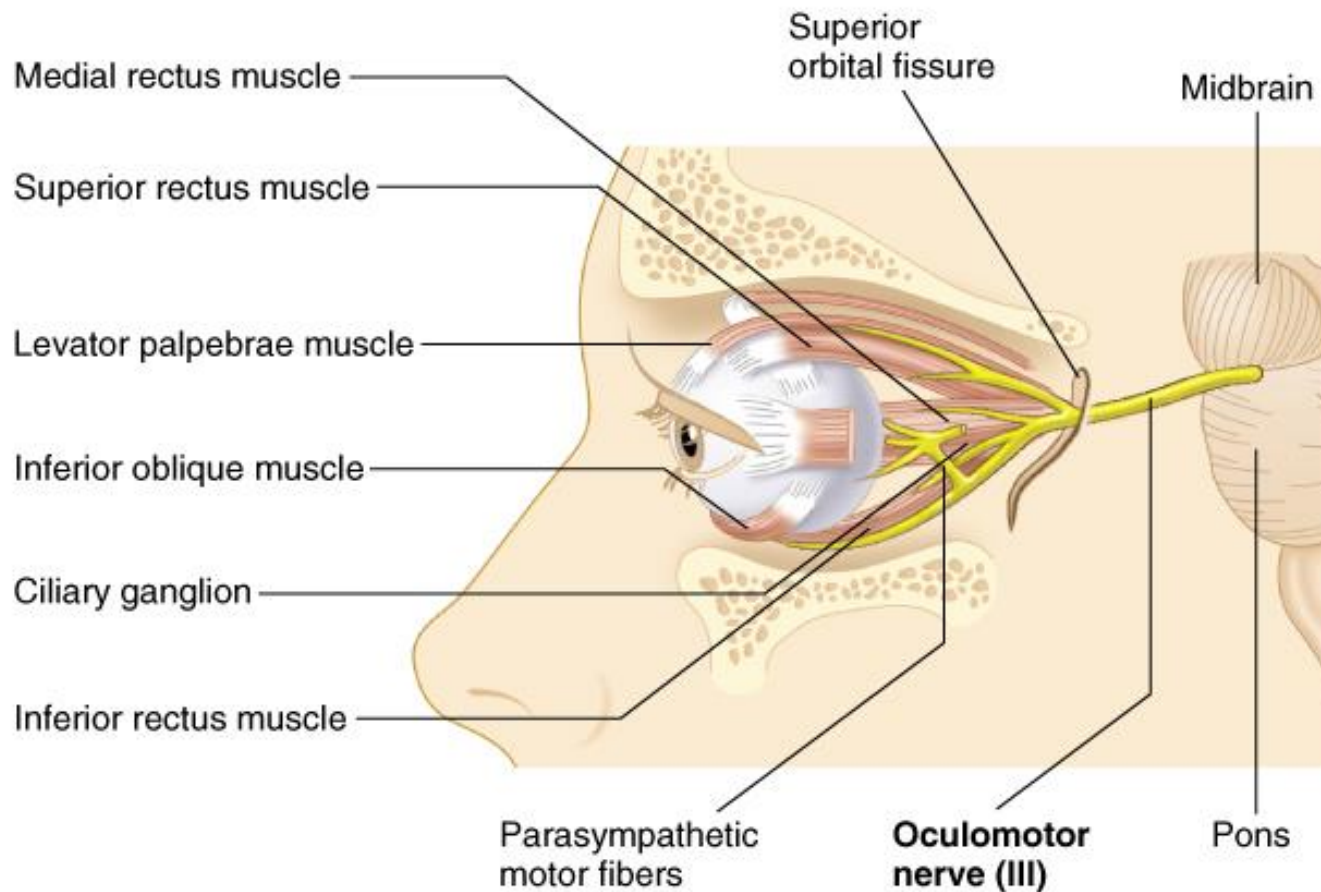


视神经



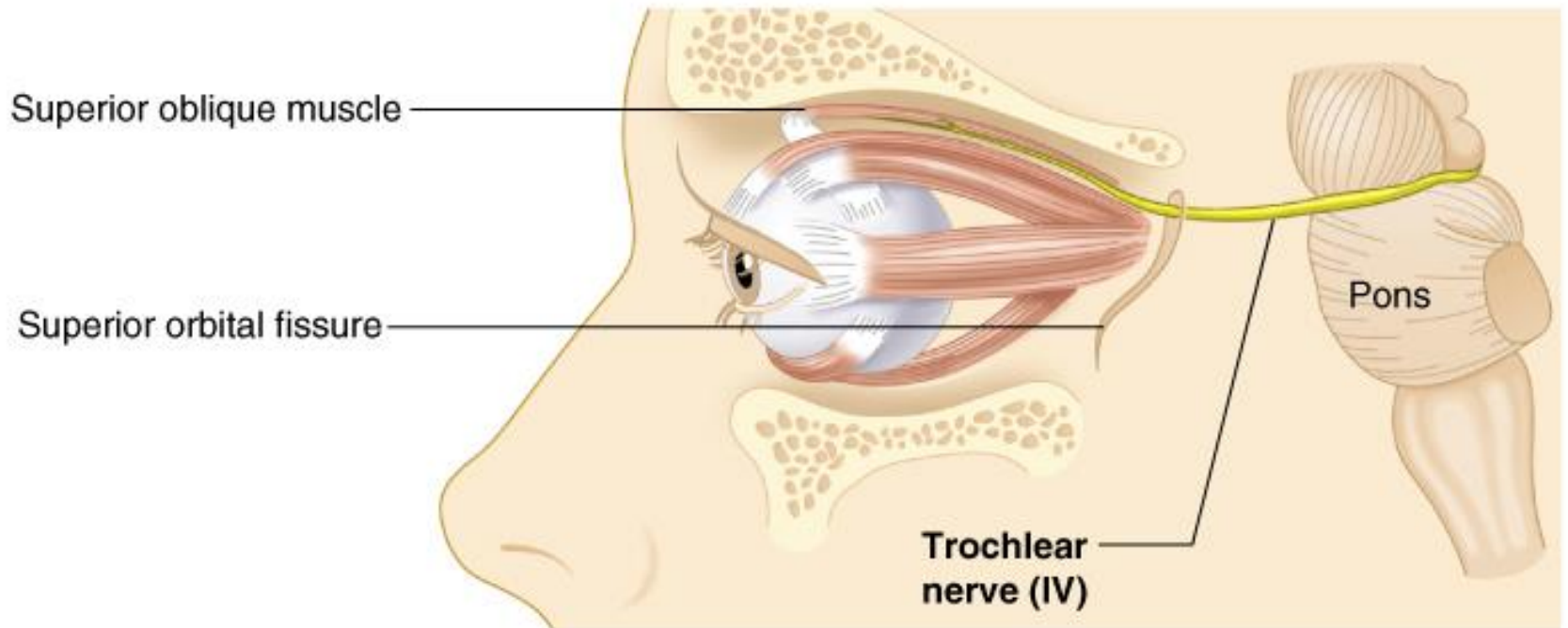
动眼神经

- 支配四块外在眼肌，使眼球可以上下左右转动



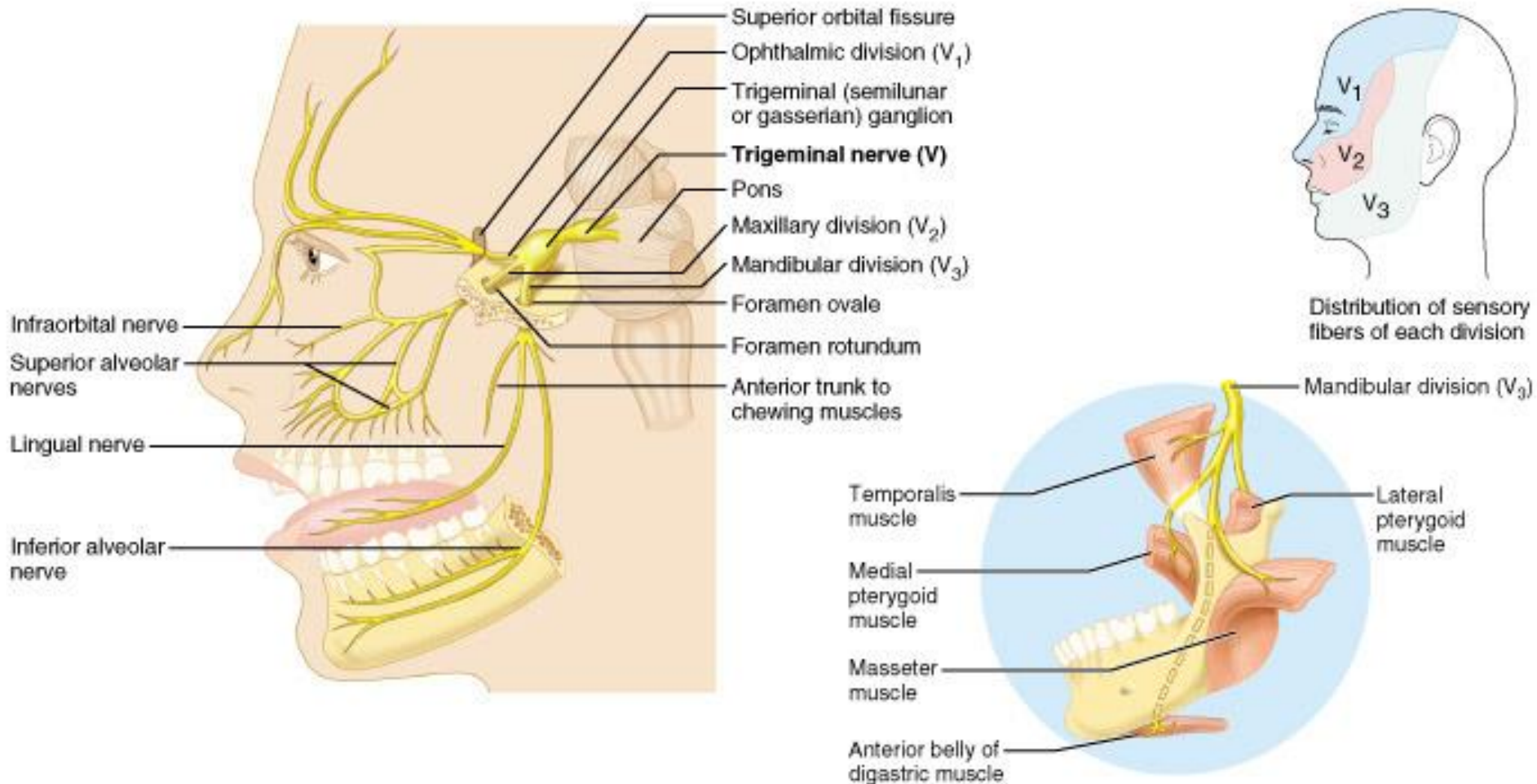
滑车神经

- 支配一块外在眼肌



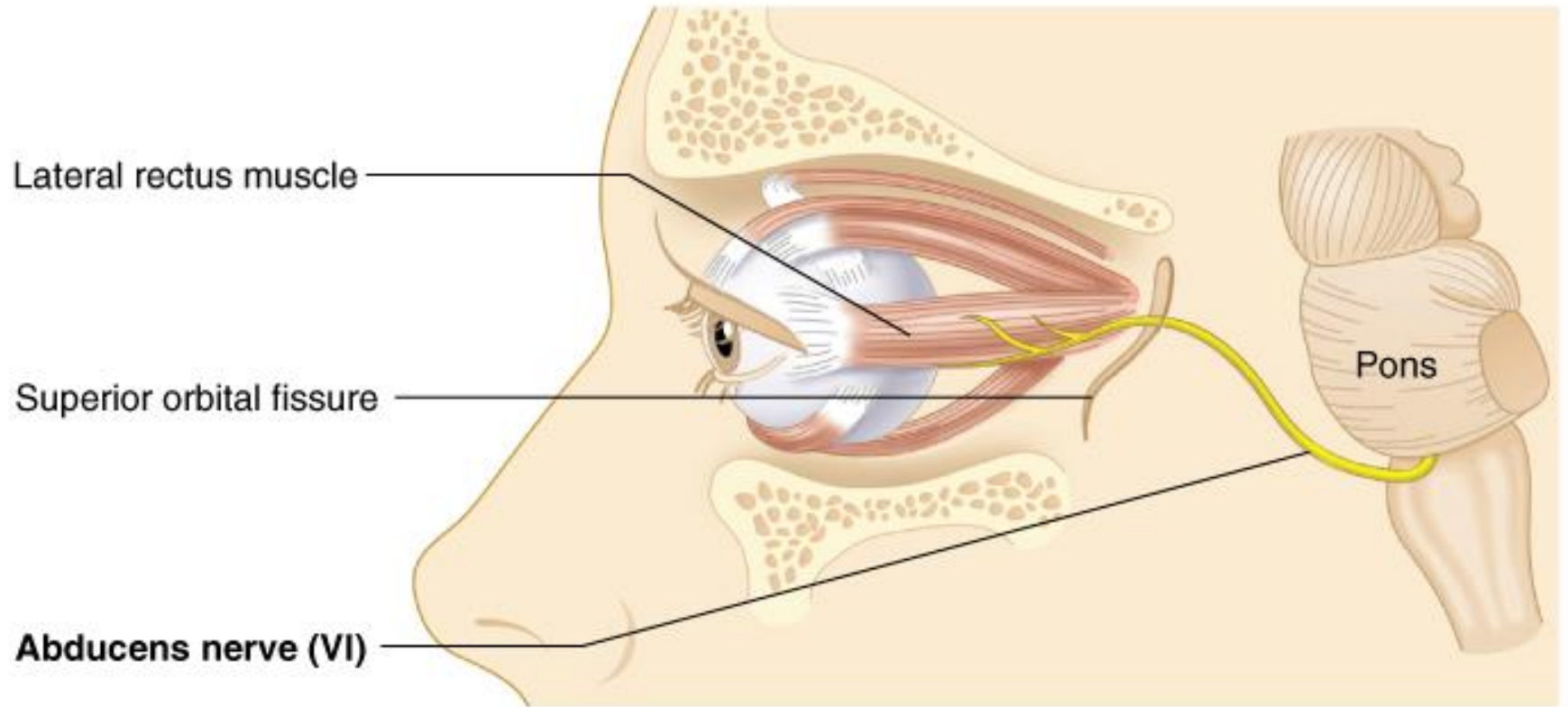
三叉神经

- 支配面部感觉
- 支配咀嚼肌



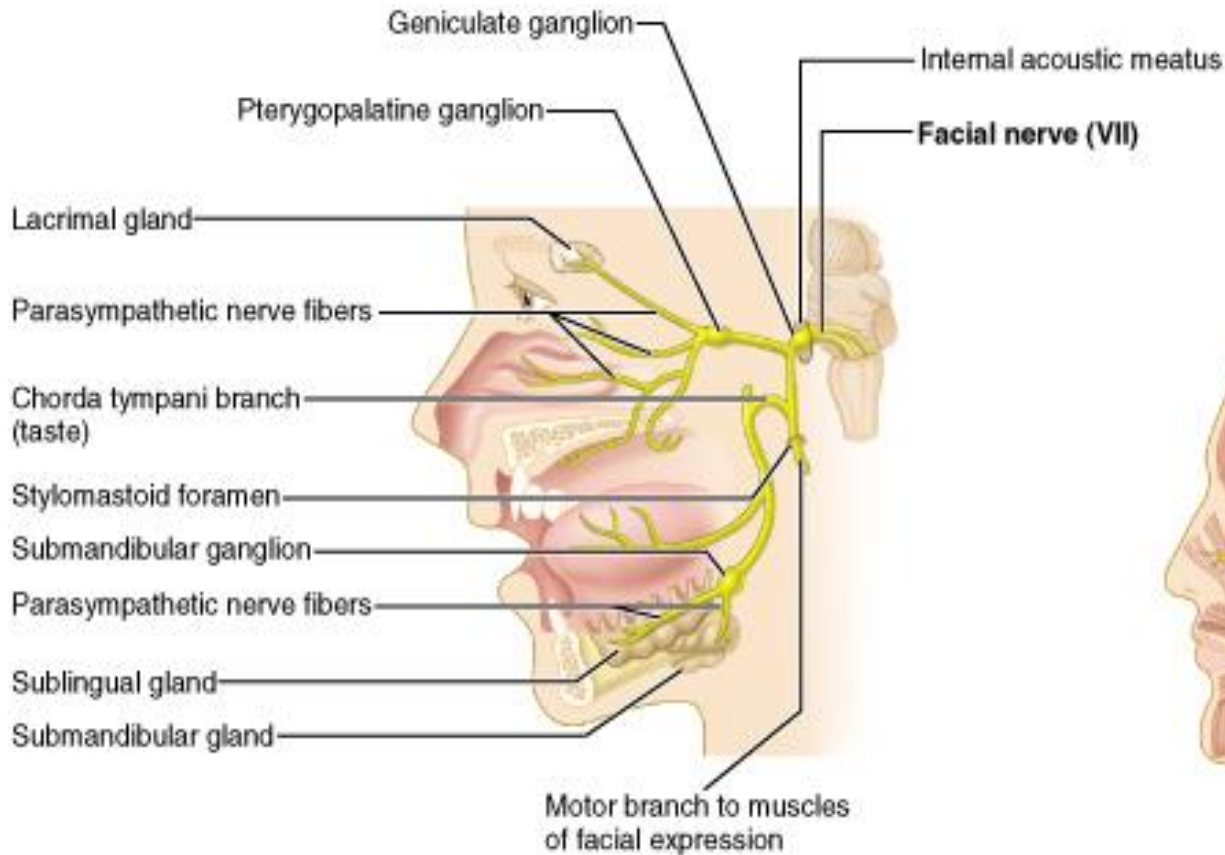
外展神经

- 外展眼球，支配一块外在眼肌

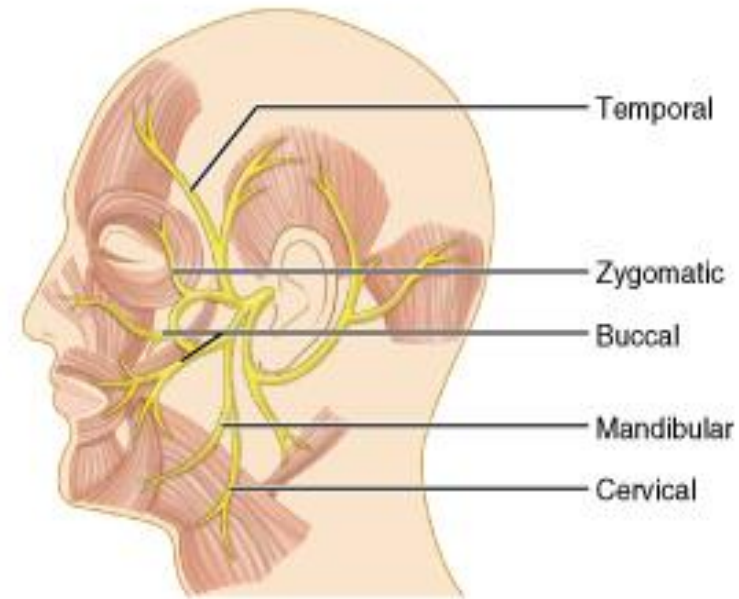


面神经

- 支配面部表情肌



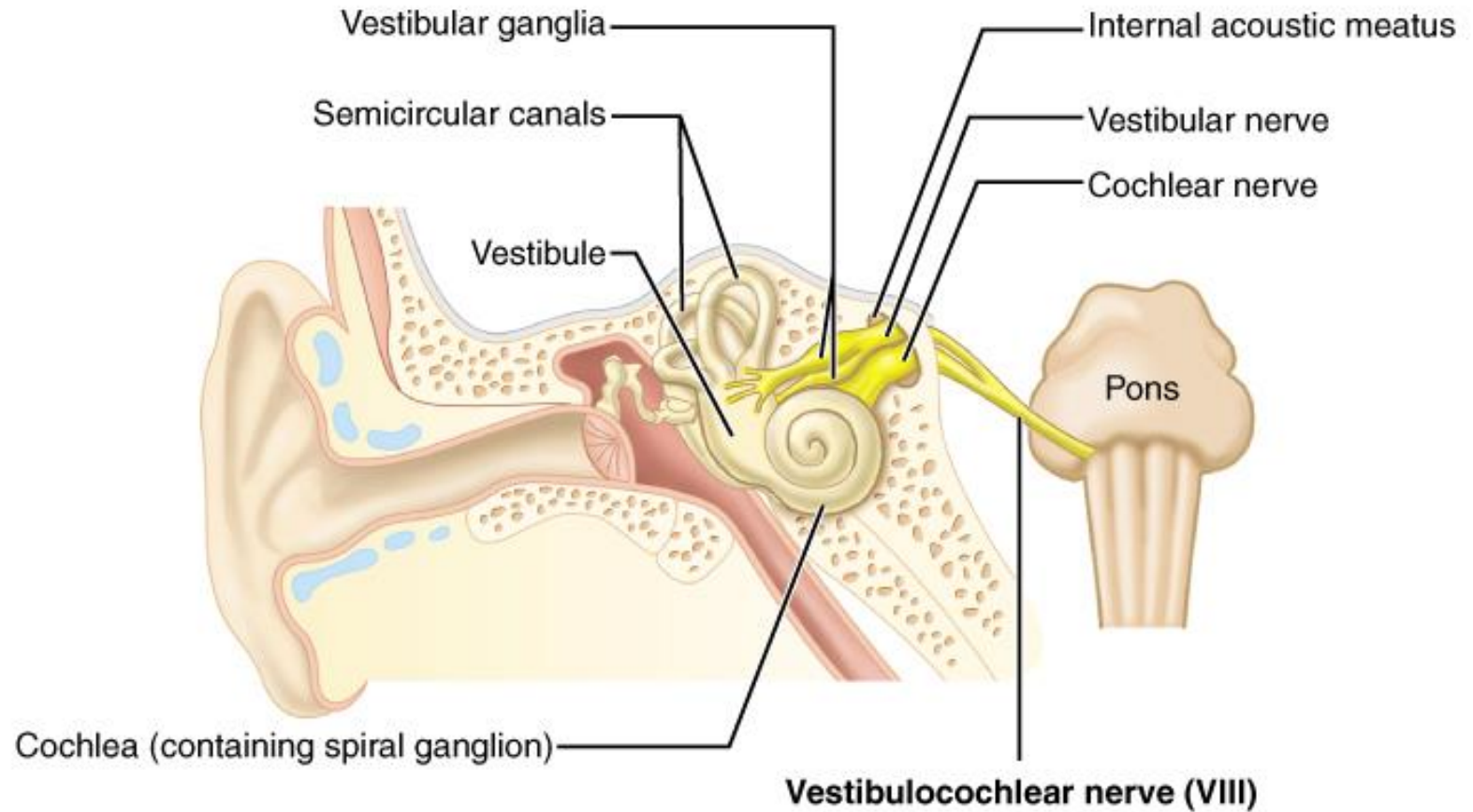
(a) Parasympathetic efferents and sensory afferents



(b) Motor branches to muscles of facial expression and scalp muscles

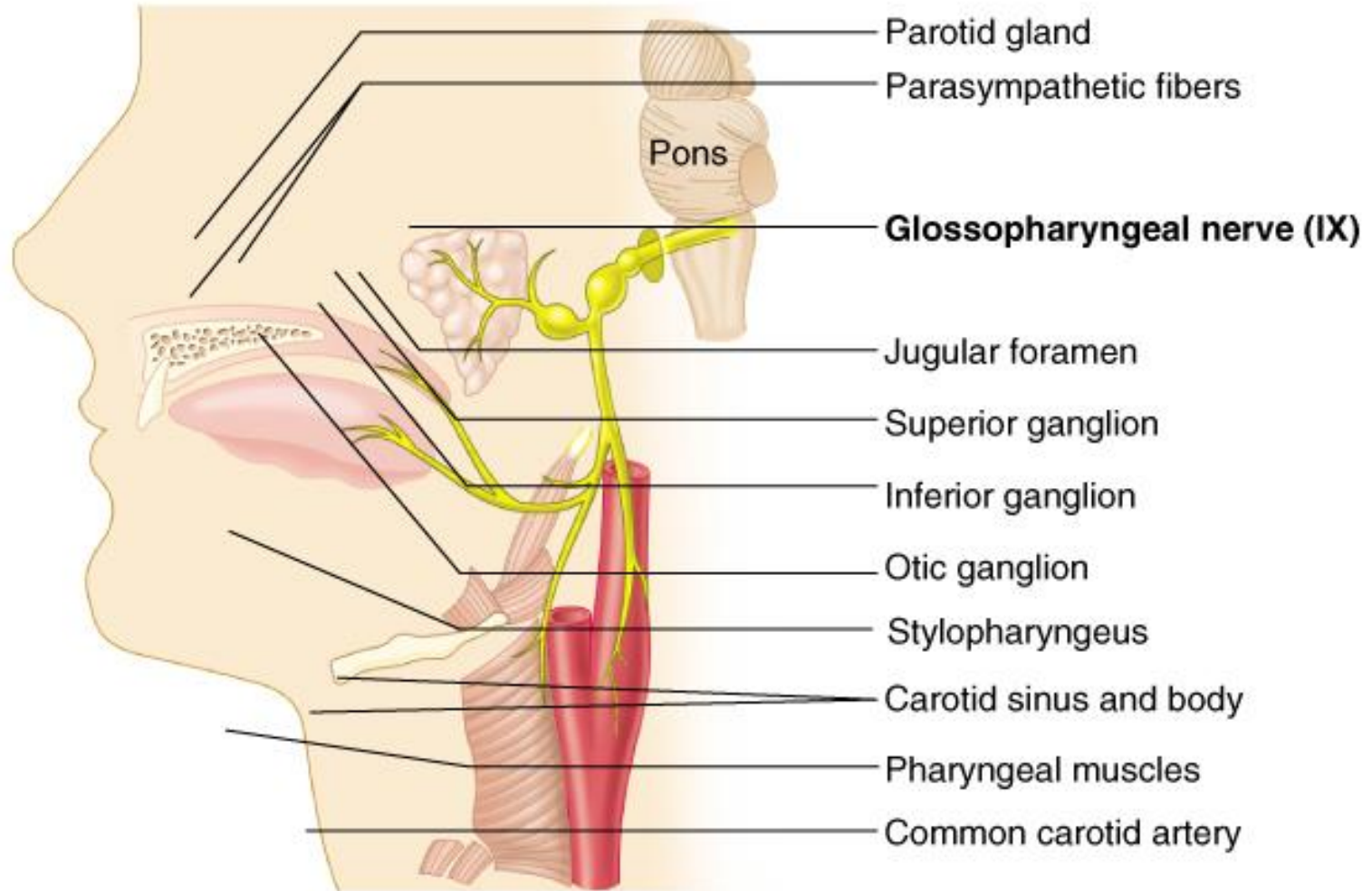
前庭蜗神经

- 听觉和平衡



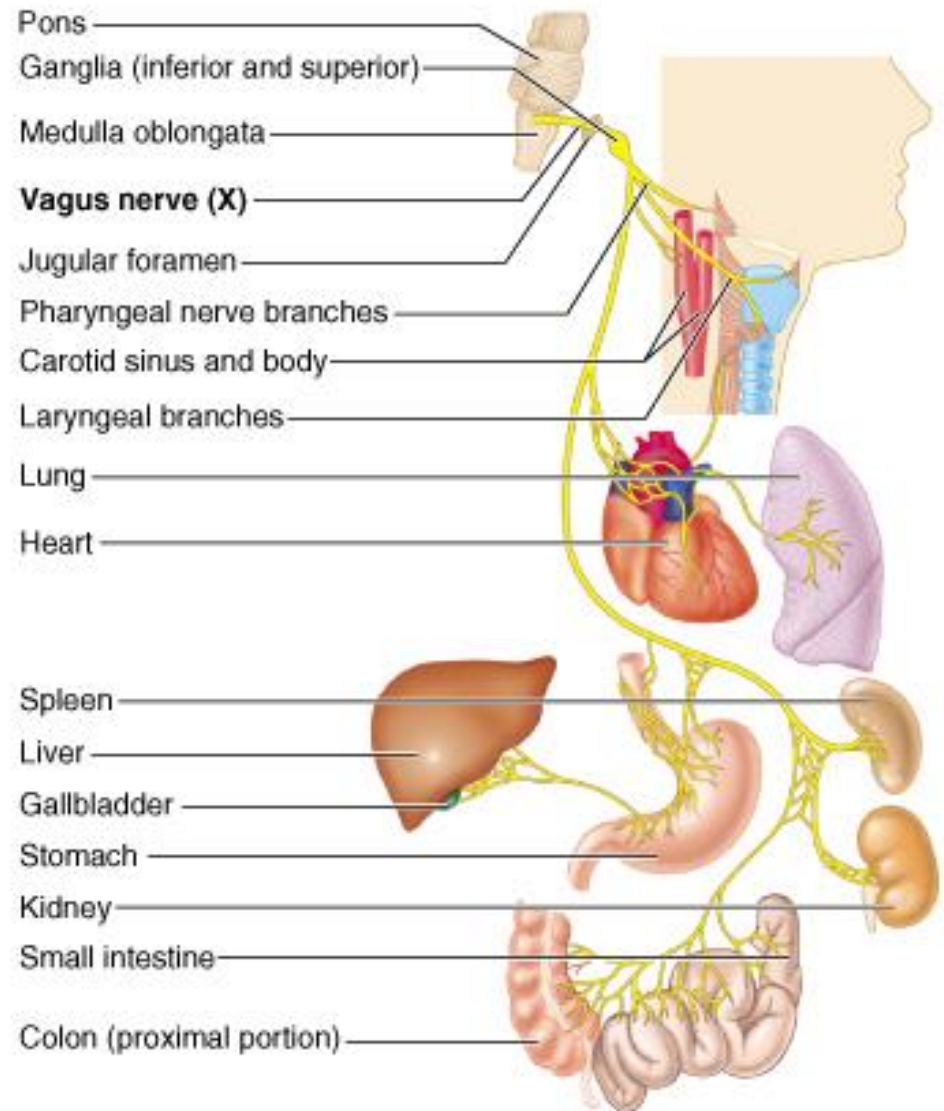
舌咽神经

- 支配舌头和咽部结构的活动



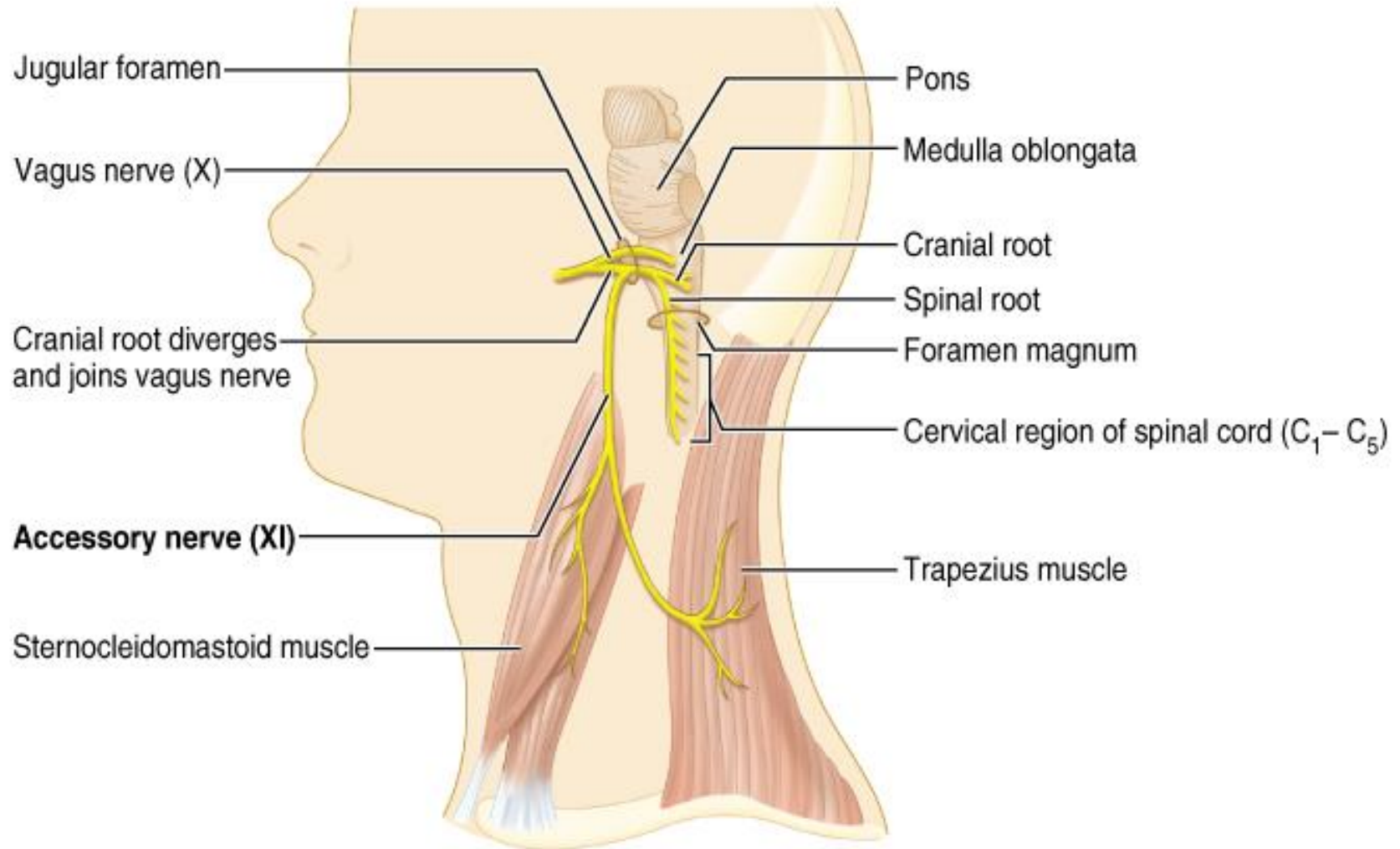
迷走神经

- 混合感觉和运动神经，“游走”到胸部和腹部



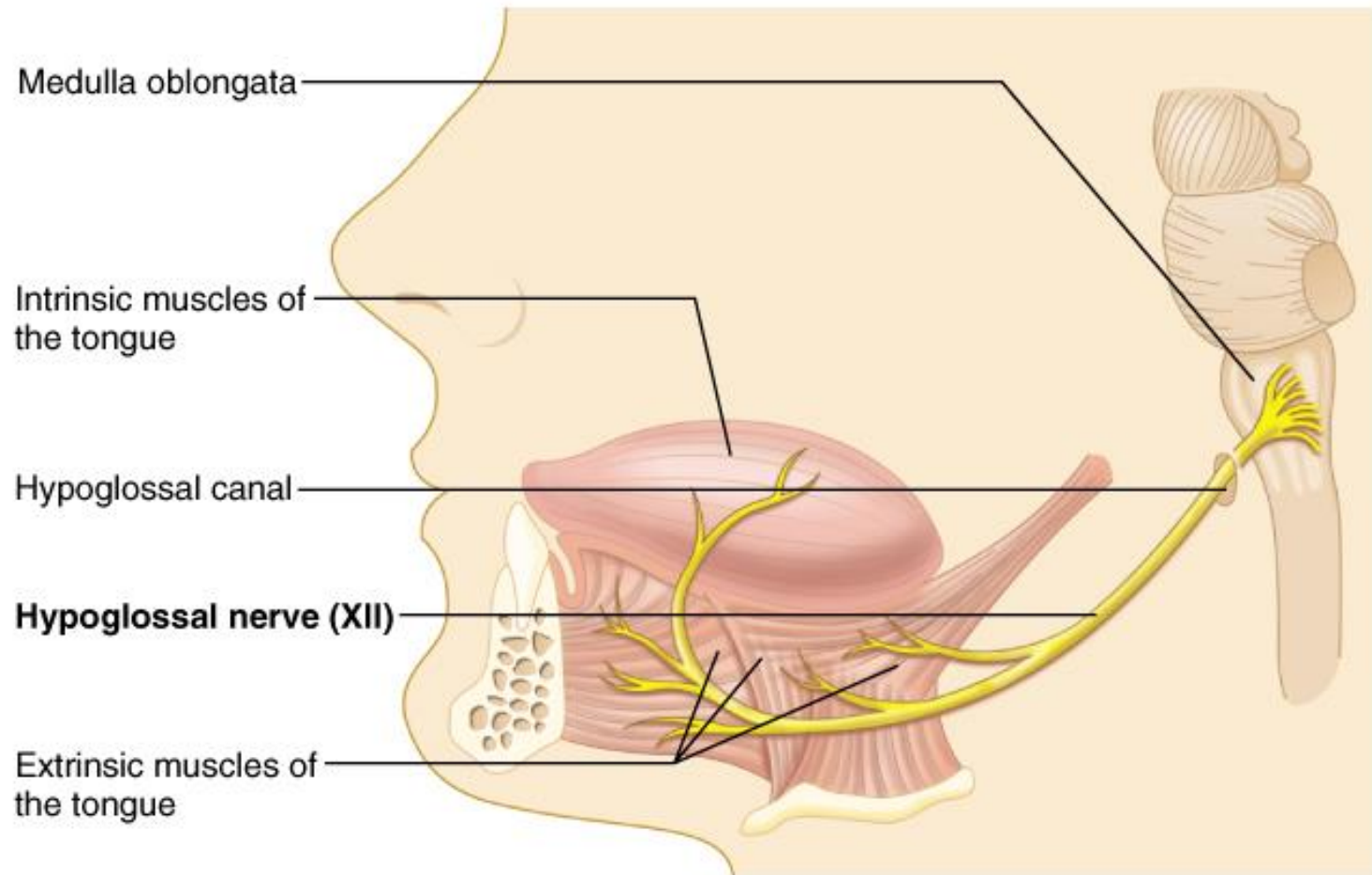
副神经

- 迷走神经的附属

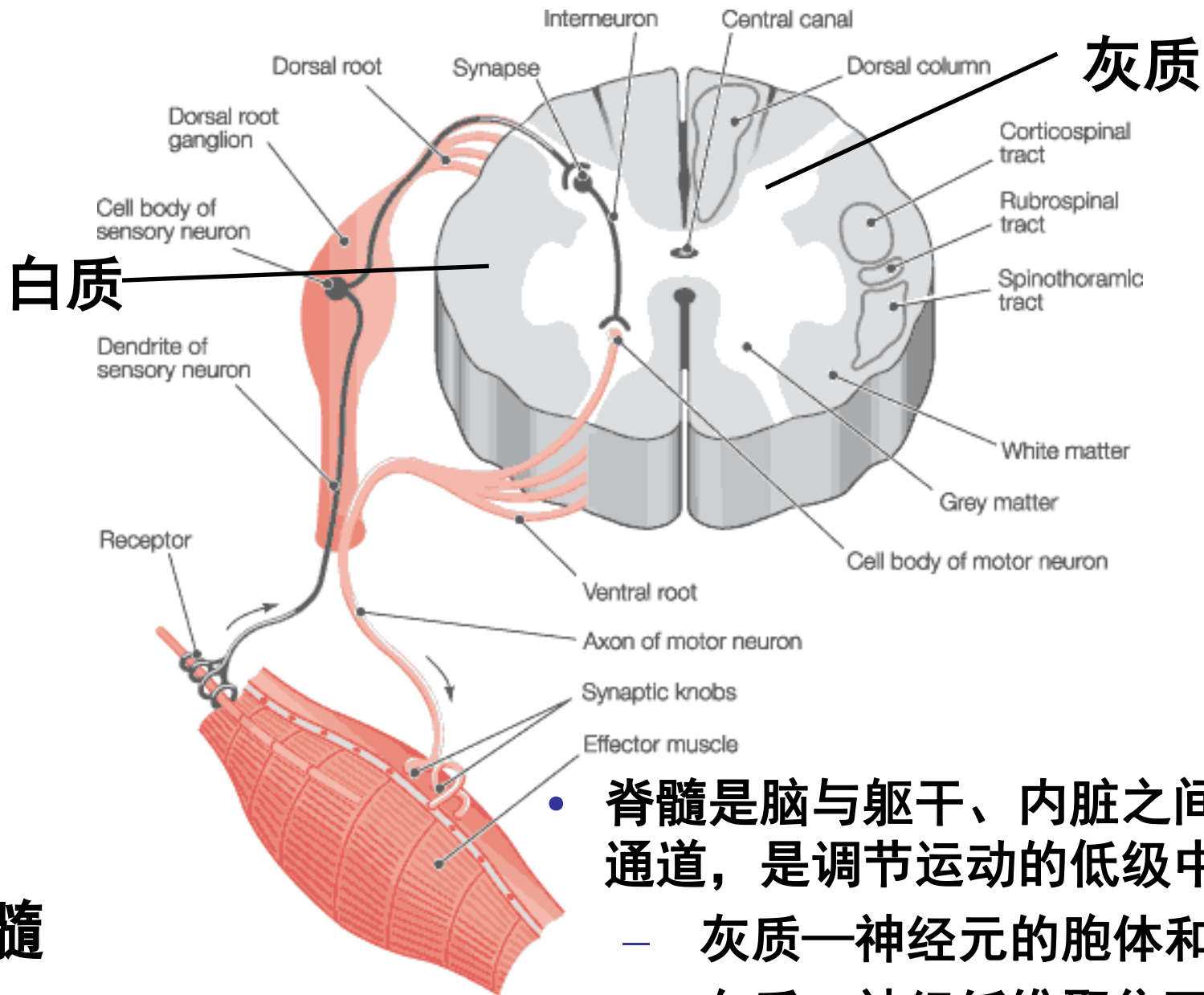


舌下神经

- 支配舌头肌肉



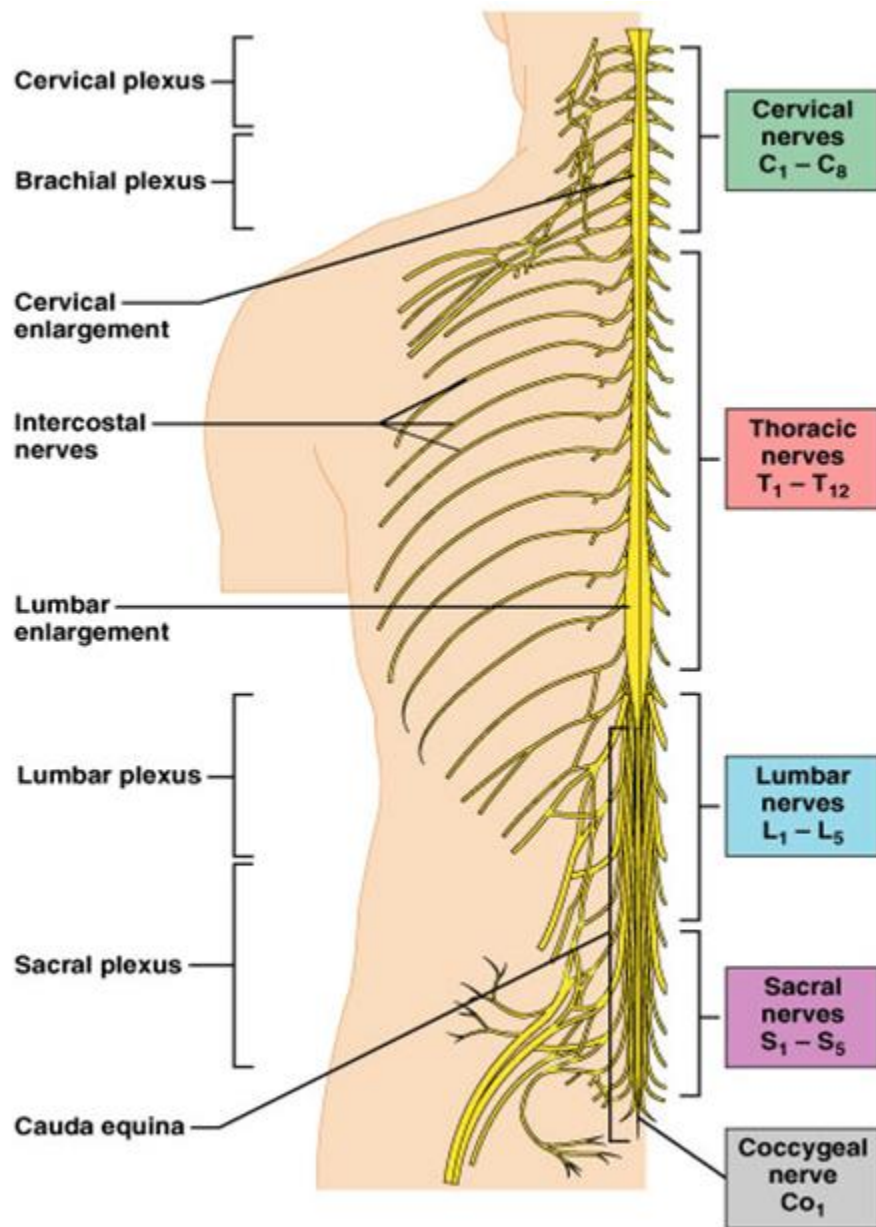
脊髓



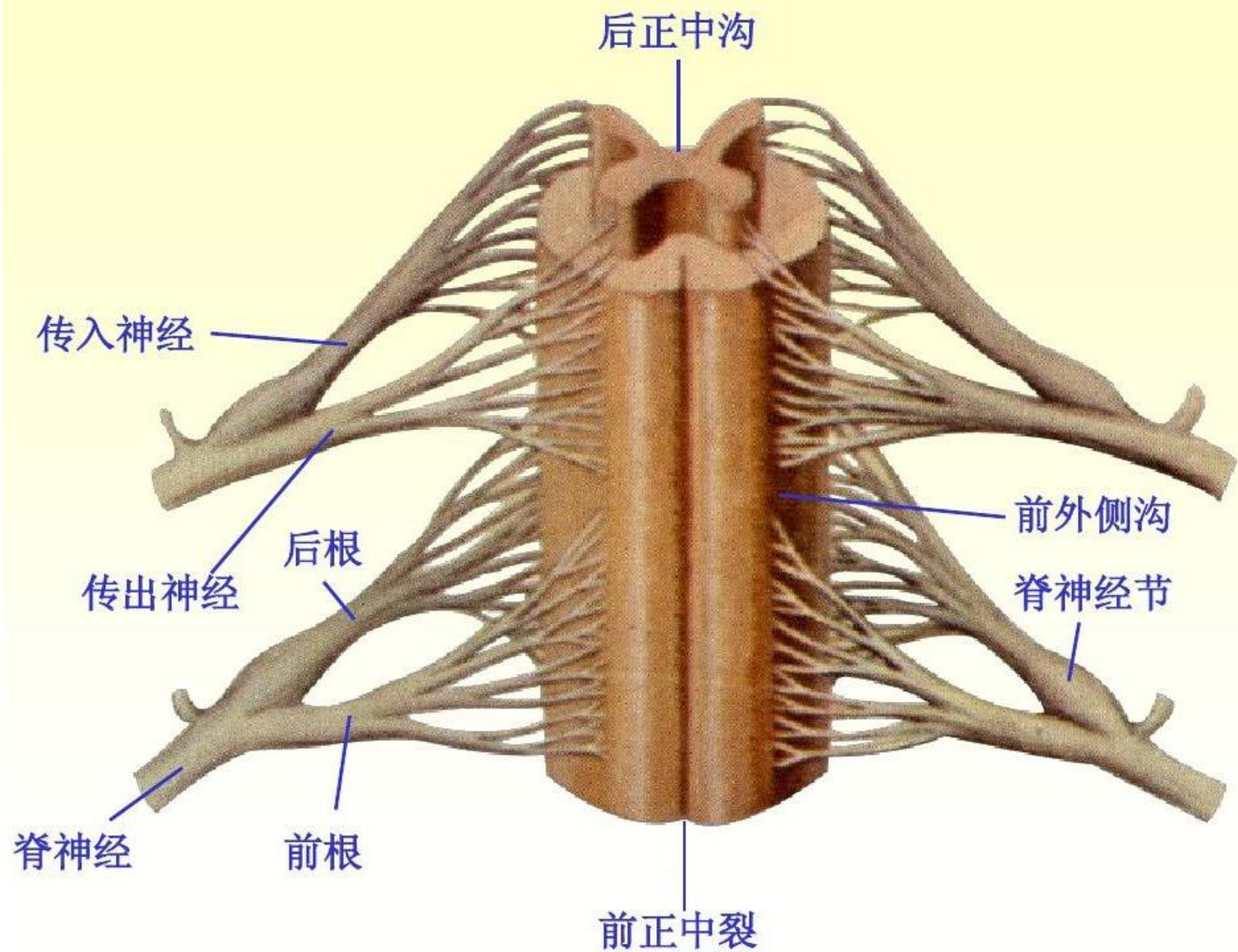
- 脊髓是脑与躯干、内脏之间的联系通道，是调节运动的低级中枢
 - 灰质—神经元的胞体和树突
 - 白质—神经纤维聚集而成

脊神经

- 脊神经共31对，每对脊神经借前根和后根与脊髓相连
- 前根属运动性，后根属感觉性，后根较前根略粗
- 31对脊神经中包括8对颈神经，12对胸神经，5对腰神经，5对骶神经，一对尾神经



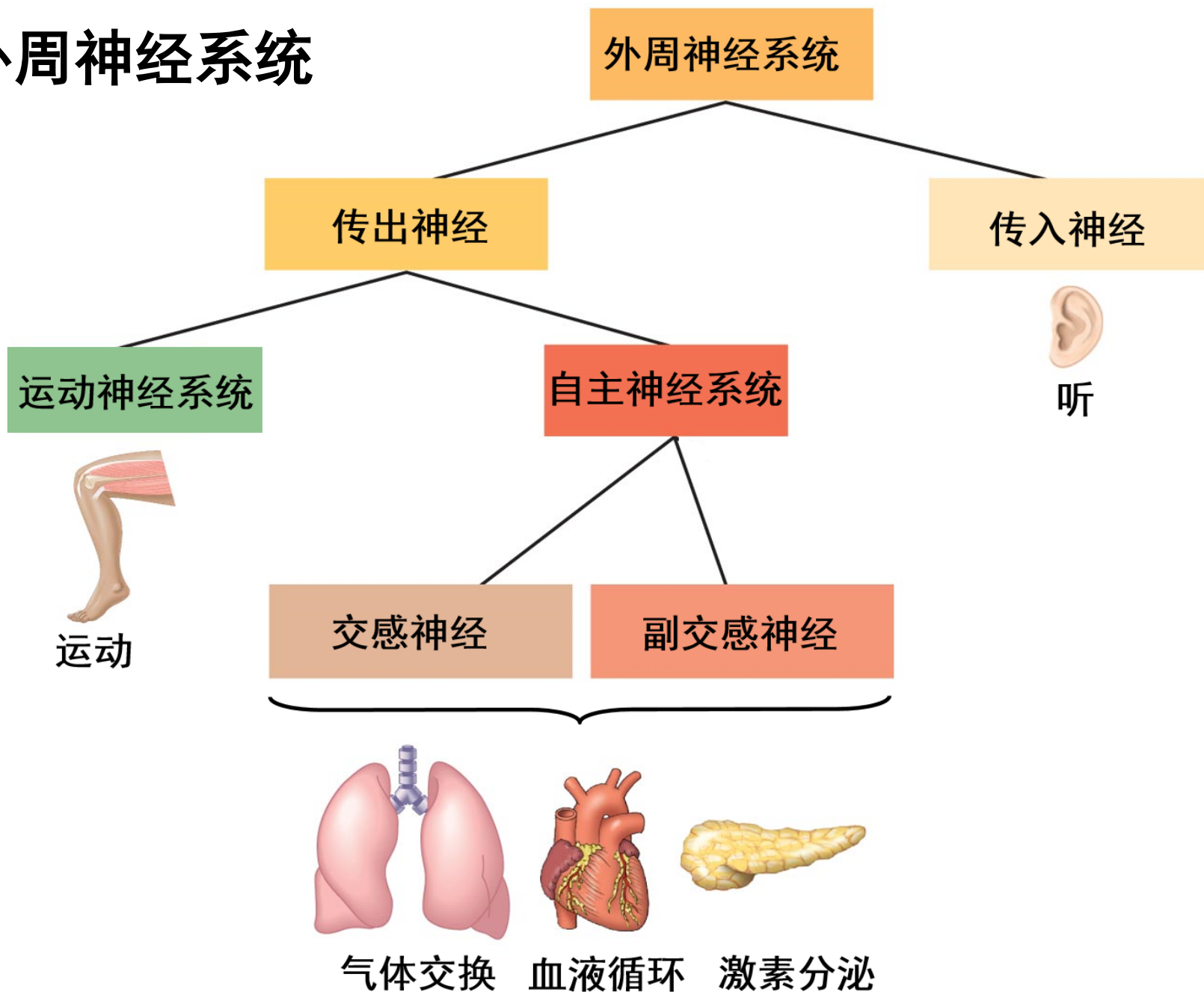
脊神经



自主神经系统

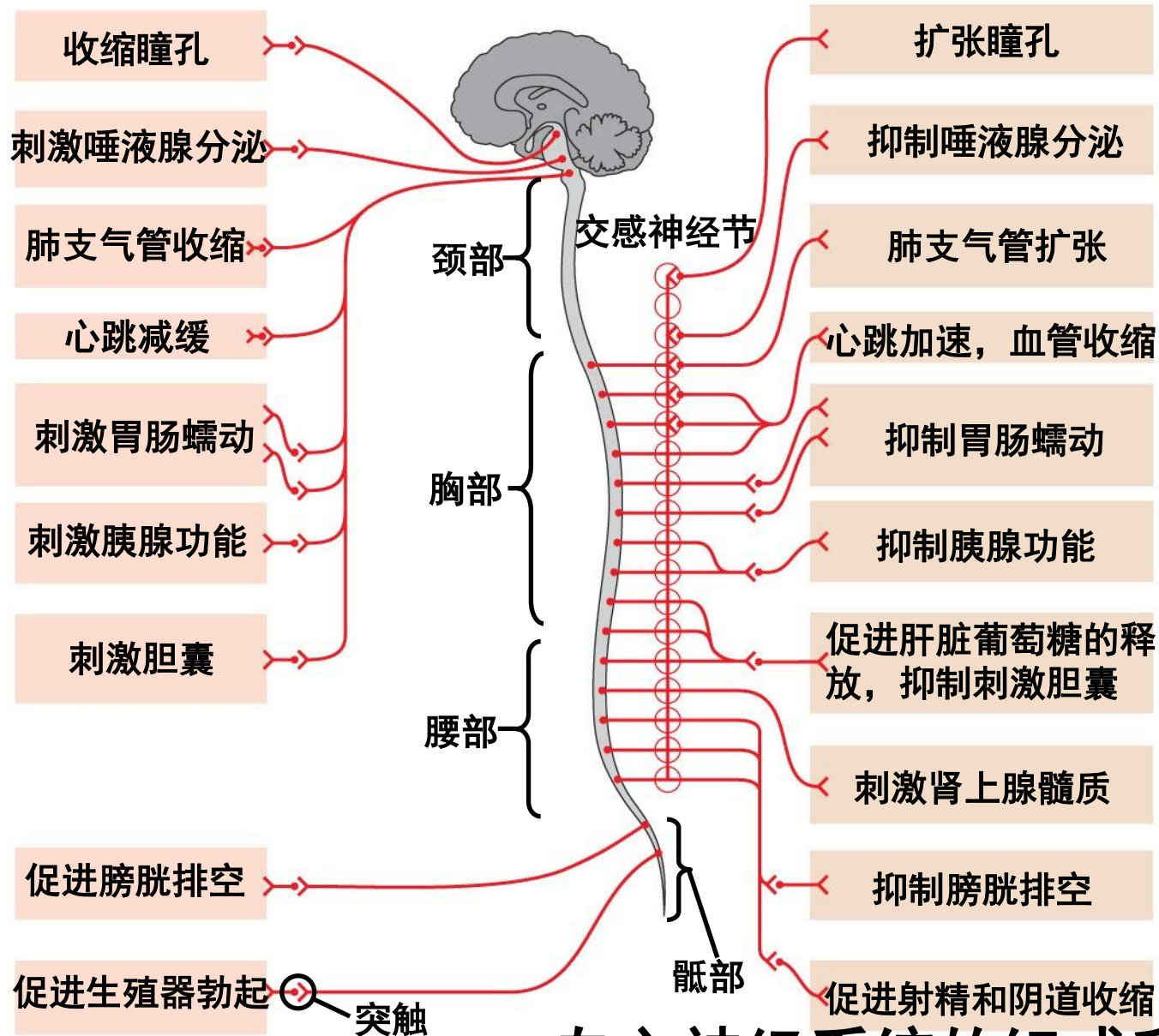
- 支配内脏、血管和腺体的传出神经的活动不受意识的支配，称为**自主神经系统 (Autonomic nervous system)**
- 自主神经系统包括**交感神经**和**副交感神经**，它们的作用**相反**
 - 当人体处于兴奋状态时，交感神经占据优势，促进心跳加快，支气管扩张，但是胃肠功能和腺体的分泌会减弱
 - 当人体处于安静状态时，副交感神经占据优势，心跳减缓，胃肠和腺体功能加强，有助于消化和吸收

外周神经系统



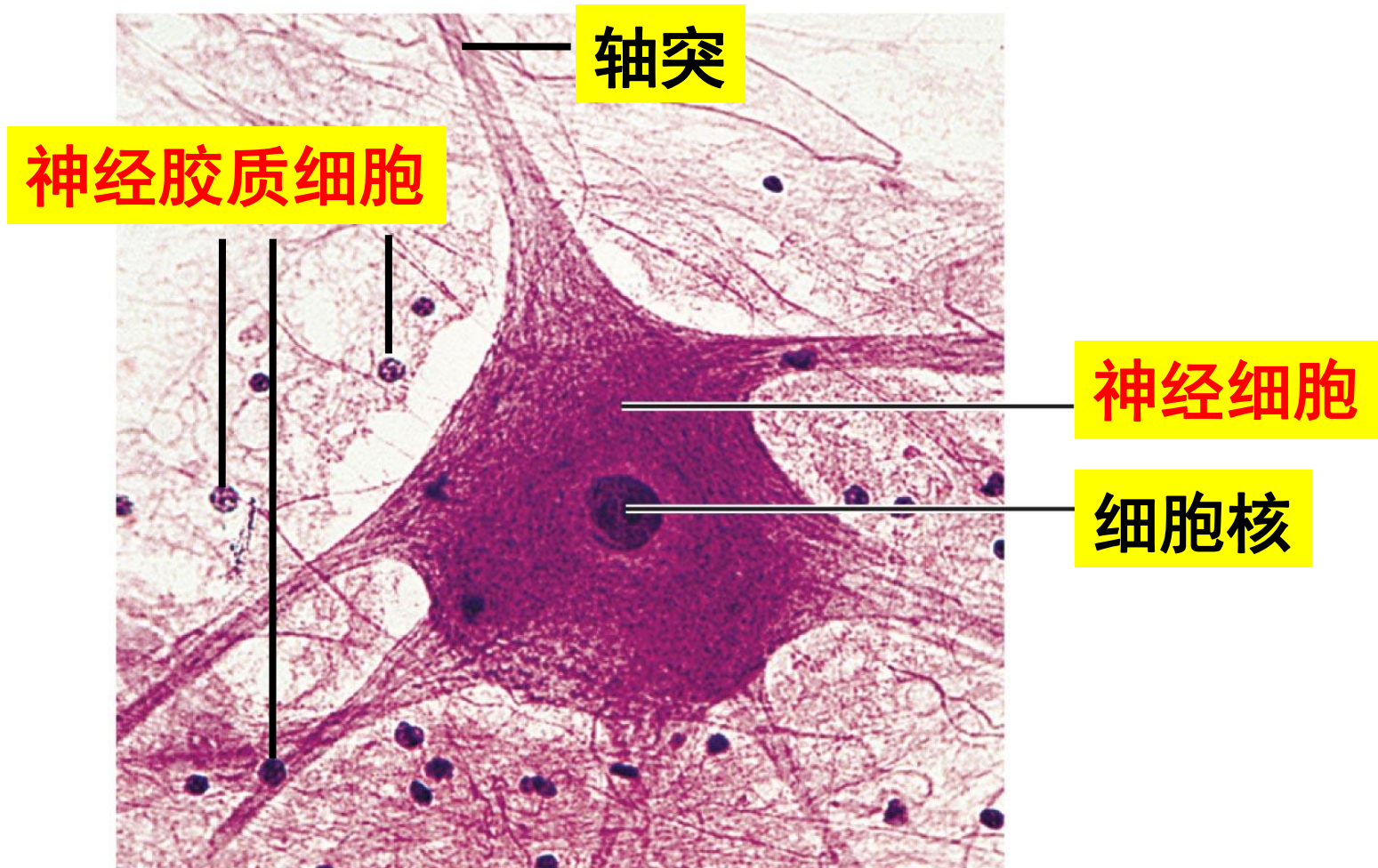
副交感神经

交感神经

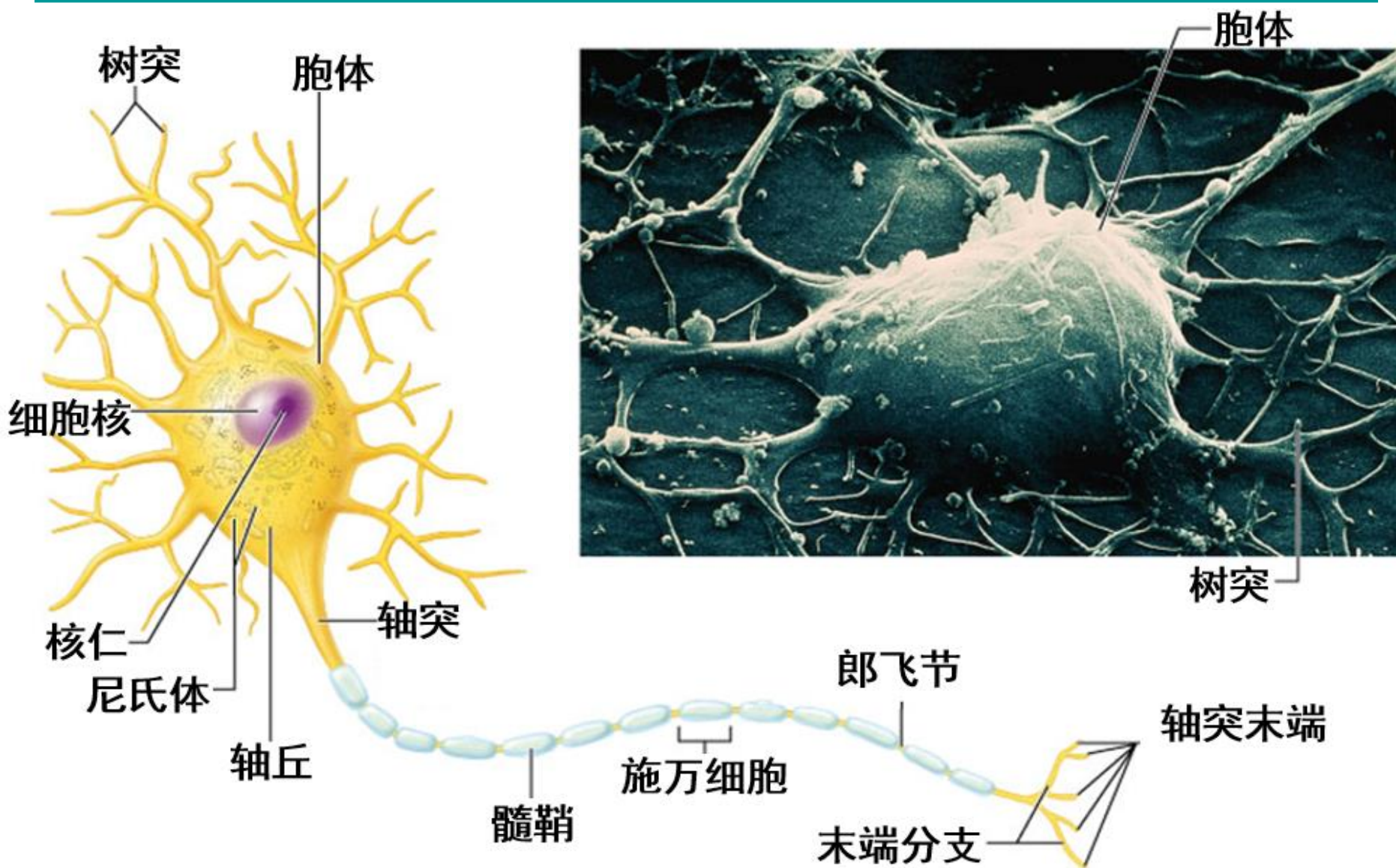


2. 组成神经系统的细胞

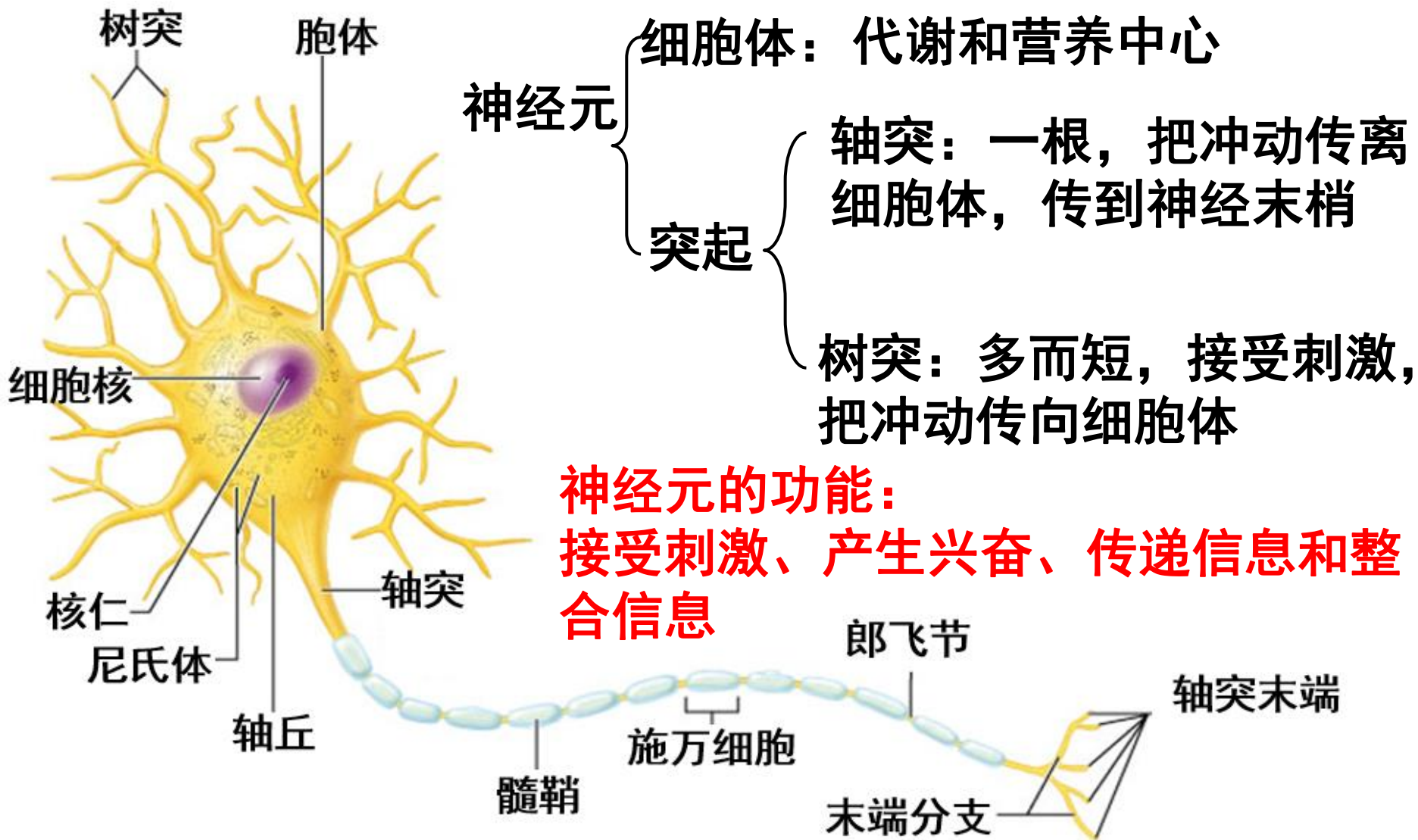
- 神经系统主要包括**神经元**和**神经胶质细胞**两大类



神经元——神经系统的基本结构和功能单位



神经元——神经系统的基本结构和功能单位



神经元——神经系统的基本结构和功能单位

- 神经元的胞体集中存在于大脑和小脑的皮层、脑干和脊髓的灰质以及神经节内

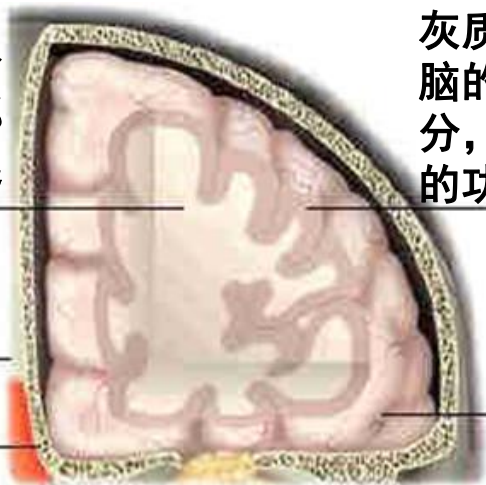
白质
脑的内部部分，
将脑的各部分
联结在一起

灰质
脑的外部部分，
行使脑的功能

颅骨

骨

大脑左
半球



脊髓横截面

脊

髓的结构如下图所示。宽约1.8厘米（0.75英寸），包含两个截然不同的部分：内部的蝴蝶形灰质以及外部的白质。环绕着脊髓的是三层薄薄的纤维状组织，在此，有许多对神经从脊髓发出并向外延伸。

白质

灰质

脑脊液

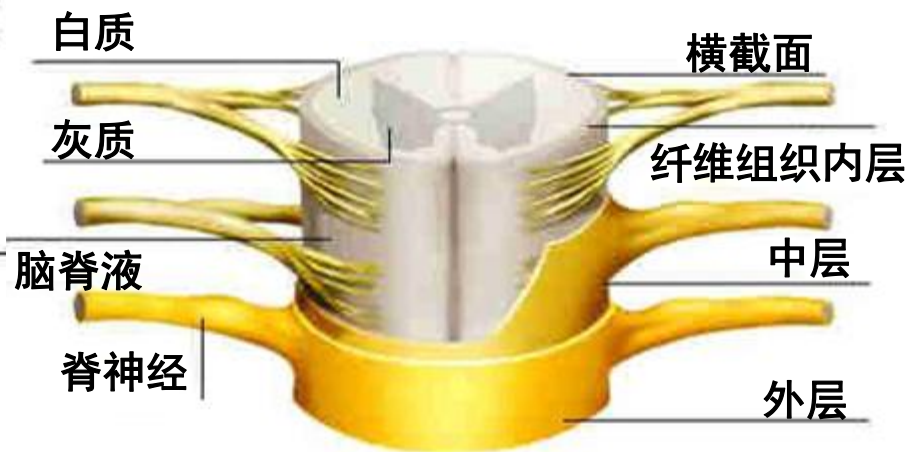
脊神经

横截面

纤维组织内层

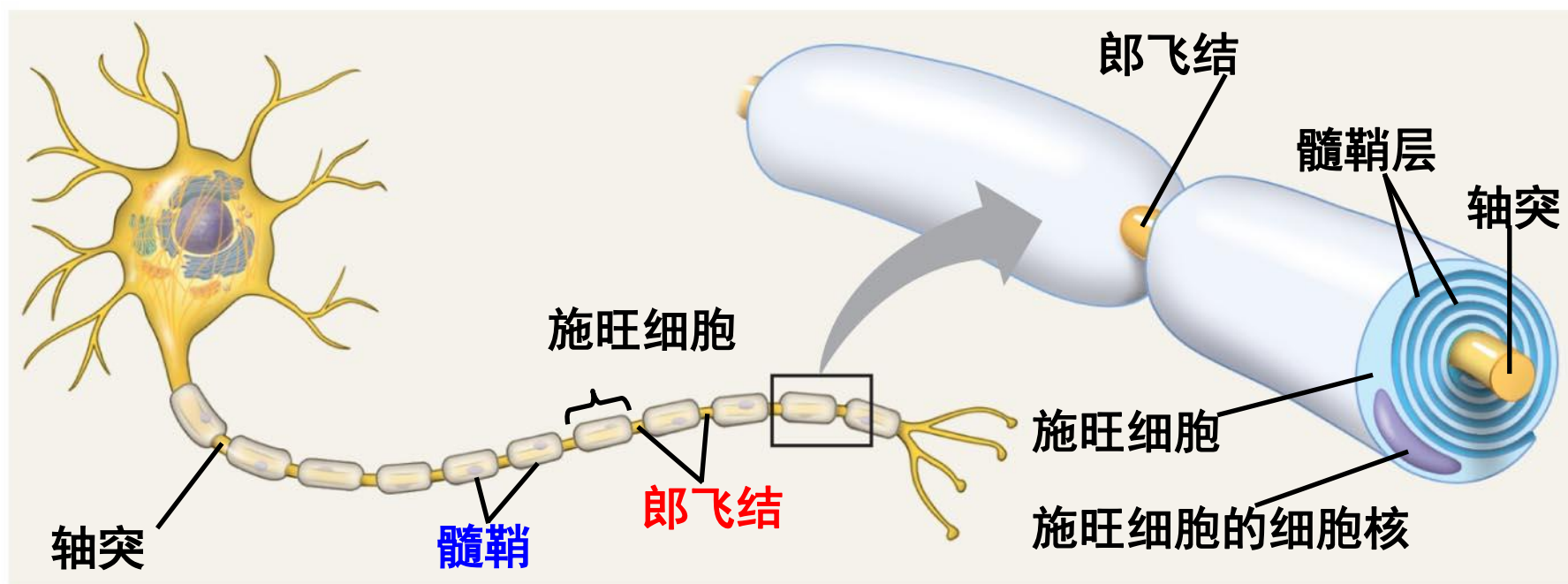
中层

外层



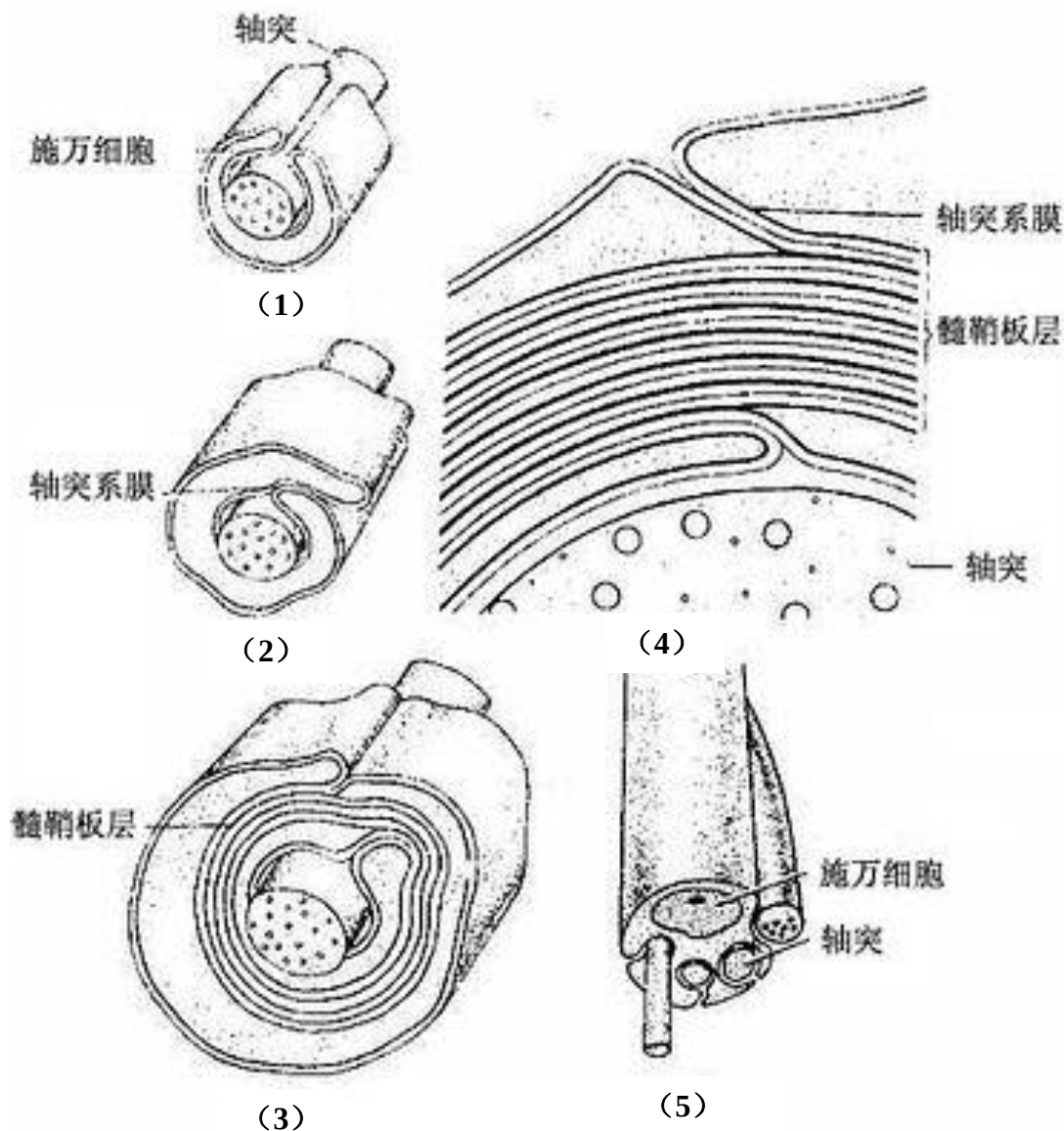
髓鞘与郎飞结

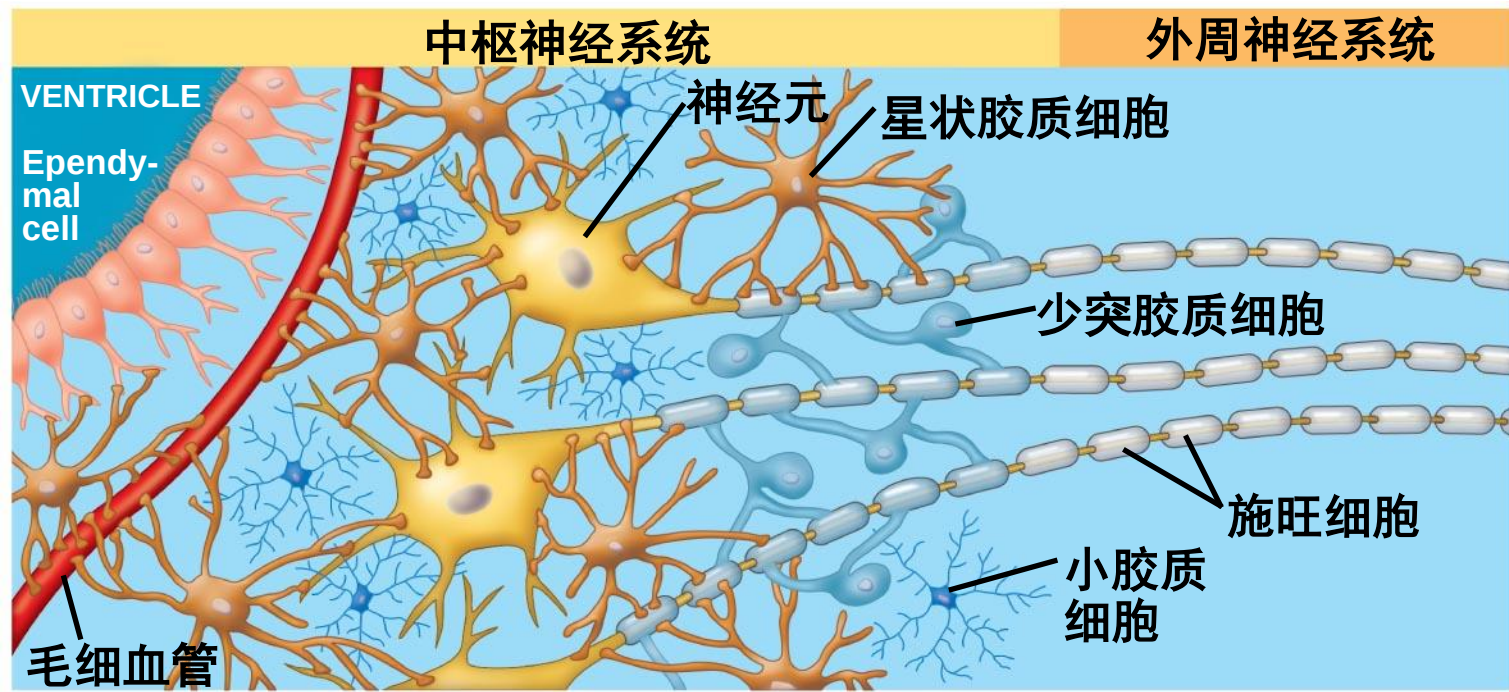
- **髓鞘**：包裹在轴突外面的脂质双层结构，具有高度绝缘性，外周神经系统中髓鞘由施旺细胞构成
- **郎飞结**：髓鞘之间无髓鞘的部分，即轴突裸露的部分



髓鞘的发生

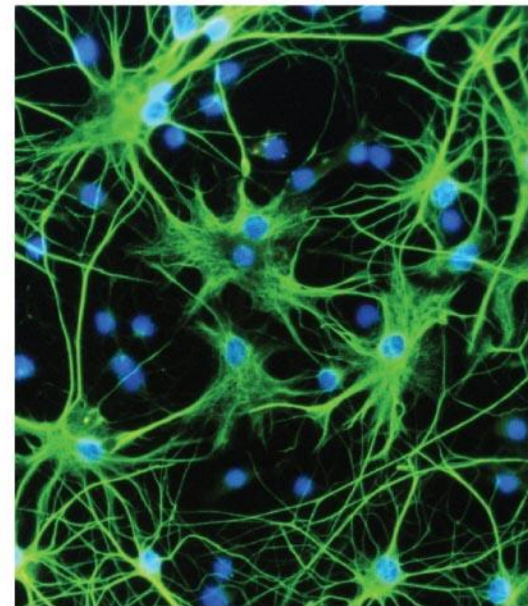
- (1) (2) (3)
髓鞘发生过程
- (4) 有髓神经纤维超微结构
- (5) 无髓神经纤维超微结构





(a) 脊椎动物的胶质细胞

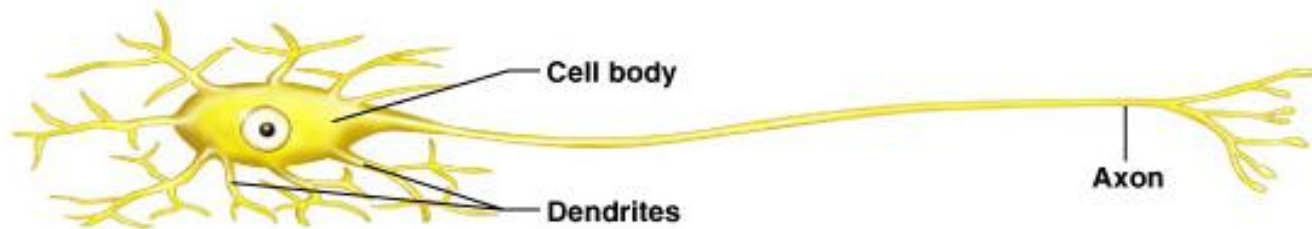
50 μm



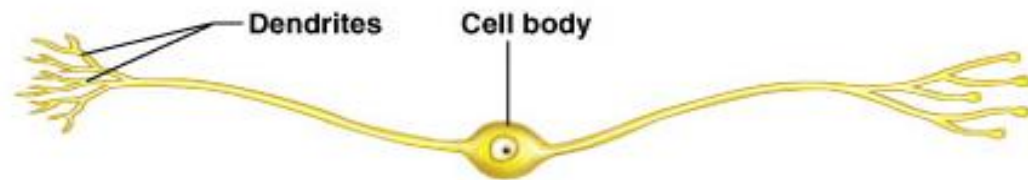
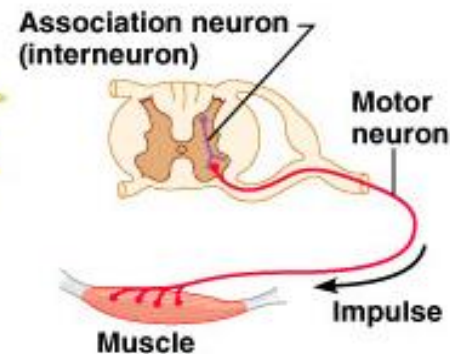
神经胶质细胞

(b) 星状胶质细胞 (LM)

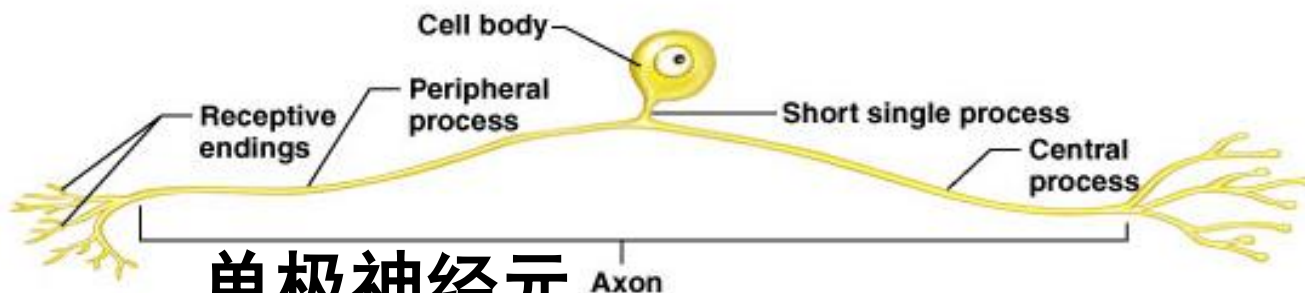
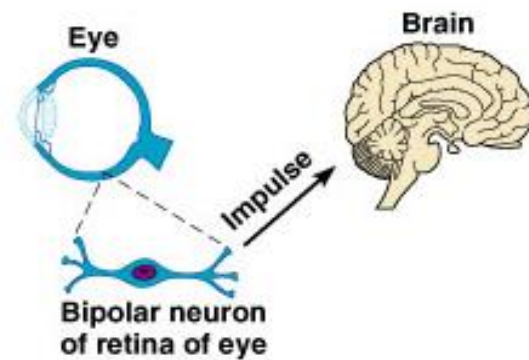
神经元的种类——按突起数目分



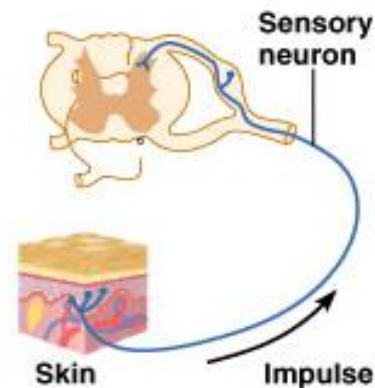
(a) Multipolar neuron 多极神经元



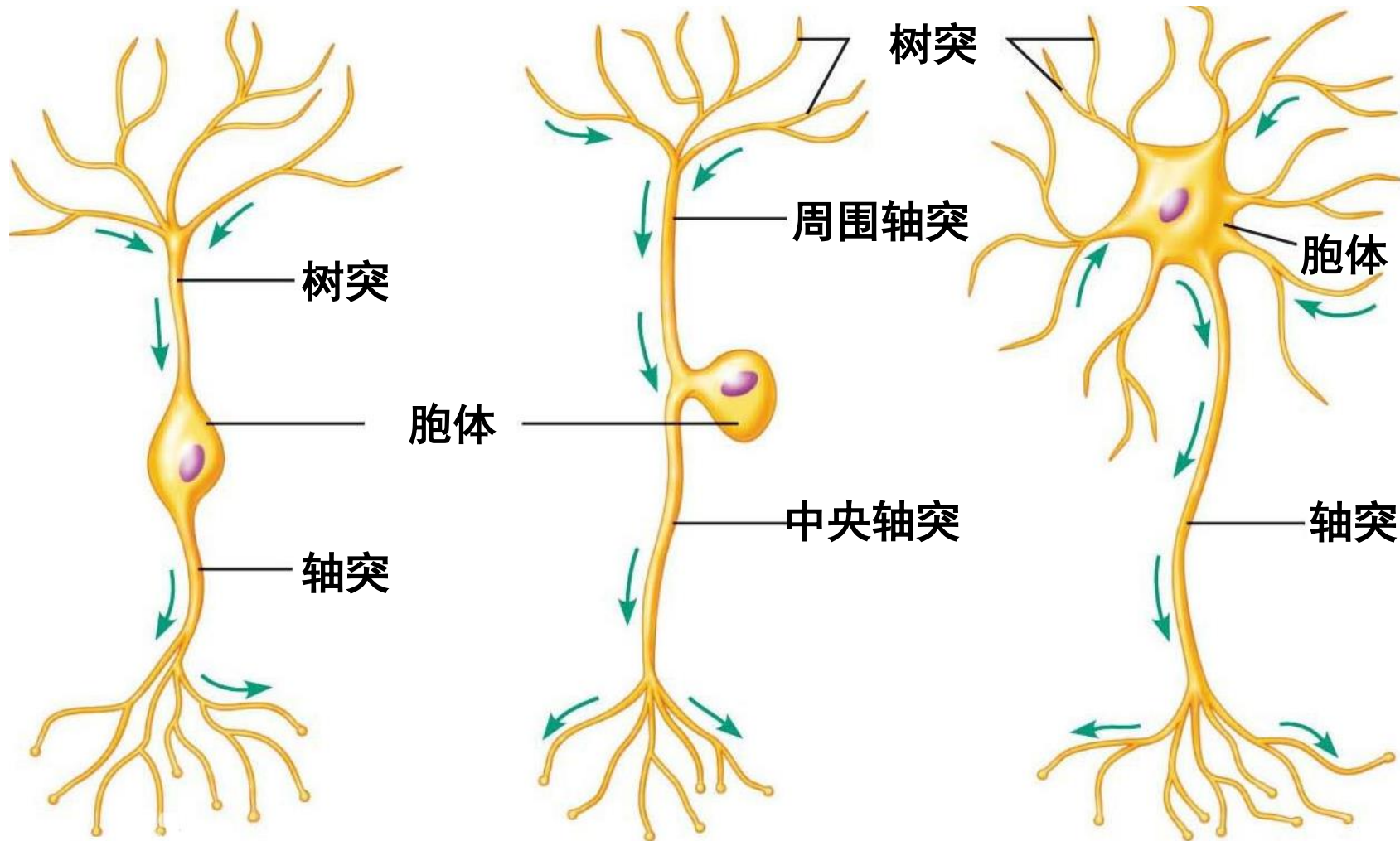
(b) Bipolar neuron 双极神经元



(c) Unipolar neuron 单极神经元



神经元按照突起数目的分类



(a) 双极神经元

(b) 单极神经元

(c) 多极神经元

神经元的种类——按功能分

感觉神经元

Sensory neuron

Peripheral process (axon)

Afferent transmission

Receptive endings

中间神经元

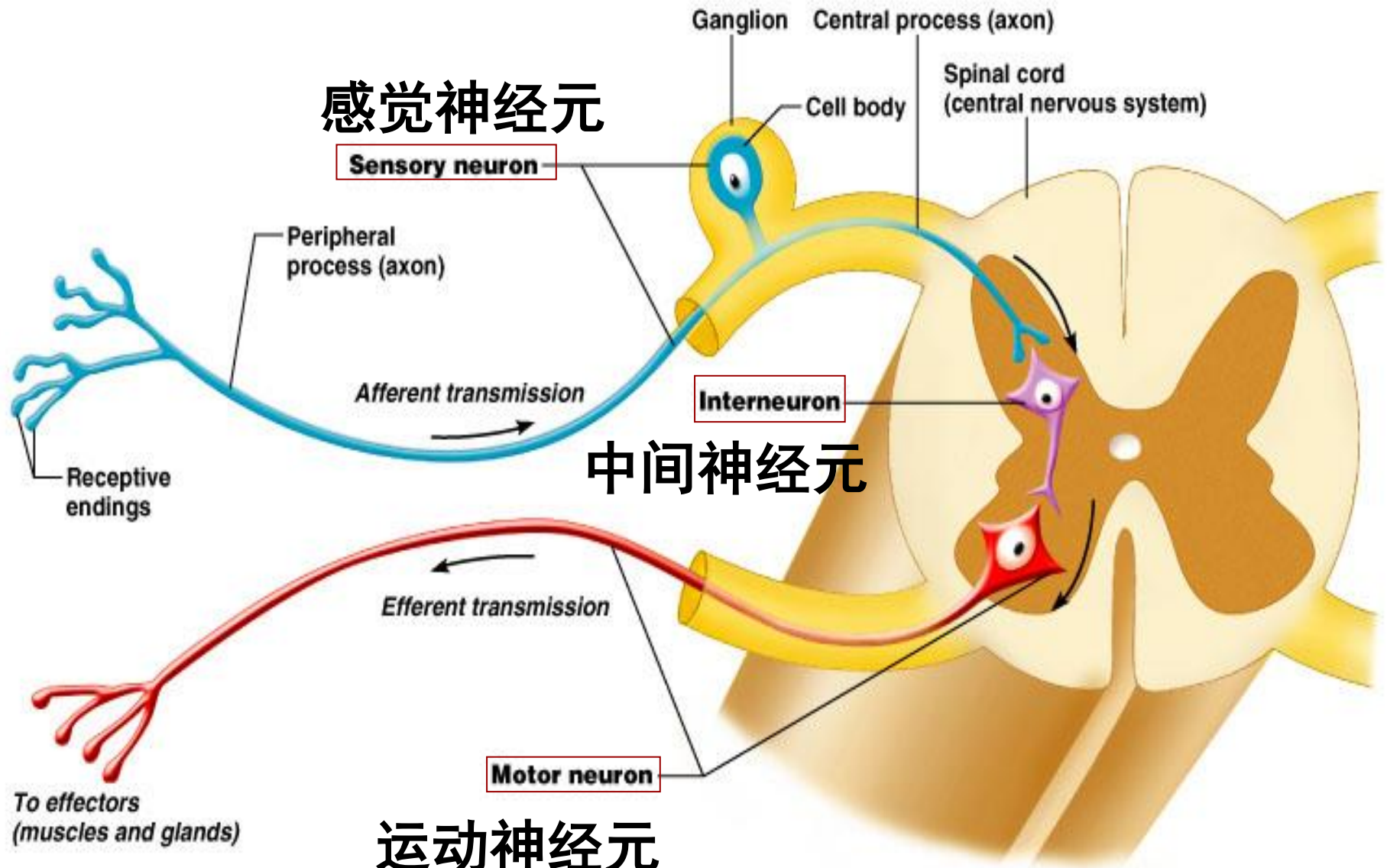
Interneuron

Efferent transmission

Motor neuron

运动神经元

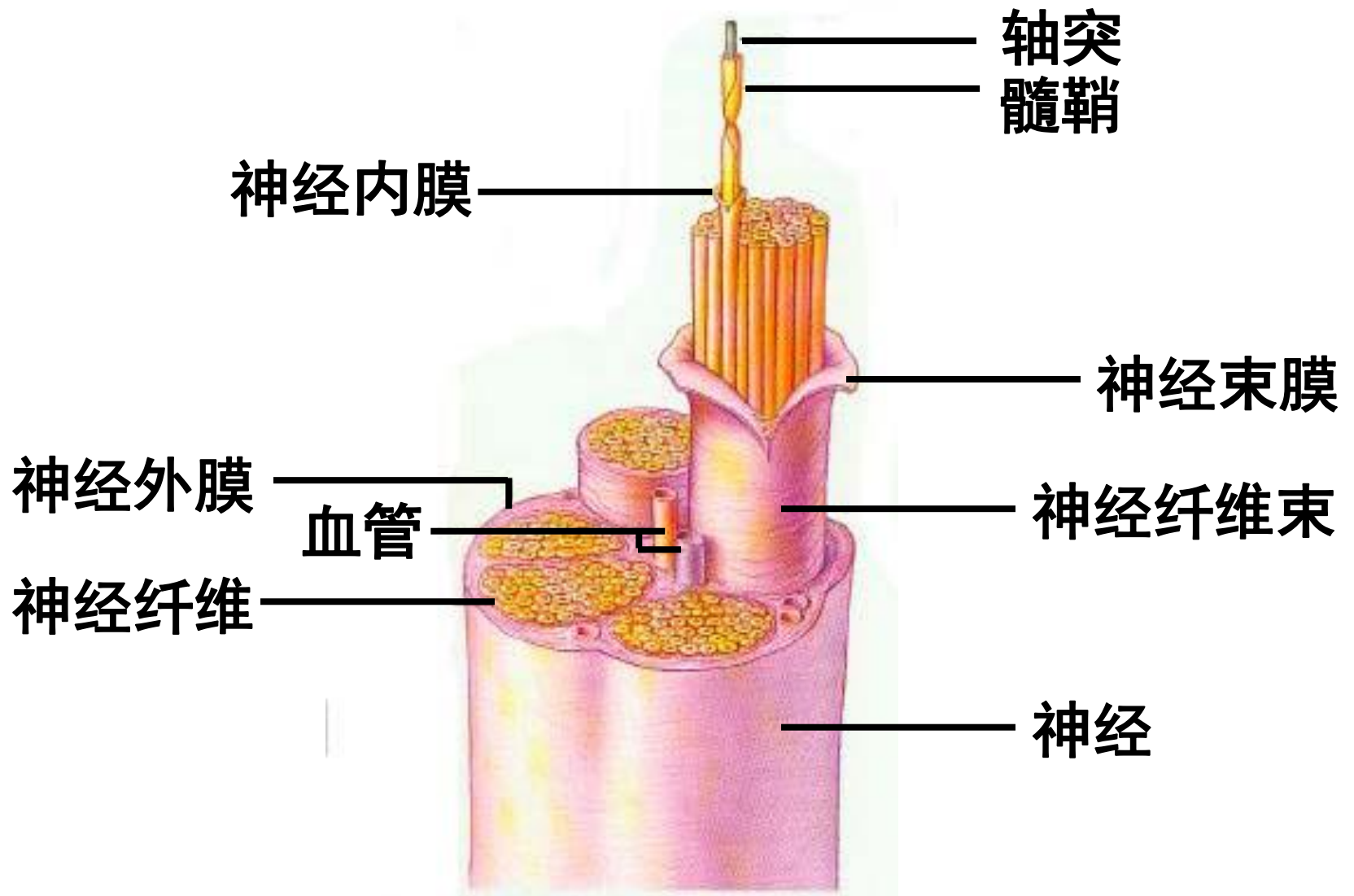
To effectors
(muscles and glands)



神经纤维、神经纤维束、神经、神经节

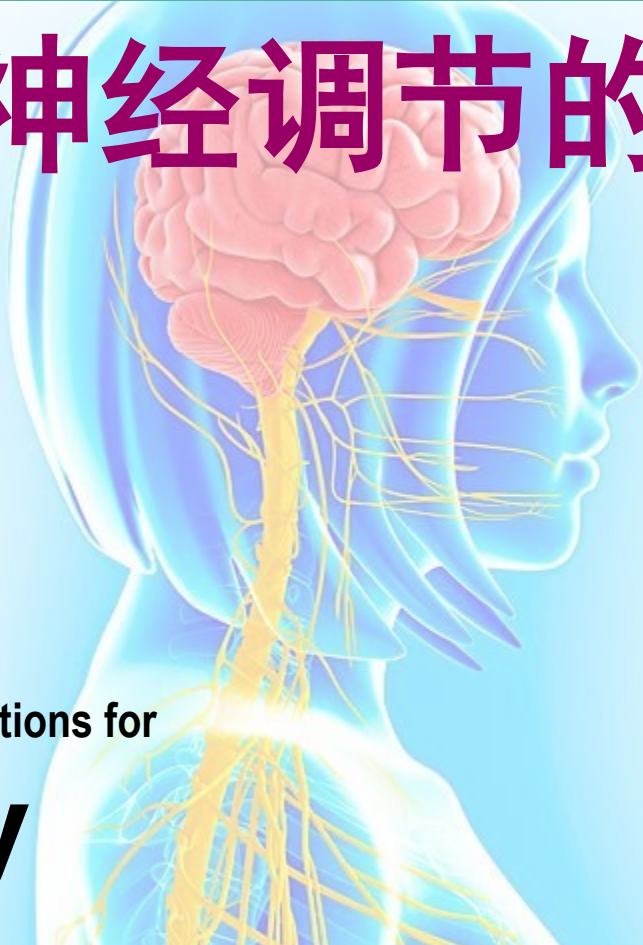
- **神经纤维**是由神经元的轴突或长的树突以及包裹在轴突外的髓鞘构成
- **神经**是由**神经纤维束**聚集形成，被结缔组织包裹的索状结构
- 一个神经像一条电缆，可含有成百成千并行的神经纤维，外有髓鞘，高度绝缘，传导信息彼此不受干扰
- **神经节**：外周神经系统中神经细胞胞体集中形成

神经纤维、神经纤维束、神经



第二章 神经调节

第二节 神经调节的基本方式



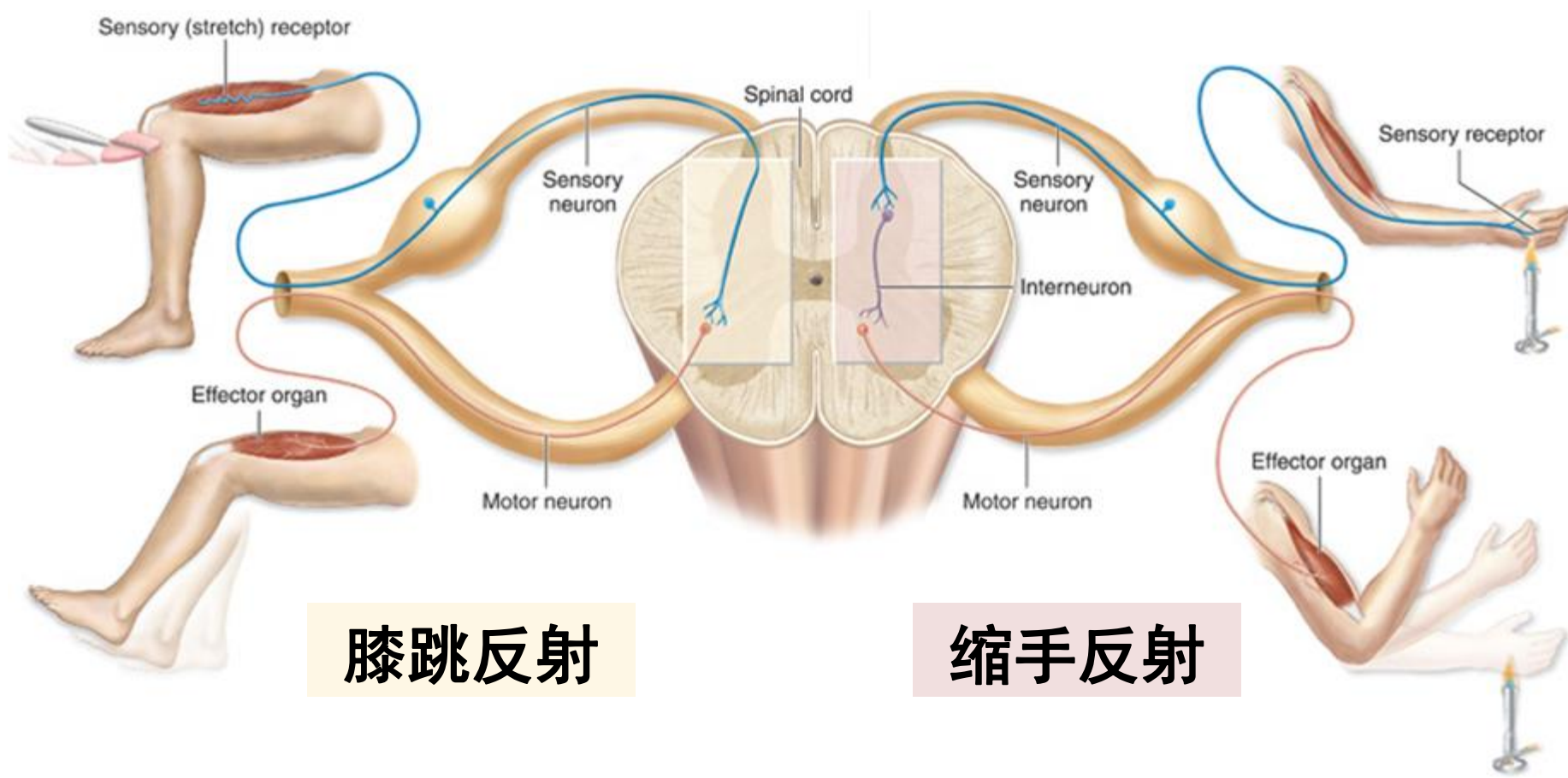
PowerPoint® Lecture Presentations for

Biology

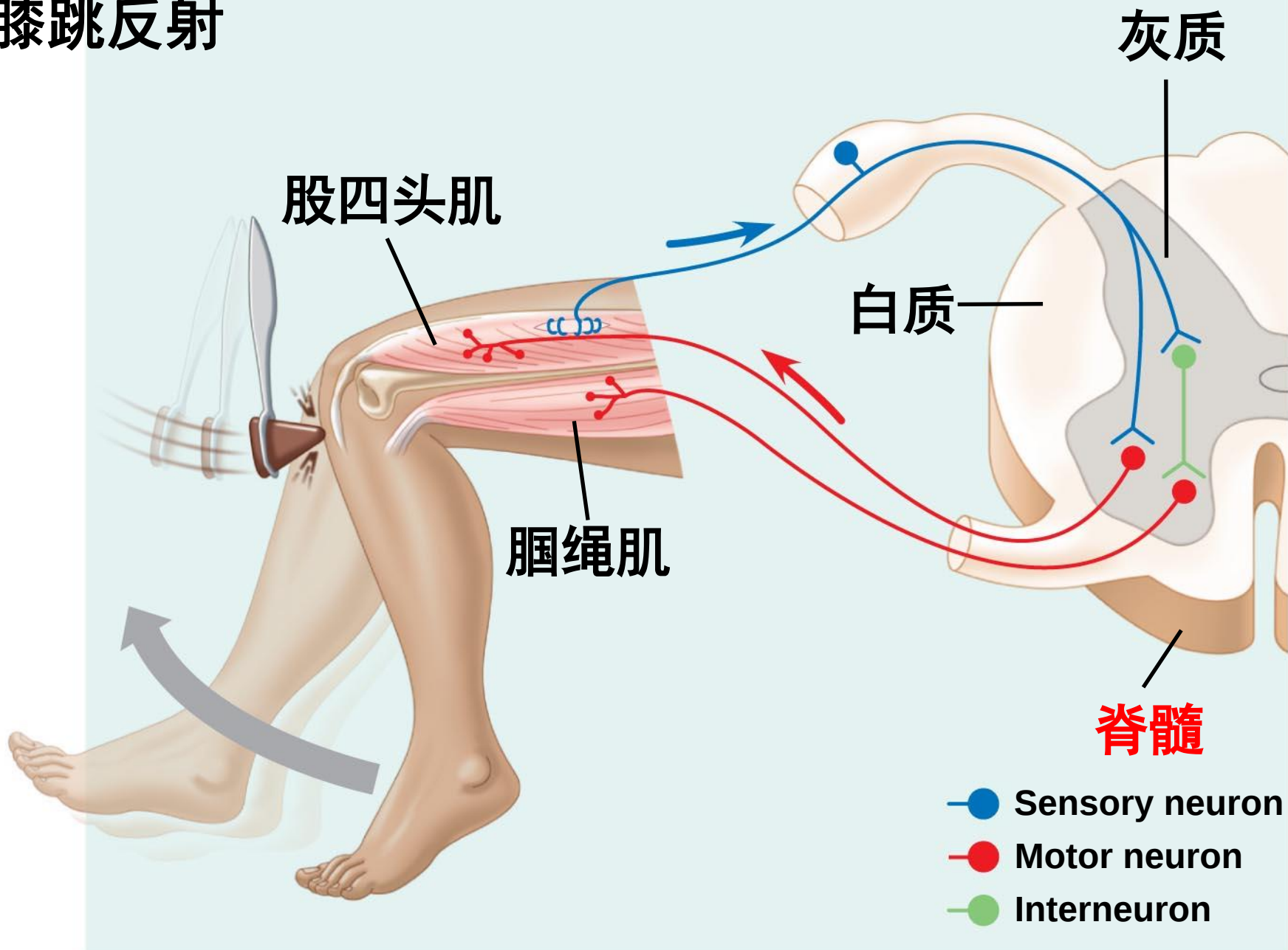
闫菡 生命科学与技术学院

1. 神经调节的基本方式——反射

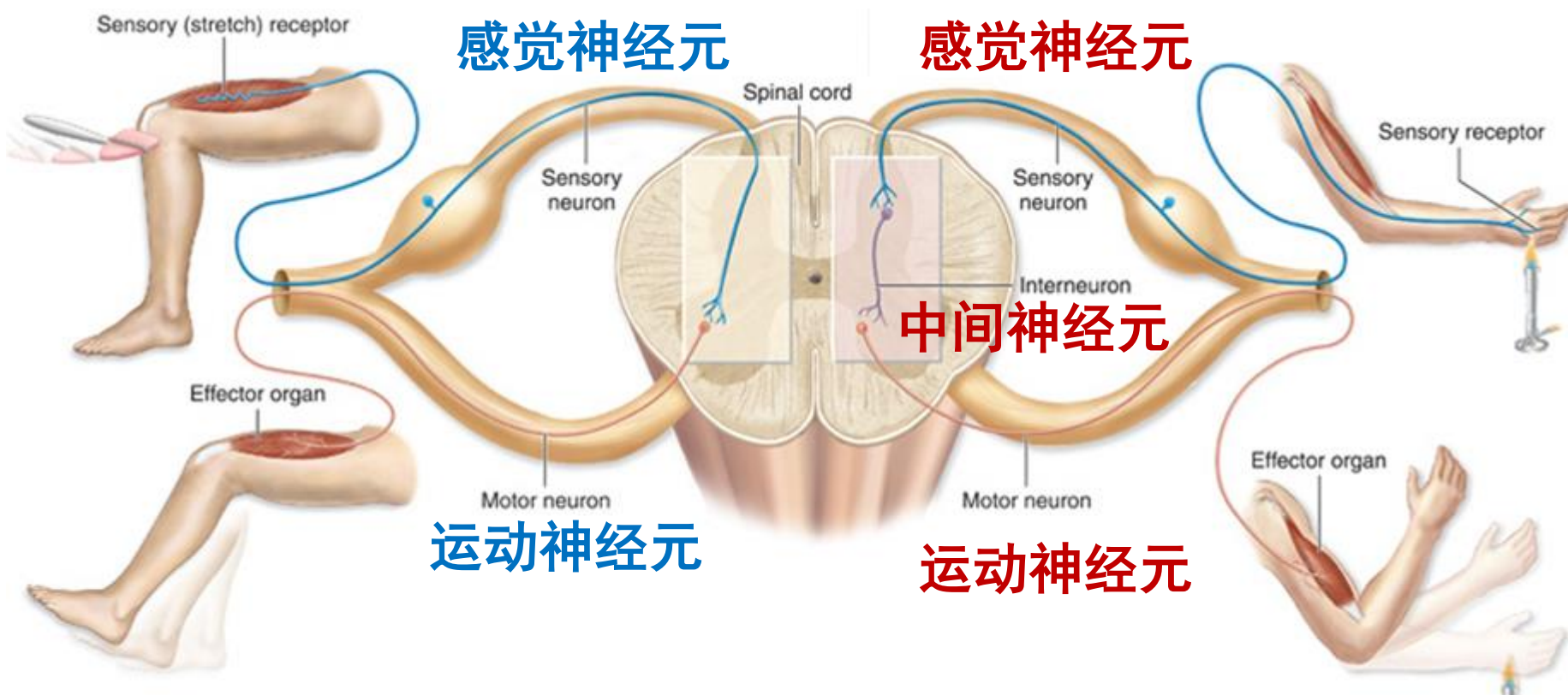
- **反射 (Reflex)** 是指在中枢神经系统参与下，机体对内、外界环境刺激所产生的规律性应答反应



膝跳反射



- 一个完整的反射活动仅靠一个神经元能完成吗？

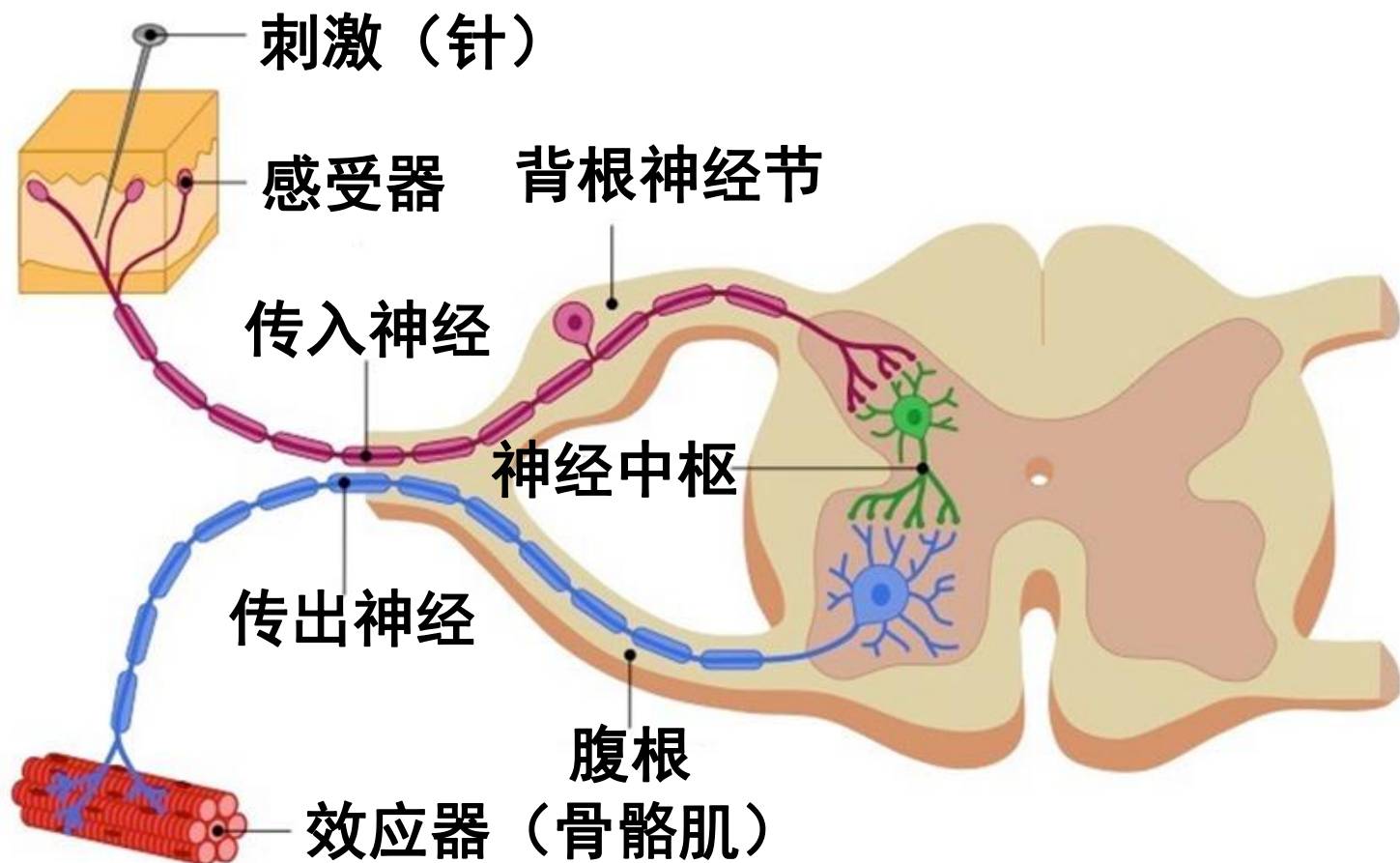


膝跳反射 $\Rightarrow$ 二元反射

缩手反射 $\Rightarrow$ 三元反射

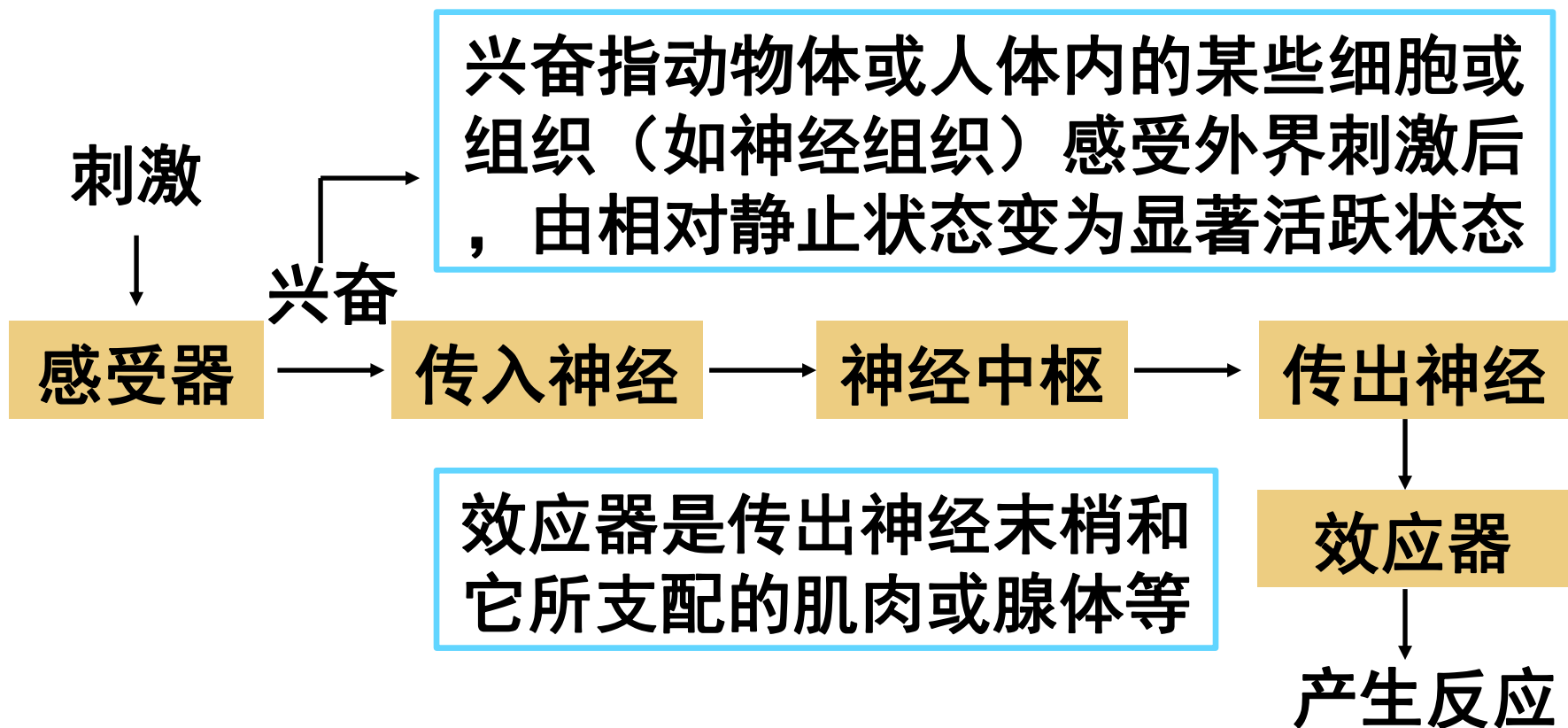
2. 反射的结构基础——反射弧

- **反射弧 (Reflex arc)** 是反射的结构基础，包括：
感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器



反射的过程

- 反射过程是如下进行的：



-
- 兴奋除了在反射弧中传导，还会在脑与脊髓等中枢神经系统中传导，如从脊髓的低级中枢传导到大脑皮层
 - 反射活动需要完整的反射弧来实现，任何环节在结构或功能上受损，反射就不能完成

3. 条件反射和非条件反射

- 反射分为非条件反射与条件反射
- **非条件反射**：生来就已经建立的先天性反射
 - 引起非条件反射的刺激是**非条件刺激**
- **条件反射**：出生以后个体在生活中通过学习或训练逐渐形成的后天性反射
 - 引起条件反射的刺激叫做**条件刺激**
- **注意**：
 - **条件反射是可以改变和重建的**
 - **条件反射对于人和动物适应环境的能力来说比非条件反射有更为积极的意义**

条件反射与非条件反射的对比

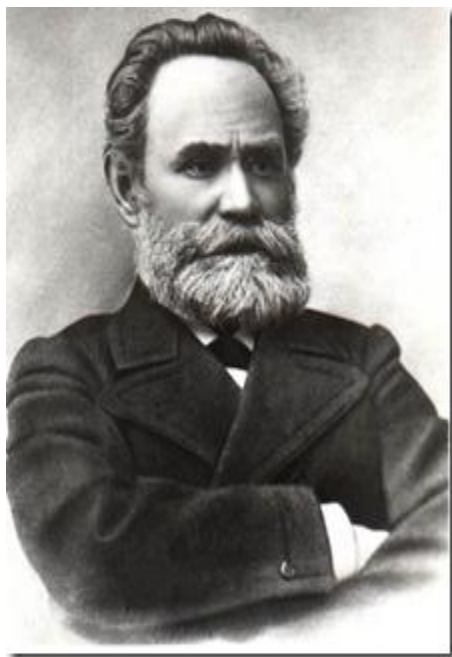
	非条件反射	条件反射
区别	先天的，	后天习得的
	由非条件刺激即直接刺激引起	由条件刺激即信号刺激引起
	无需大脑皮层，通过皮层下各级中枢就可形成	主要中枢部位在大脑皮层
	属于低级的神经活动	属于高级的神经活动
	数量有限	数量无限
	终生的，固定的	暂时的，可建立也可消退
	生存的根本保证	扩大了适应能力
联系	条件反射以非条件反射为基础； 条件反射和非条件反射共同作用，使生物更好适应环境	

常见的反射

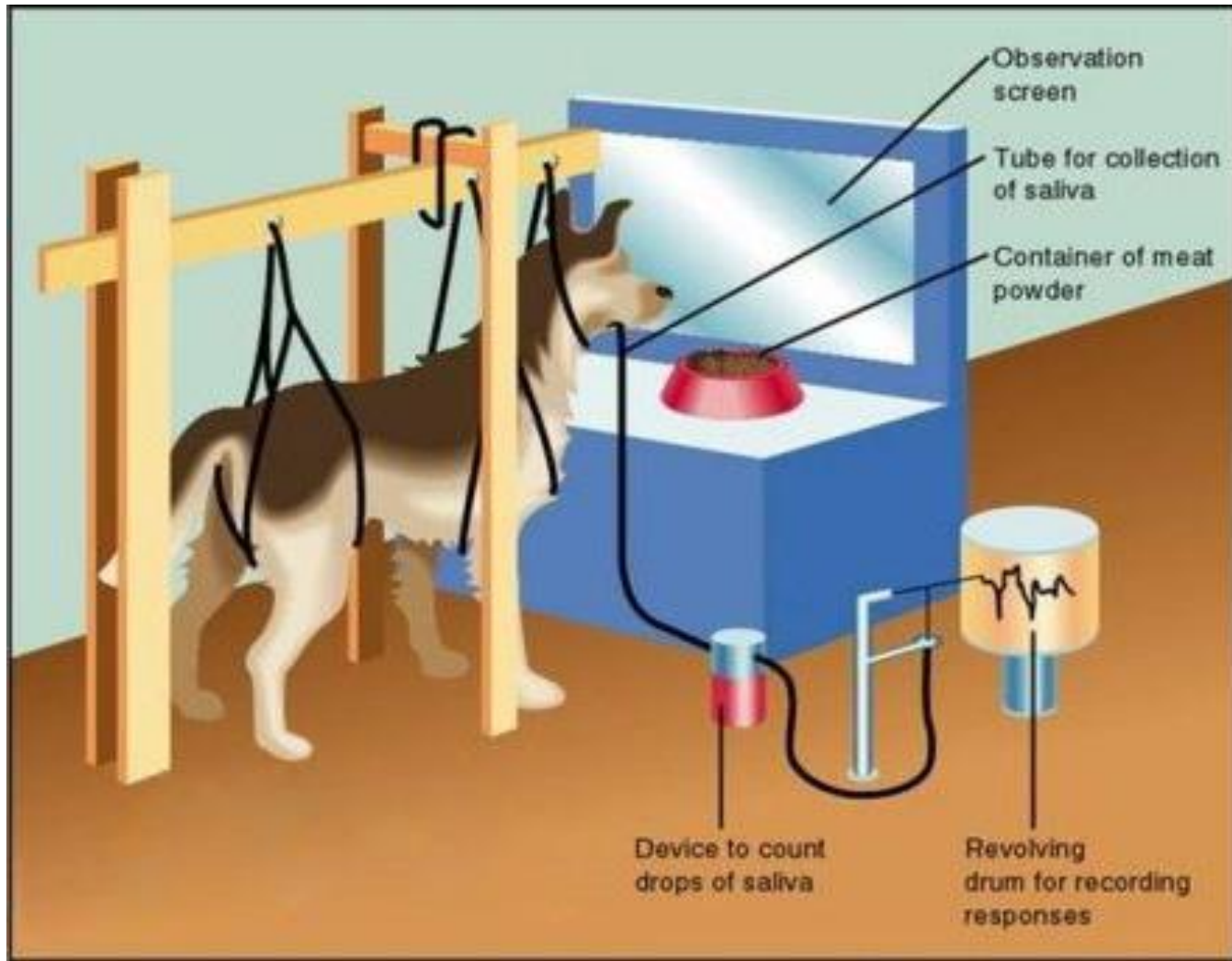
- 非条件反射：包括防御反射、食物反射、性反射等
 - 如：膝跳反射、眨眼反射、缩手反射、婴儿的吮乳、排尿反射、吃了梅子后流口水等
- 条件反射：
 - 如：望梅止渴
- 含羞草被触碰后叶片下垂是条件反射吗？
- 草履虫向水中有糖分的一侧移动是条件反射吗？

经典的条件反射建立的实验

- 1904年，俄罗斯生理学家巴普洛夫因其对条件反射的开创性研究而获得诺贝尔生理学医学奖



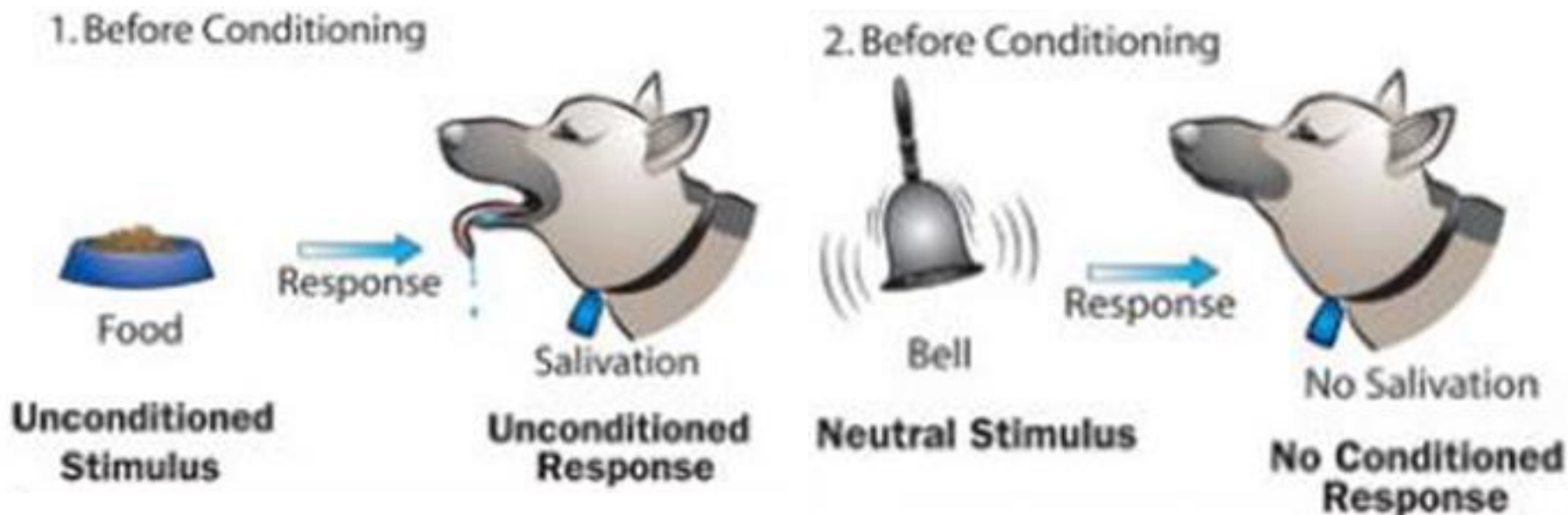
巴普洛夫对条件反射的研究



条件反射的建立

• 实验第一步

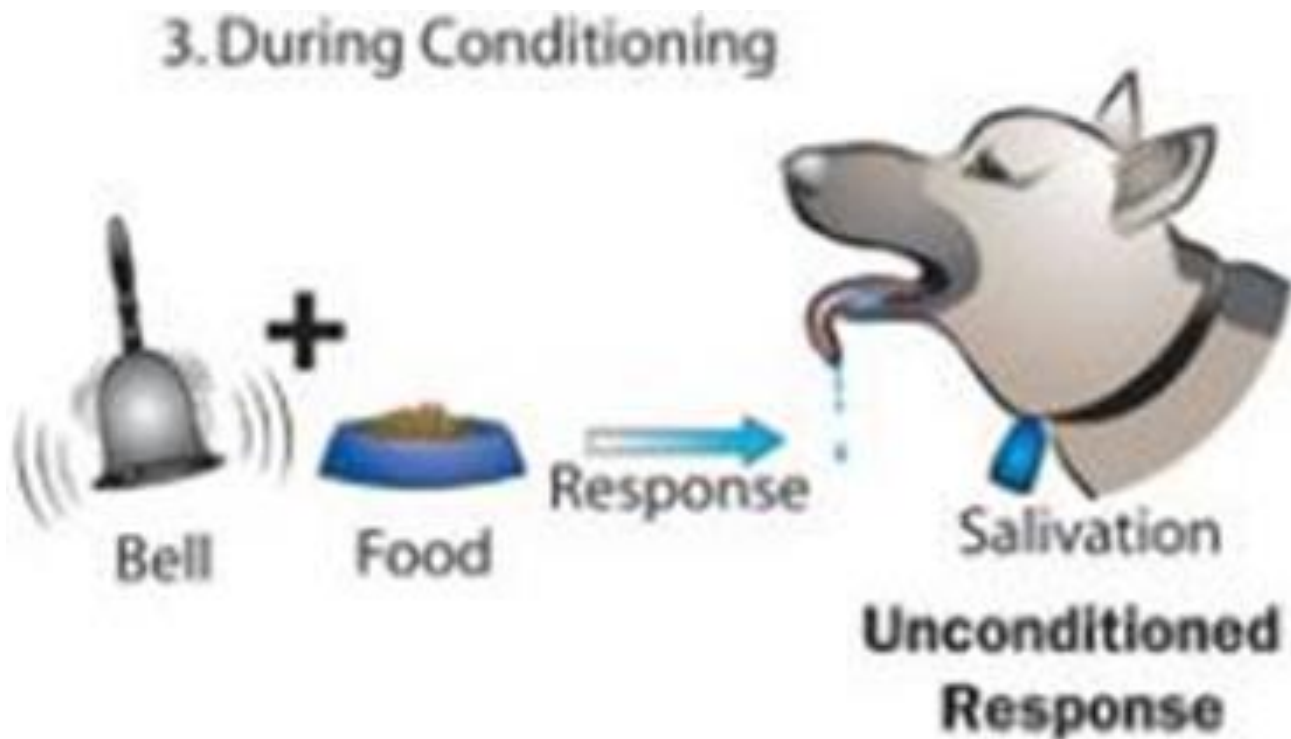
- 在条件反射建立以前，**非条件刺激（食物）产生非条件反射（狗分泌唾液）**
- **无关刺激（铃声）**不引起唾液分泌



条件反射的建立

- 实验第二步

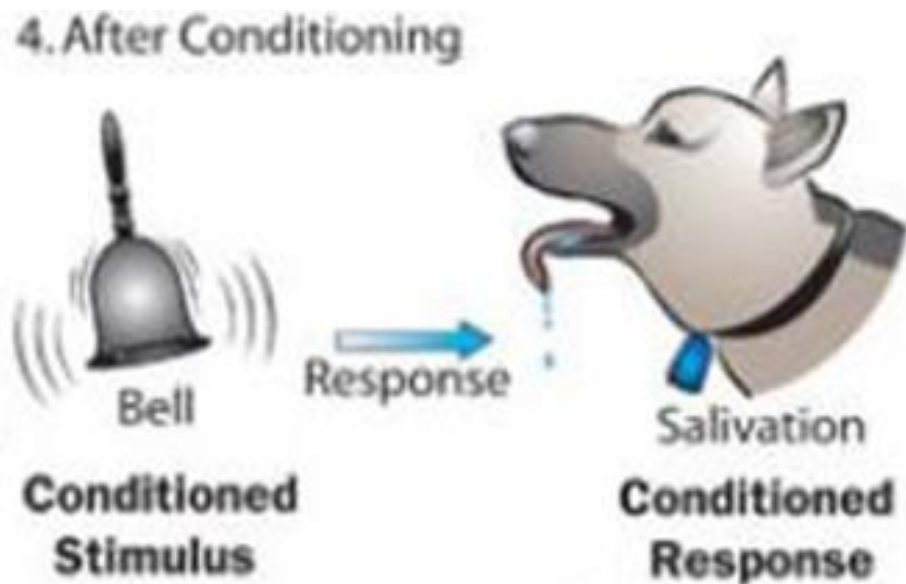
- 在狗进食前先给予一次铃声刺激，并**重复多次**



条件反射的建立

- 实验第三步

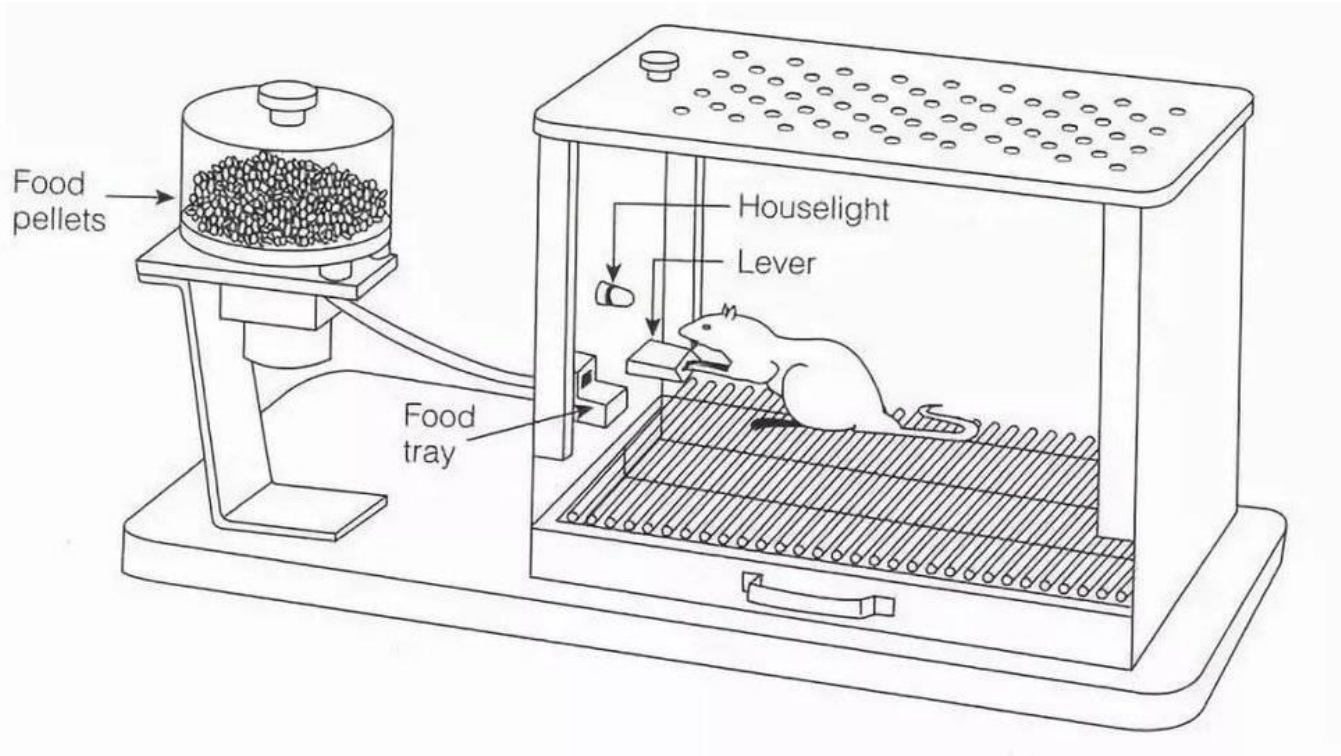
- 不给于狗食物，仅仅给予铃声刺激，足以使狗分泌唾液
- 铃声—流涎反应的条件反射已经建立，**铃声已经从无关刺激转变为条件刺激了**



实验结论

- 条件反射是后天获得的
- 形成条件反射的基本条件是非条件刺激（进食）与无关刺激（铃声）在时间上的结合，这个过程称为强化
- 任何无关刺激与非条件刺激多次结合后，无关刺激就会转化为条件刺激，条件反射也就形成

操作式条件反射实验



- 大鼠在实验箱内由于偶然踩在杠杆上而得到食物，如此重复多次，则大鼠学会自动踩杠杆而得食
- 在此基础上进一步训练，只有当某种信号（如灯光）出现时踩杠杆，才能得到食物
- 多次训练强化后，大鼠见到特定的信号（灯光），就去踩杠杆而得食

条件反射的消退

- 条件反射建立之后，如果反复应用条件刺激而不给予非条件刺激强化，条件反射就会逐渐减弱，最后完全不出现，称为**条件反射的消退**
 - 铃声与食物多次结合应用，使狗建立了条件反射
 - 然后，反复单独应用铃声而不给予食物（不强化）
 - 则铃声引起的唾液分泌量会逐渐减少，最后完全不能引起分泌

条件反射的消退

- 条件反射的消退是由于在不强化的条件下，原来引起唾液分泌的条件刺激，转化成了引起大脑皮层发生抑制的刺激
- 条件反射的消退并不是条件反射的丧失，而是从原先引起兴奋（有唾液分泌）的条件反射转化成为引起抑制（无唾液分泌）的条件反射
- 前者称为阳性条件反射，后者称为阴性条件反射

条件反射小结

- 第一阶段：

非条件刺激



非条件反射

食物



唾液分泌

- 第二阶段：

非条件刺激

+

无关刺激



非条件反射

食物

+

铃声



唾液分泌

- 第三阶段：

无关刺激



条件刺激



条件反射形成

- 第四阶段：

条件刺激

+

无非条件刺激



条件反射消退

条件反射的生物学意义

- 人和高等动物对内外环境的适应，都是通过非条件反射和条件反射来实现的，非条件反射只能对恒定的环境变化进行适应，而条件反射可以随着环境的变化而不断地新建，使人和高等动物对于环境的变化能够更精确的适应
- 大脑皮层不仅凭借条件反射活动来调节人体的行为，而且凭借条件反射活动来调节各种内脏活动
- 条件反射是在后天生活过程中获得，数量上可无限，具有高度的适应性，对动物机体的生存和活动有重大意义，也是心理活动、学习和记忆的生理基础

第二章 神经调节

第三节

神经冲动的产生和传导

PowerPoint® Lecture Presentations for

Biology

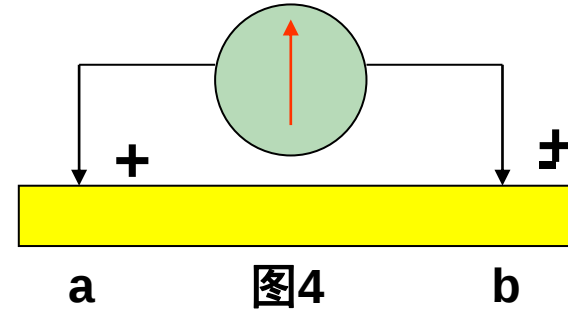
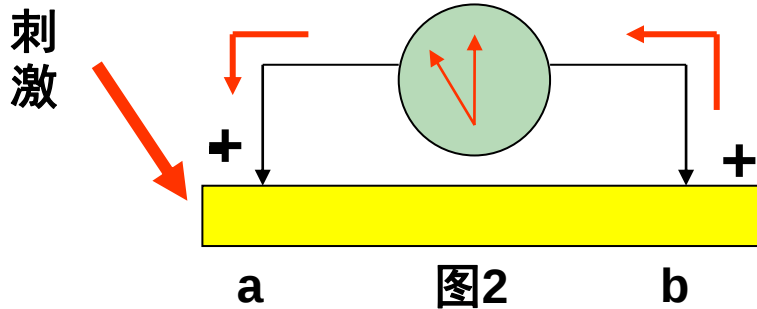
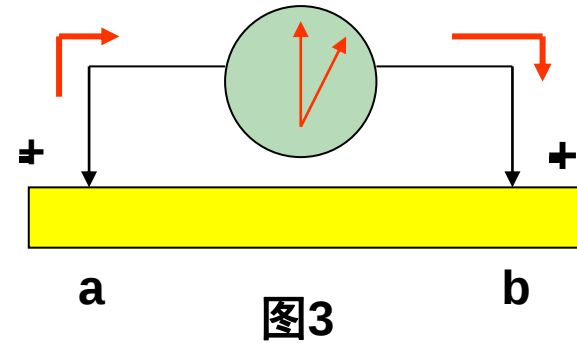
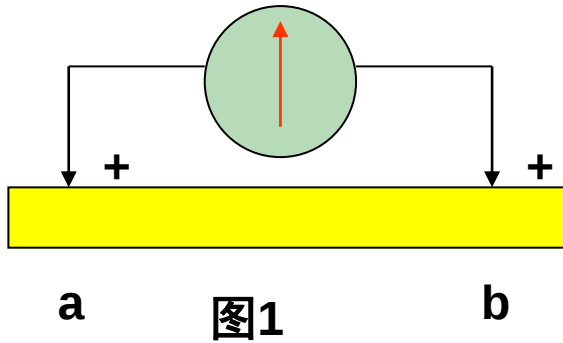
闫菡 生命科学与技术学院



1. 兴奋在神经纤维上的传导

- 兴奋是指动物体或人体内的某些组织或细胞感受外界刺激后，由相对静止状态变为显著活跃的状态的过程
- 反射过程即是兴奋传导的过程

神经表面电位差的实验示意



结论：兴奋是以**电信号**的形式沿着**神经纤维**传导的，这种电信号也叫做**神经冲动**

静息电位

- 静息状态下膜是带电的
- 细胞未受刺激时，存在于细胞膜内外两侧的存在着一个电位差，叫做**静息电位**（Resting Potential，RP）
- 由于这一电位差存在于安静细胞膜的两侧，故亦称**跨膜静息电位**，简称静息电位或**膜电位**

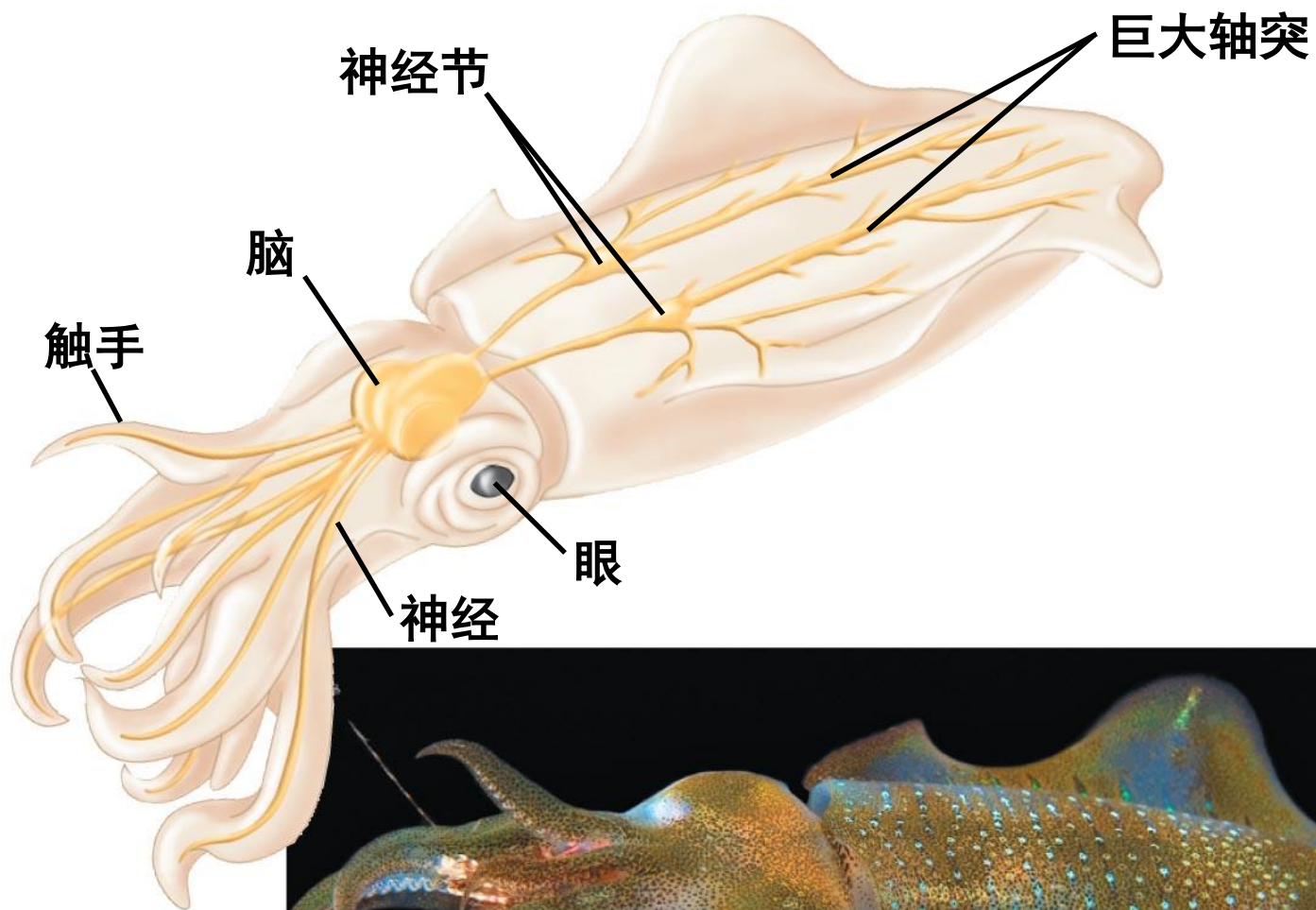
细胞膜内、外的离子浓度差

the ion concentration gradient between extracellular and intracellular fluid

直到1939年Hodgkin & Huxley等用枪乌贼巨轴突（d接近1mm）进行细胞内记录，才测出了真正的RP。为什么膜内、外有电位差？他们首先想到的是膜内、外的离子（因为只有它们是带电的）分布及其浓度差。

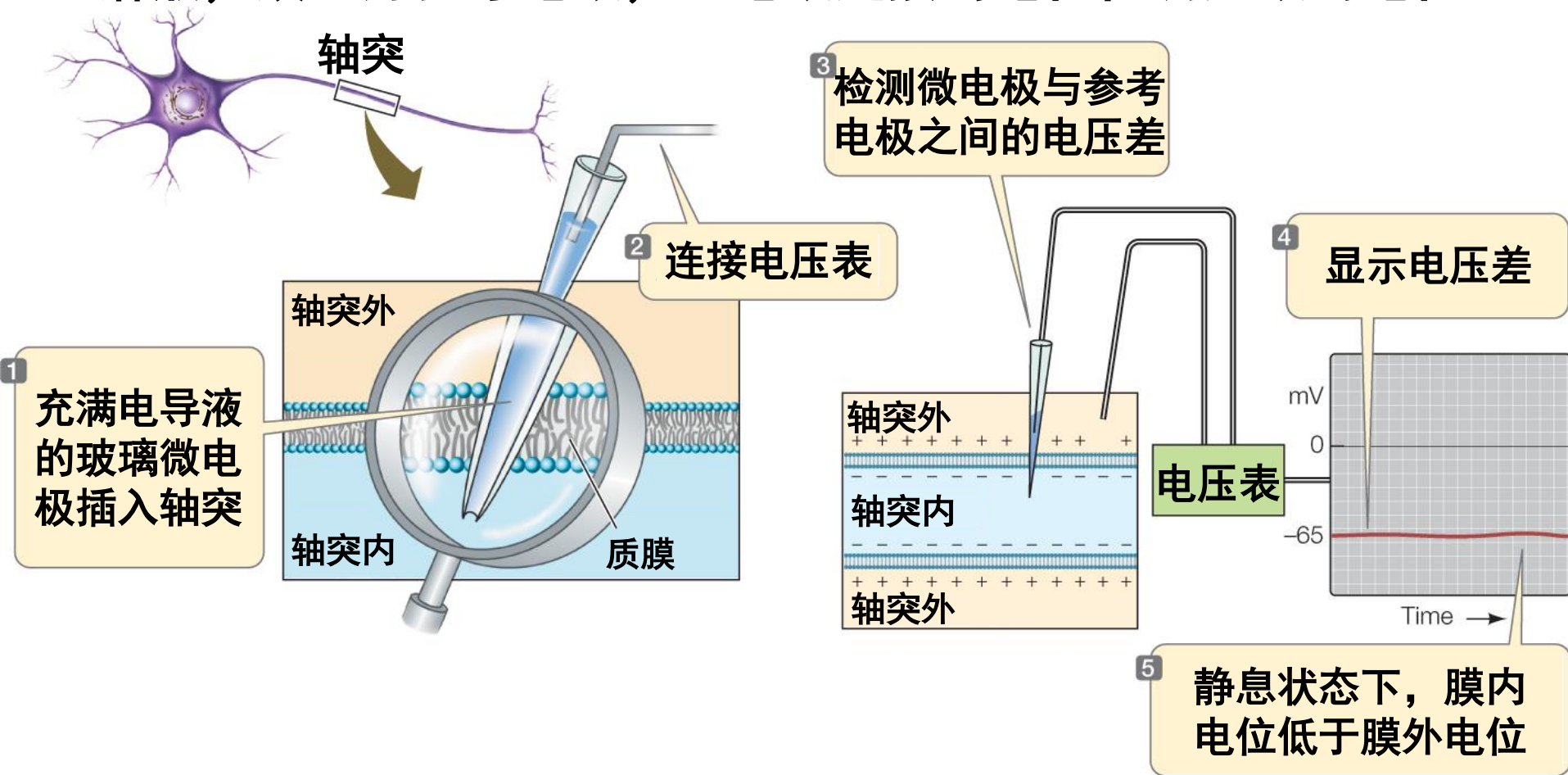
下表列出了枪乌贼巨轴突的膜内、外的离子分布：

离子	胞浆 (mmol/L)	细胞外液 (mmol/L)	平衡电位* (mV)
K^+	400	20	-75
Na^+	50	440	+55
Cl^-	52	560	-60
A^-	385	-	-



静息电位的测定

插入膜内的是尖端直径 $<1\text{ }\mu\text{m}$ 的玻璃管微电极，管内充以KCl溶液，膜外为参考电极，两电极连接到电位仪测定极间电位差



静息电位

- 静息电位都表现为**膜内比膜外电位低**，即**膜内带负电**而**膜外带正电**。这种**内负外正的状态**，称为**极化状态**
- 动物的神经纤维和各种肌肉细胞的膜电位为50–100mV，膜内为负、膜外为正。通常把膜外电位规定为0，则膜内电位–50至–100mV
- 哺乳动物的神经细胞的静息电位为–70mV（即膜内比膜外电位低70mV），骨骼肌细胞为–90mV，人的红细胞为–10mV



复习

物质跨膜运输

物质跨膜转运的途径

脂溶性
小分子物质

: 自由扩散

水溶性
小分子物质

: 借助于一系列相关膜蛋白的介导

大分子物质
或物质颗粒

: 胞吞或胞吐



复习

物质跨膜运输

被动运输

自由扩散： O_2 、 CO_2 、乙醇、尿素、脂溶性甾体类激素、水

易化扩散： Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 Ca^{2+} 、葡萄糖、氨基酸

载体
蛋白

离子
通道

化学门控式离子通道——神经递质

电压门控式离子通道——电位差

主动运输

原发性主动转运

Na泵： Na^+-K^+ 依赖式ATP酶

钙泵：肌肉舒张

H^+-K^+ 泵：胃酸分泌

继发性主动转运

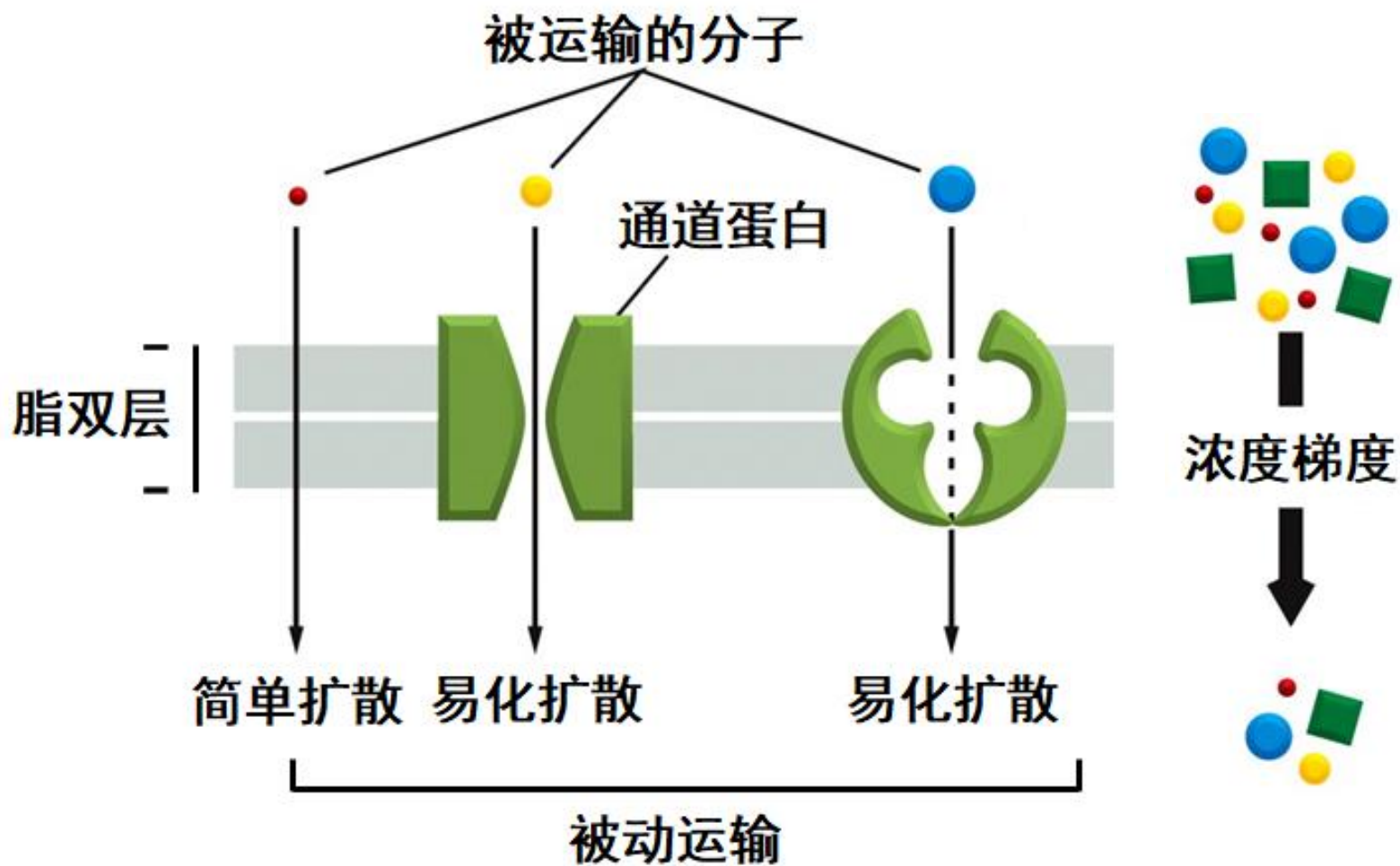
①肠道、肾小管上皮对G、AA的吸收

②神经末梢释放递质分子的再摄取

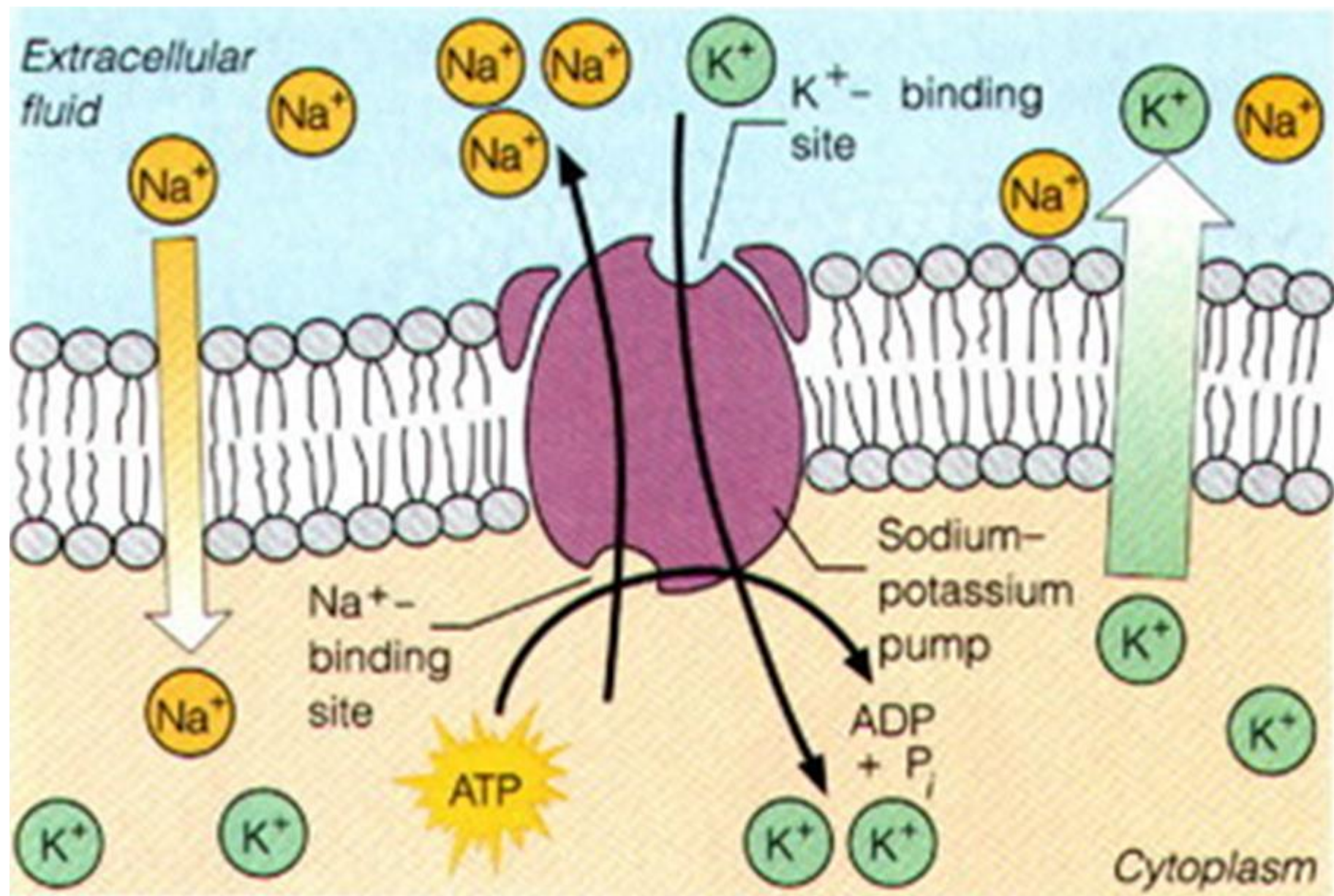
胞吞和胞吐

大分子物质，固态、液态物质团块

被动运输



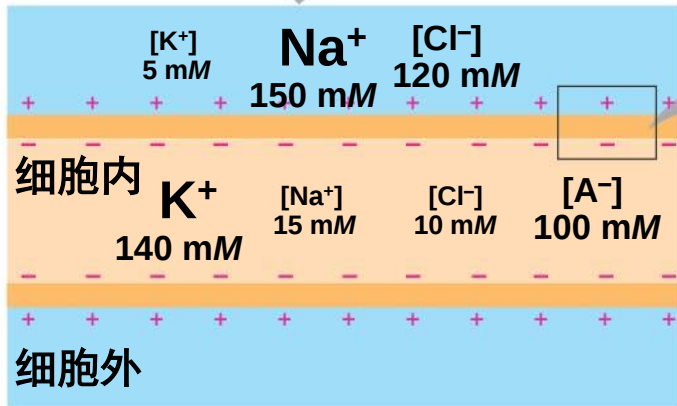
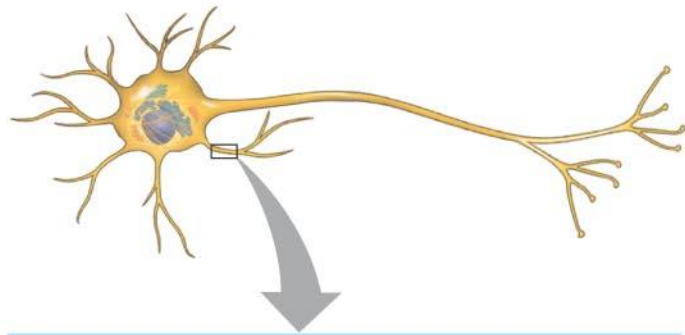
主动运输：钠钾泵



静息电位产生的原理

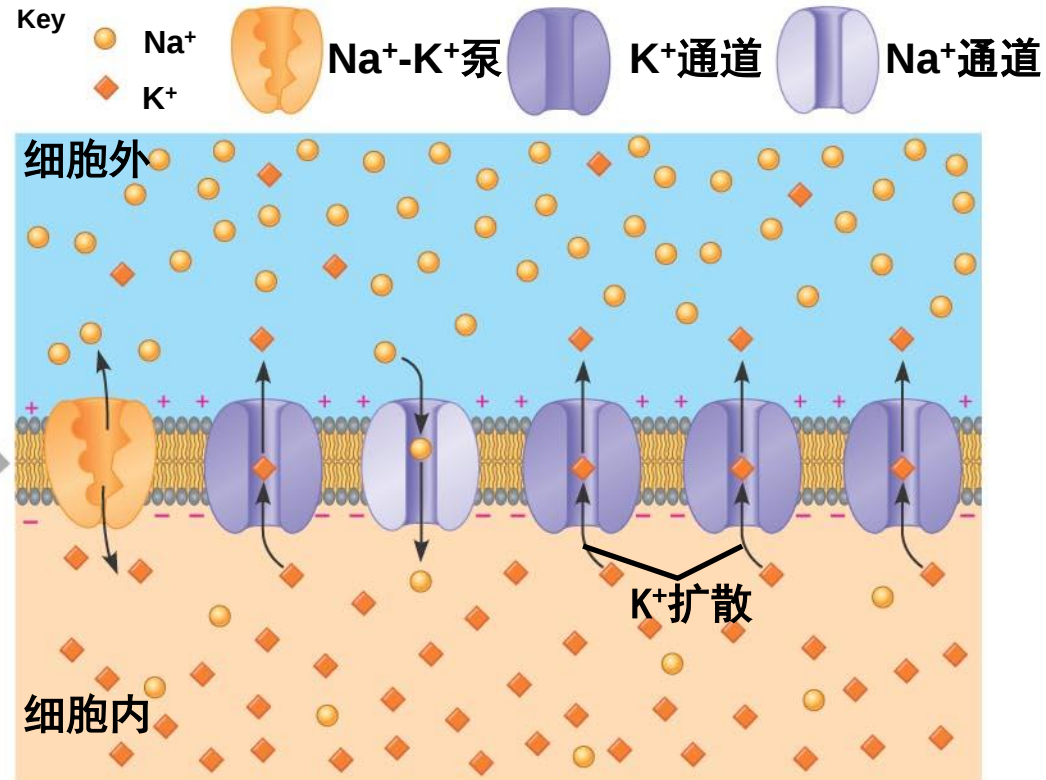
- 静息电位的产生与细胞膜内外离子的分布和运动有关
- 正常时细胞内的 K^+ 浓度和有机负离子 A^- 浓度比膜外高，而细胞外的 Na^+ 浓度和 Cl^- 浓度比膜内高
- 在这种情况下， K^+ 和 A^- 有向膜外扩散的趋势，而 Na^+ 和 Cl^- 有向膜内扩散的趋势
- 但细胞膜在安静时，对 K^+ 的通透性较大，对 Na^+ 和 Cl^- 的通透性很小，而对 A^- 几乎不通透

静息状态下的膜是极化的



(a) 离子的电化学势梯度

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.



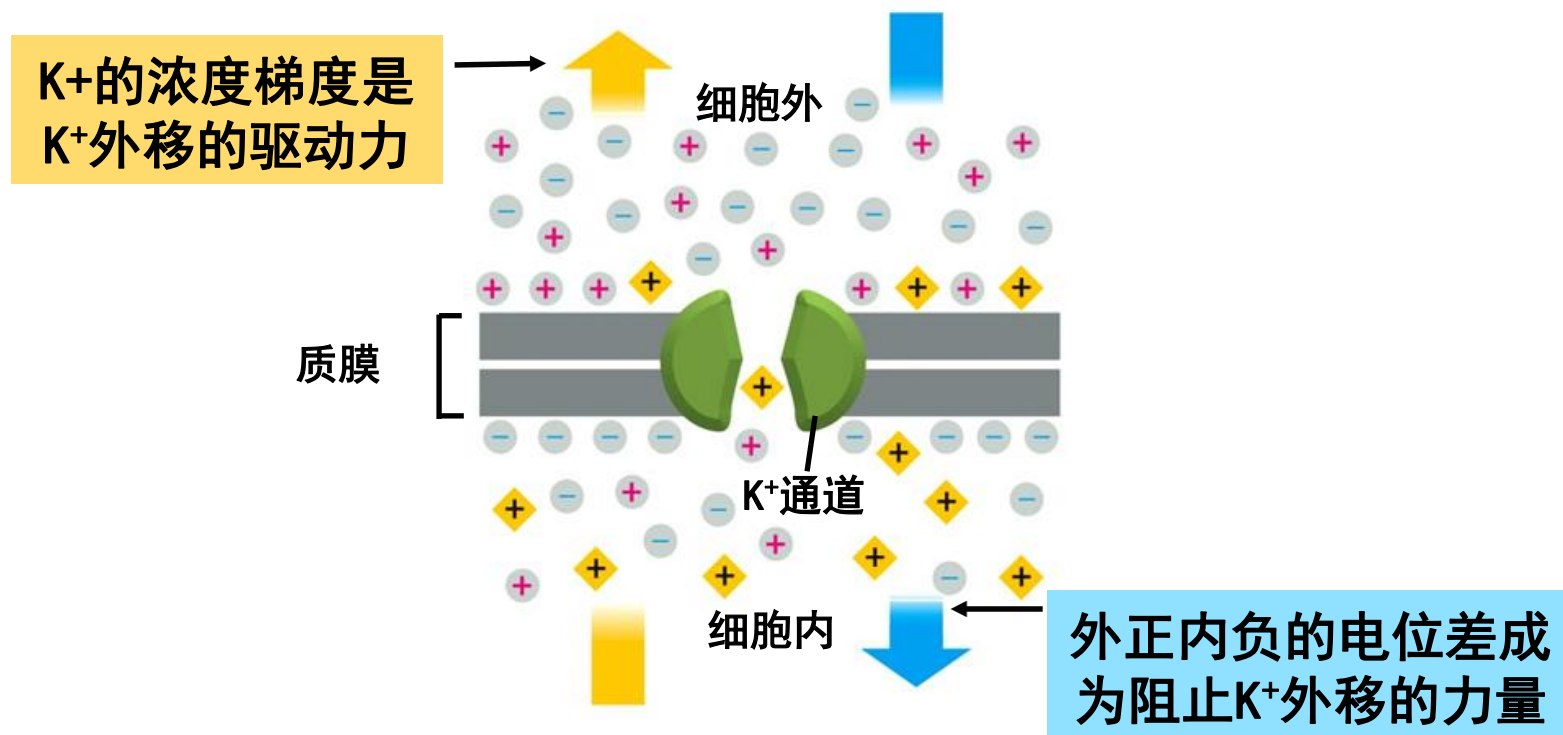
(b) 离子的通透性

静息电位产生的原理

- 因此， K^+ 顺着浓度梯度经膜扩散到膜外，使膜外具有较多的正电荷，有机负离子 A^- 由于不能透过膜而留在膜内，使膜内具有较多的负电荷。**这就造成了膜外正、膜内负的极化状态**
- 由 K^+ 扩散到膜外造成的**外正内负的电位差**，将**成为阻止 K^+ 外移的力量**，而随着 K^+ 外移的增加，阻止 K^+ 外移的电位差也增大

静息电位产生的原理

- 当浓度差和电位差两种力量达到平衡， K^+ 净通量为零，膜两侧的电位差为 K^+ 的平衡电位，即静息电位



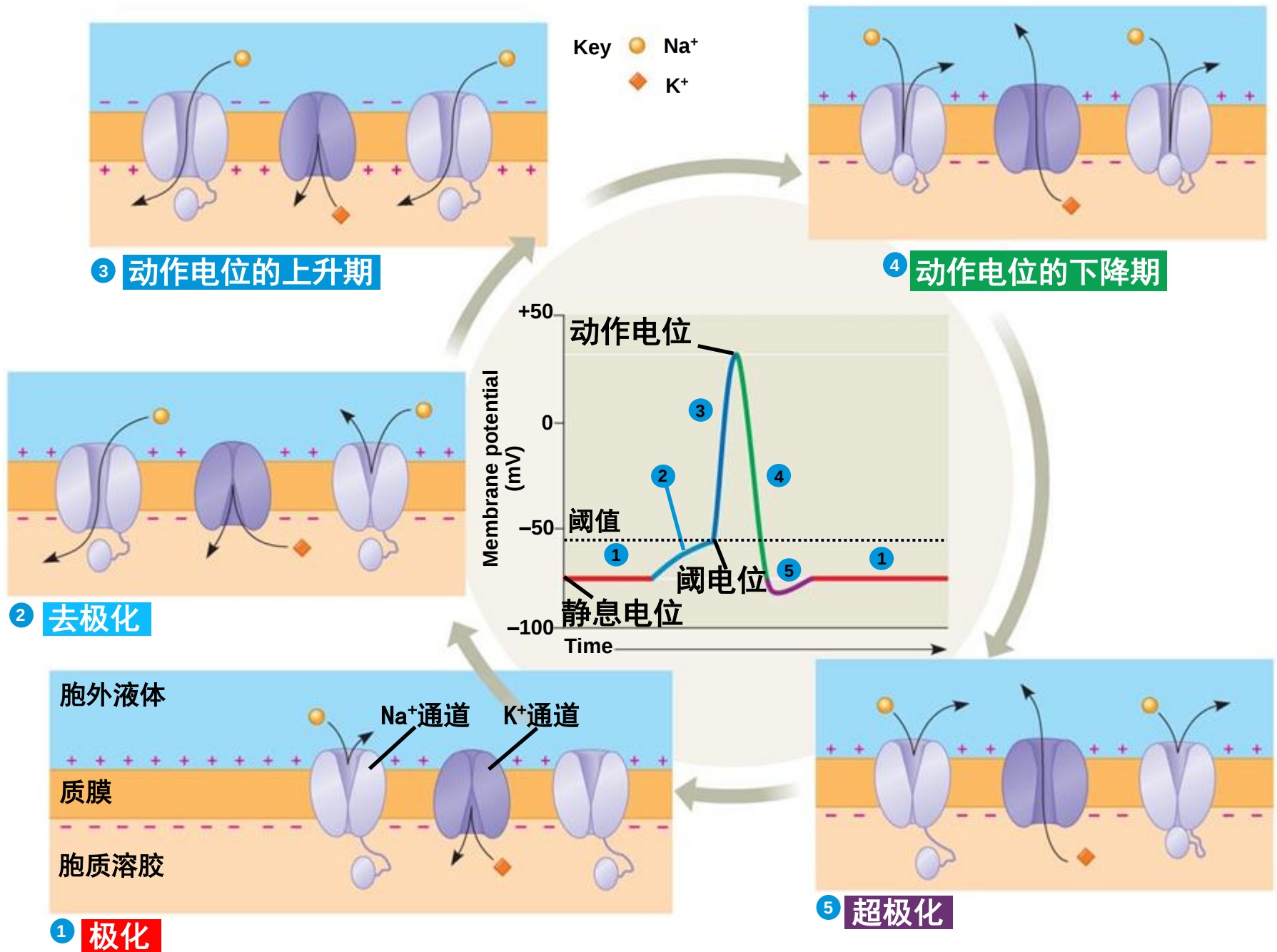
动作电位

- **动作电位 (Action potential, AP) :** 细胞受刺激时, 产生的膜两侧的快速、可逆, 并能扩散的电位, 称为动作电位

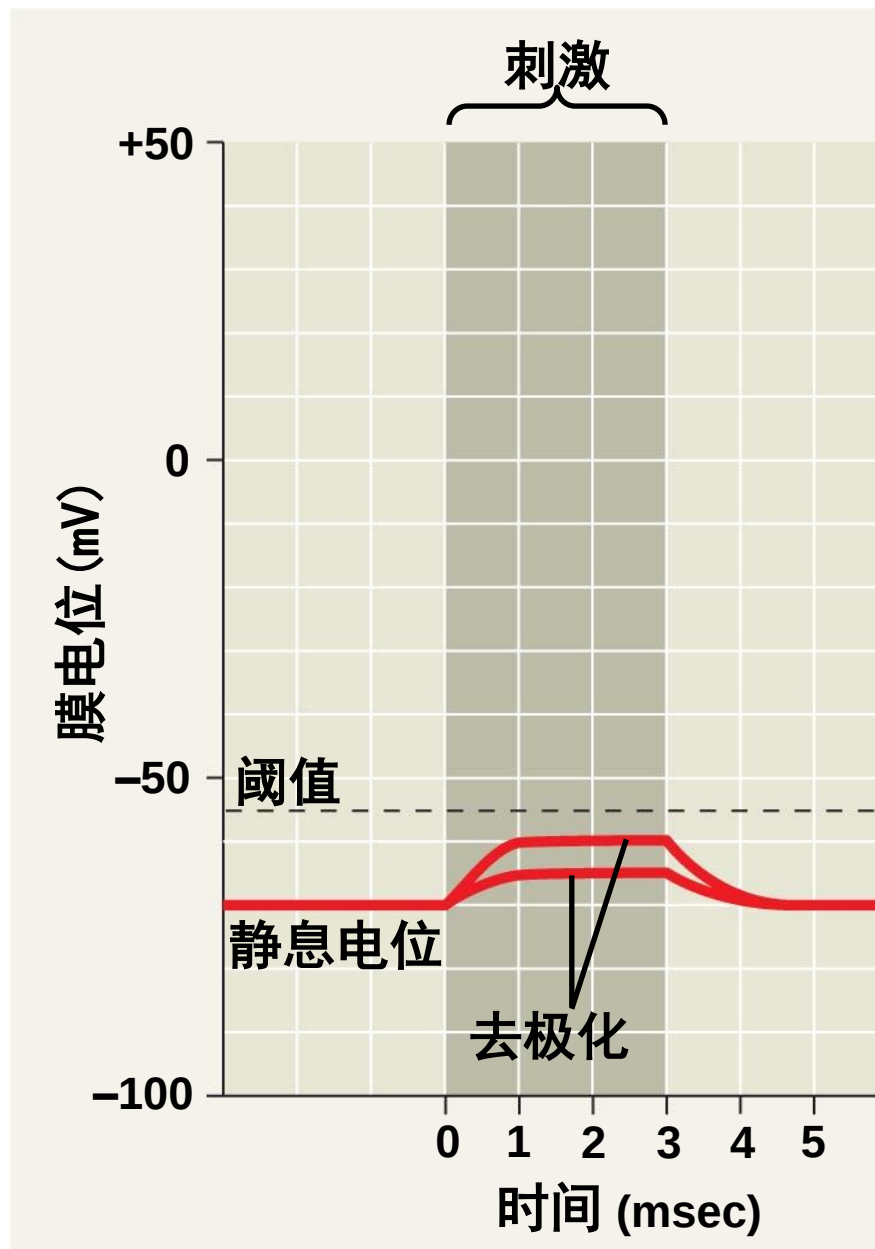
动作电位的产生

- **极化：**静息电位时膜两侧保持的内负外正的状态
- **去极化：**静息电位减小甚至消失的过程
- **反极化：**膜内电位由零变为正值的过程
- **复极化：**去极化、反极化后恢复到极化的过程

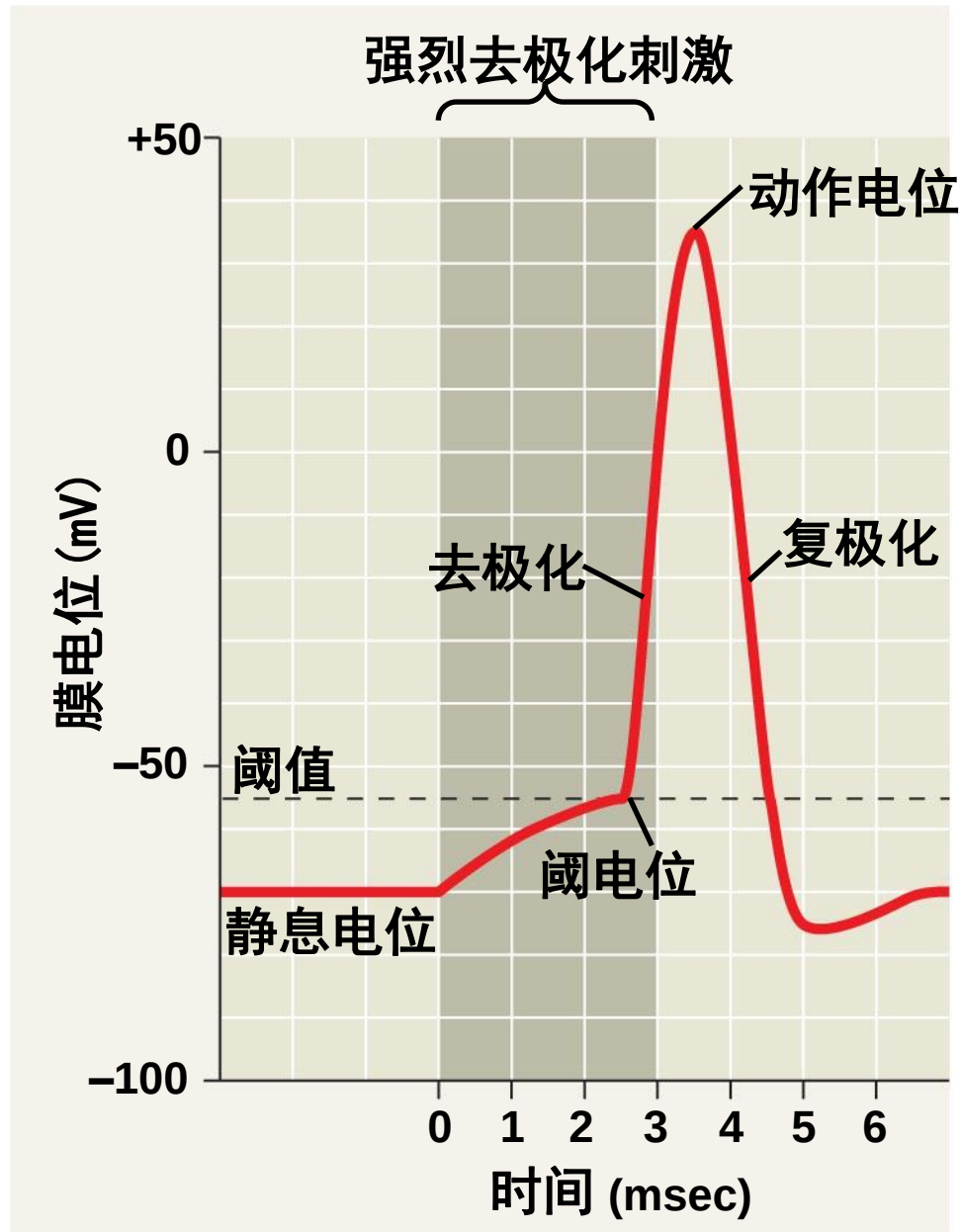
动作电位



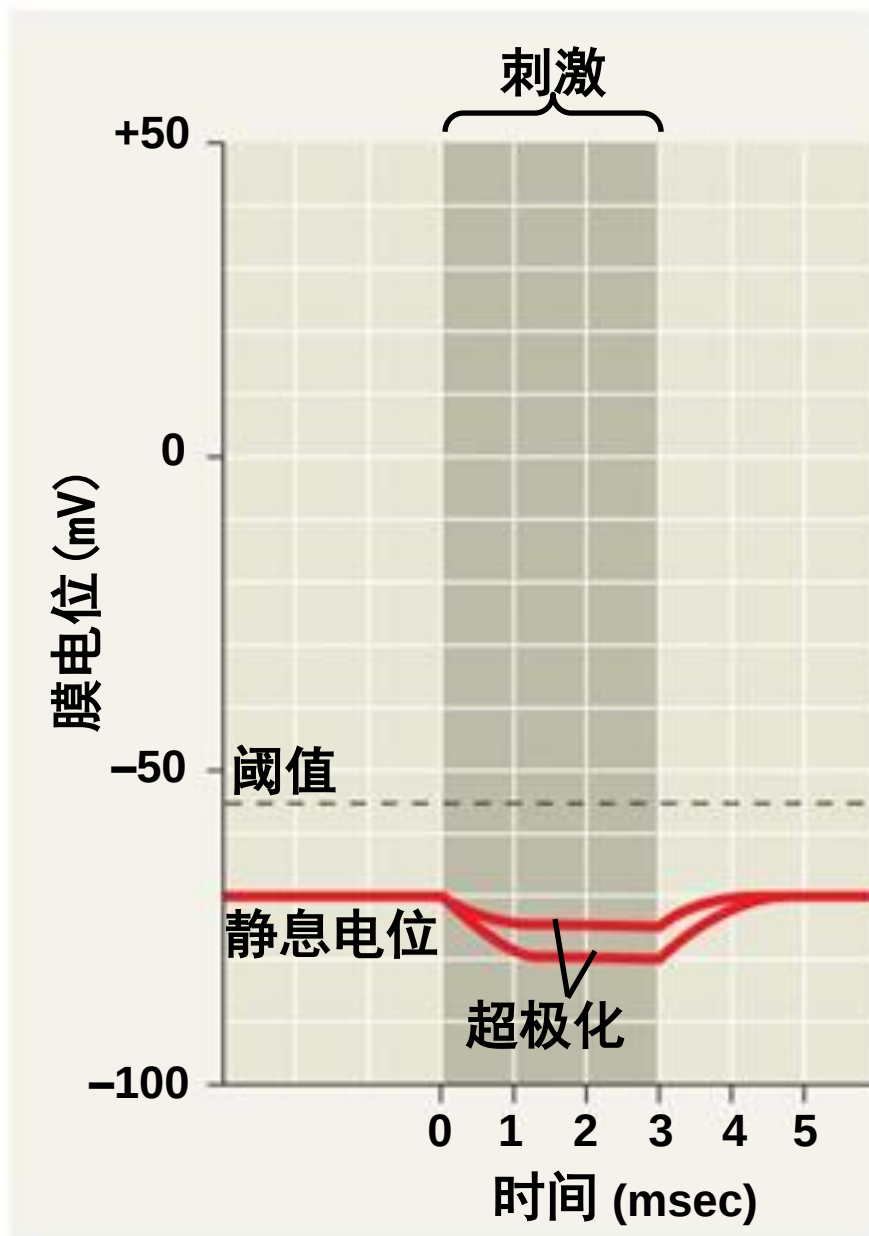
去极化



复极化



超极化

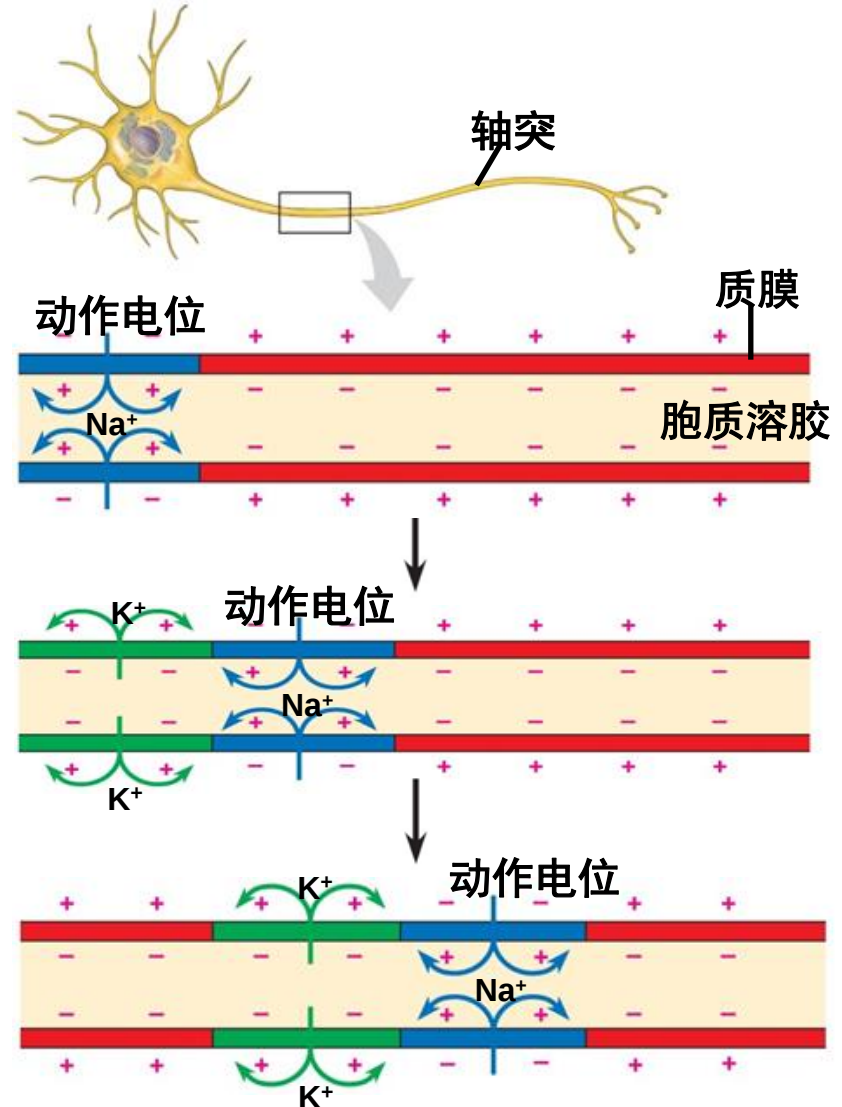


神经冲动的传导

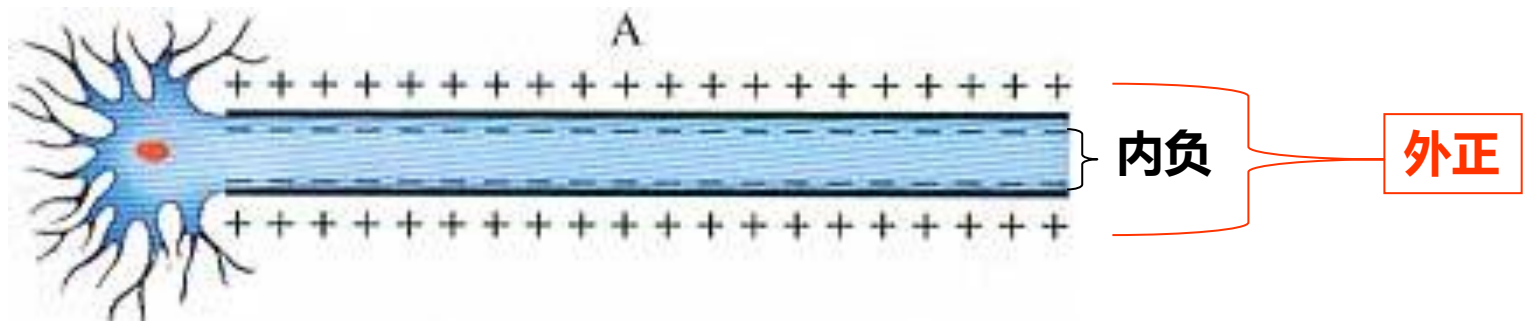
神经传导就是动作电位沿神经纤维的顺序发生

●神经纤维某一点受到刺激，若刺激强度足够， Na^+ 流入， K^+ 流出，原来正电性的膜表面，变成了负电性。这就使它和它的左右邻（正电性）之间都出现了电位差

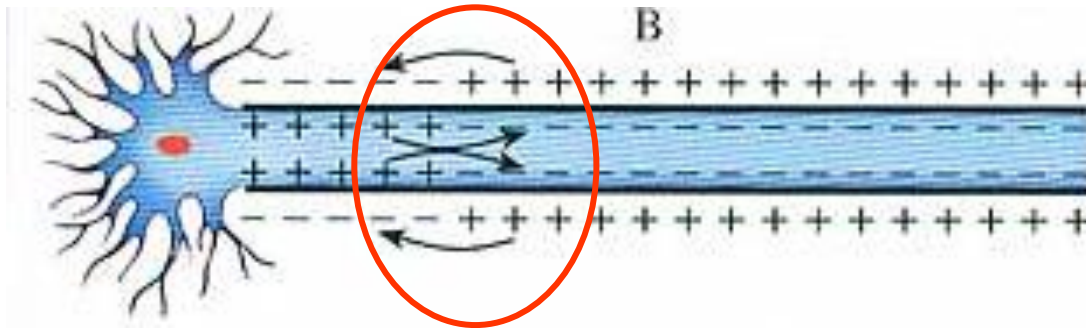
●于是左右邻的膜也都发生透性变化，和上述过程一样发生动作电位。如此一步一步连锁反应，就会出现动作电位的顺序传播，这就是神经冲动的传导



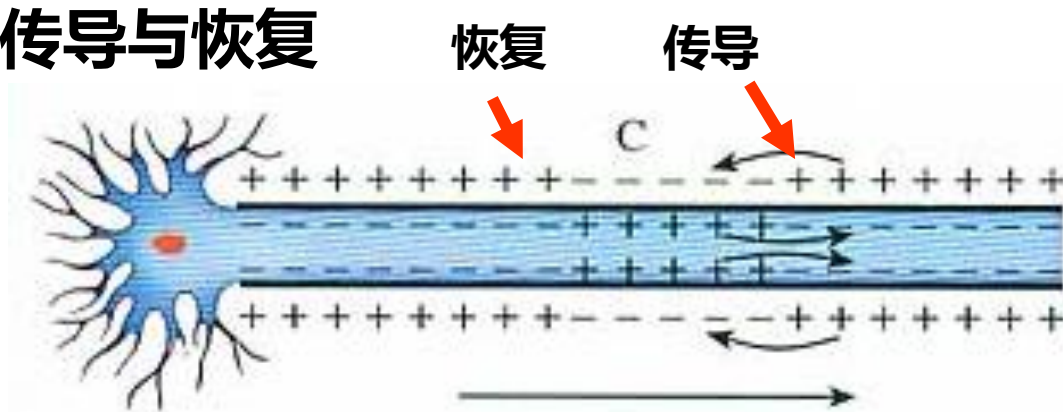
(1) 静息电位：膜内负电、膜外正电



(2) 局部电流：兴奋部位与未兴奋部位之间



(3) 传导与恢复

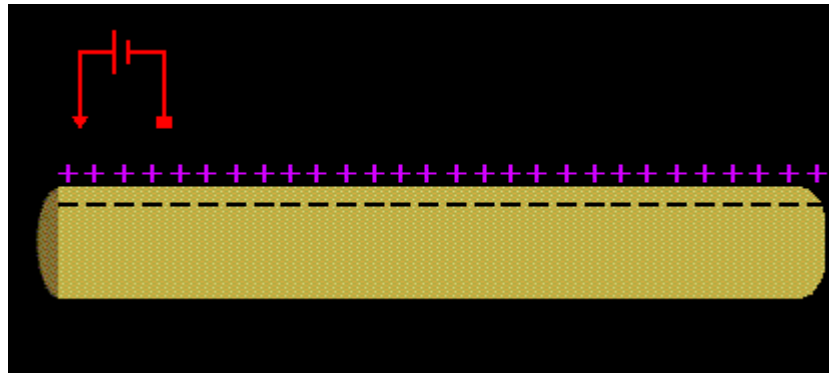


神经冲动的传导

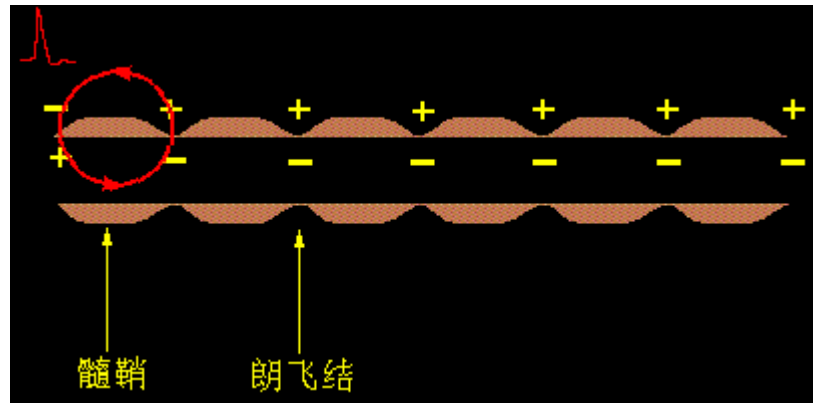
- 动作电位的出现非常快，每一动作电位大约只有1ms的时间，并且是“**全或无**”的，也就是说，刺激不够强时，不发生动作电位，也就没有神经冲动
- 刺激一旦达到最低有效强度，动作电位就会发生并从刺激点向两边蔓延，这就是神经冲动；而**增加刺激强度不会使神经冲动的强度和传导速度增加**
- 神经冲动在神经纤维上是双向传导的，但是由于在动物体内，神经接受刺激的地方是神经末端，因而**神经冲动只能朝一个方向传播**；并且，更重要的是**在神经纤维彼此接头的地方（化学突触），神经冲动是单向传导的，来自相反方向的冲动不能通过，因而神经冲动只能朝一个方向运行**

? 提问

有髓神经纤维怎样传导神经冲动，传导速度如何？



无髓神经纤维

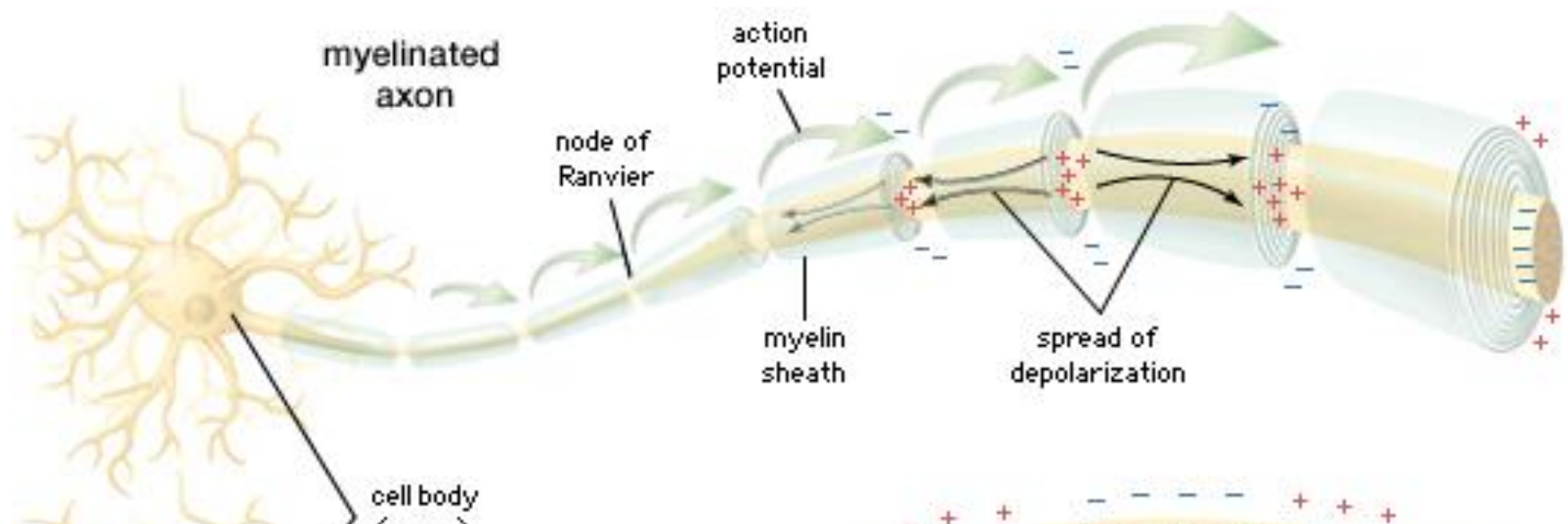


有髓神经纤维

“跳跃式”传导
速度快

跳跃式传导

神经冲动在有髓神经纤维上传导的方式是跳跃式的，即从一个郎飞节到另一个郎飞节之间传导，大大加快了传导速度，而且所消耗的能量大约是在无髓纤维上的1/5000



- 人体一些较粗的髓鞘发达的有髓神经纤维传导速度可达100-120m/s，如躯体感觉和运动神经；
- 而某些较细的无髓神经纤维的传导速度不到1m/s，如大脑白质无髓神经纤维，皮肤触、温、痒、痛、针感无髓神经纤维。

神经纤维传导兴奋的特征：

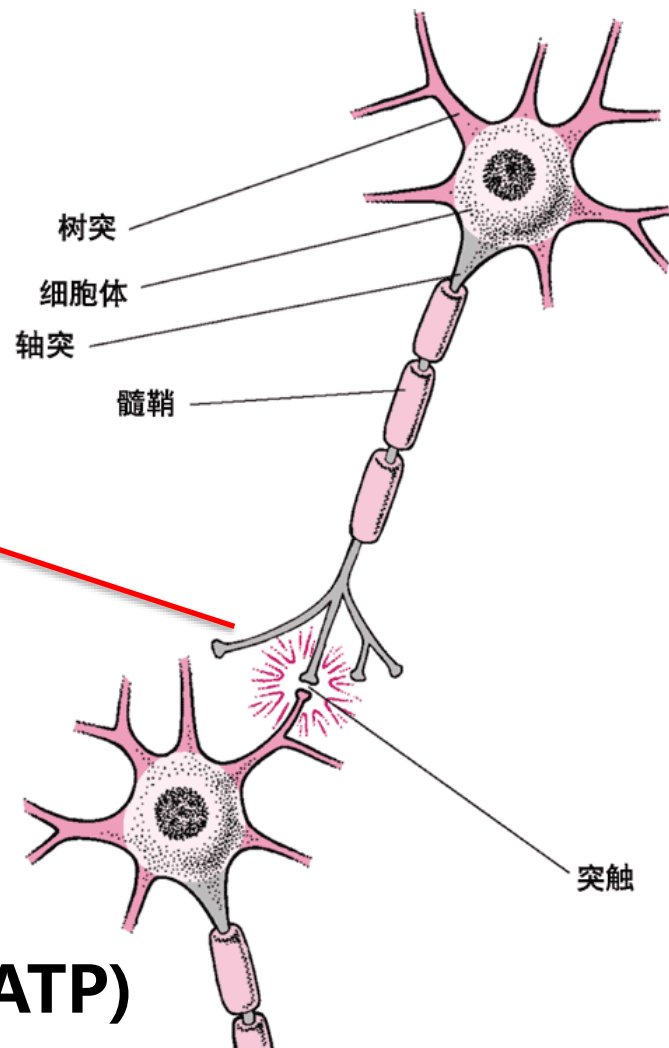
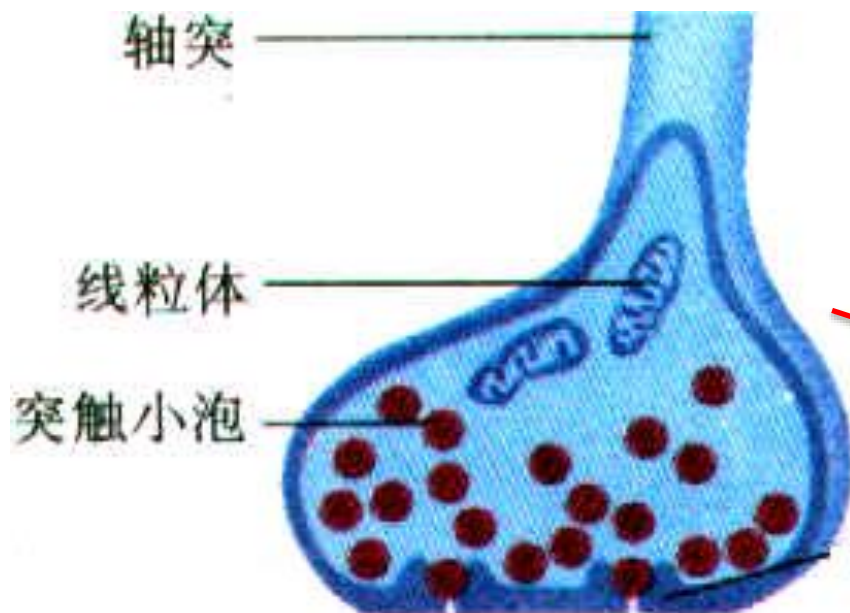
- **完整性**
- **绝缘性**
- **双向性（在体单向，离体双向）**
- **相对不疲劳性**

神经纤维传导兴奋的速度：

- **与神经纤维的直径成正比（有髓神经纤维轴索和总直径比例0.6最宜）**
- **有髓>无髓**
- **温度在一定范围内升高可使传导速度加快**

2. 兴奋在神经元之间的传递

- 突触小体：轴突末梢经多次分支，每个小枝末端都膨大成杯状或球状小体



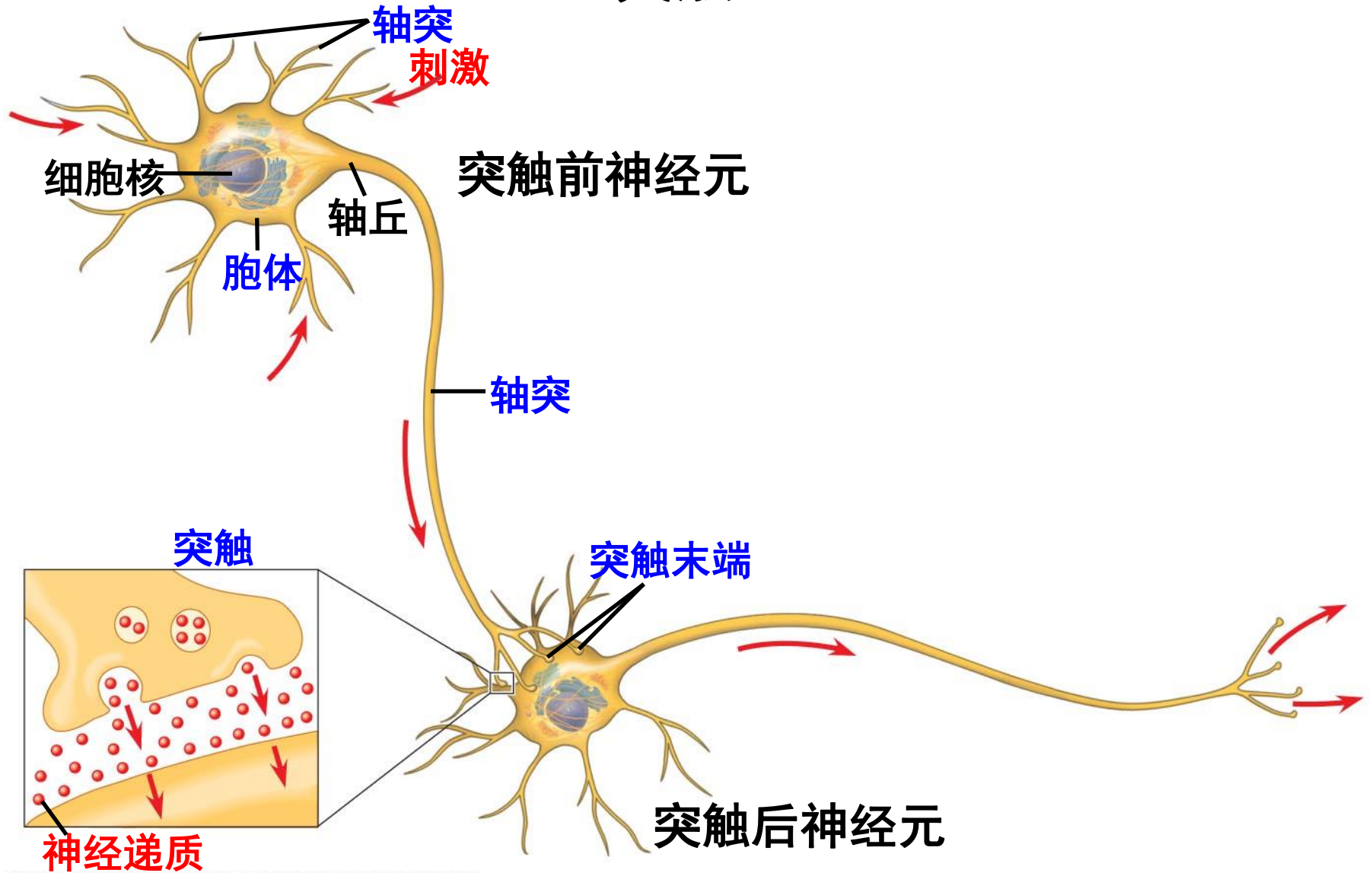
为什么突触小体中含较多的线粒体？

为兴奋传导或递质分泌等提供能量(ATP)

突触

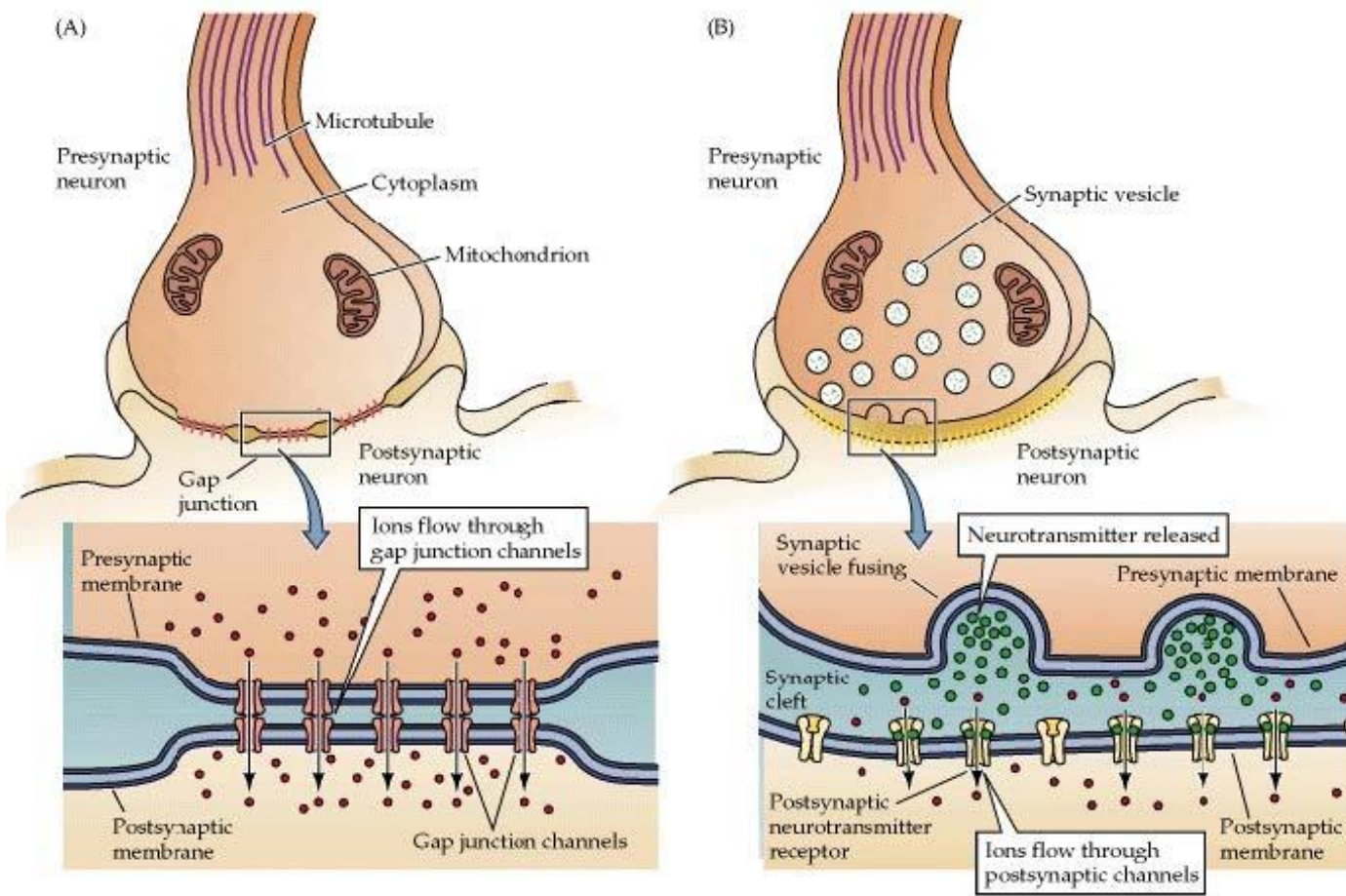
- **突触 (Synapse)** 是指一个神经元的冲动传到另一个神经元或传到另一细胞间的相互接触的结构
- 突触小体和另一神经元的树突或细胞体的表膜相联系，形成突触
 - 在无脊椎动物，轴突大多和其它神经元的树突形成突触
 - 在脊椎动物，轴突可和树突相连，但更多的则是与细胞体的表膜形成突触

突触



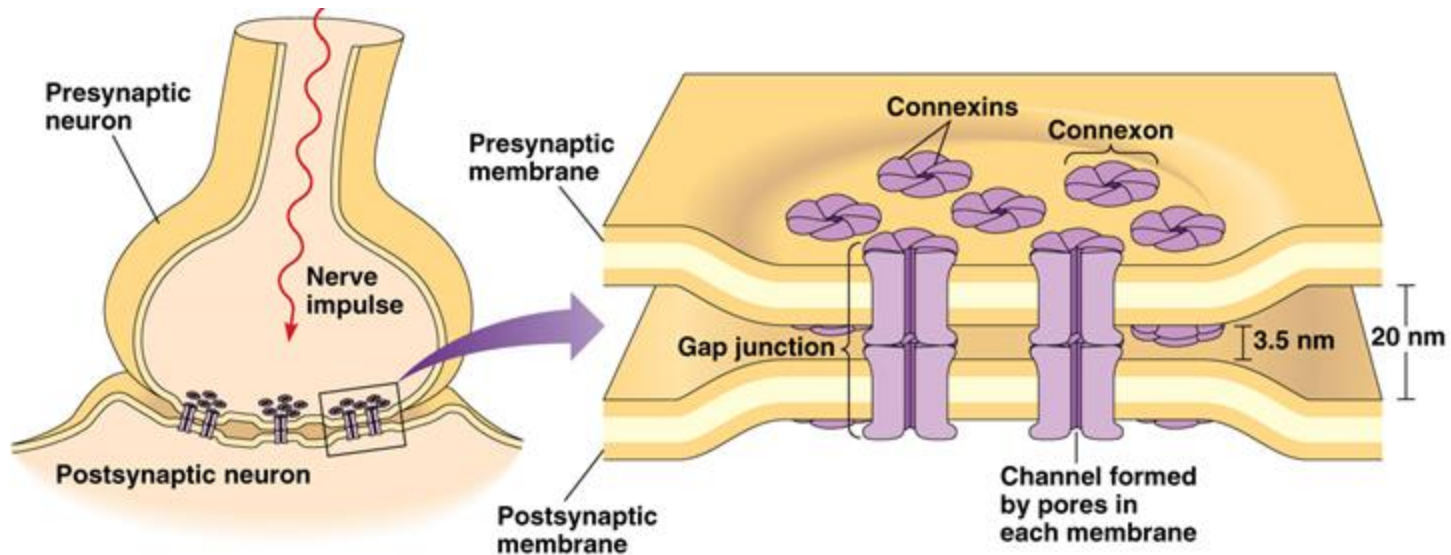
突触的种类

- 突触由**突触前膜**、**突触间隙**、**突触后膜**组成
- 突触分为**电突触**和**化学突触**



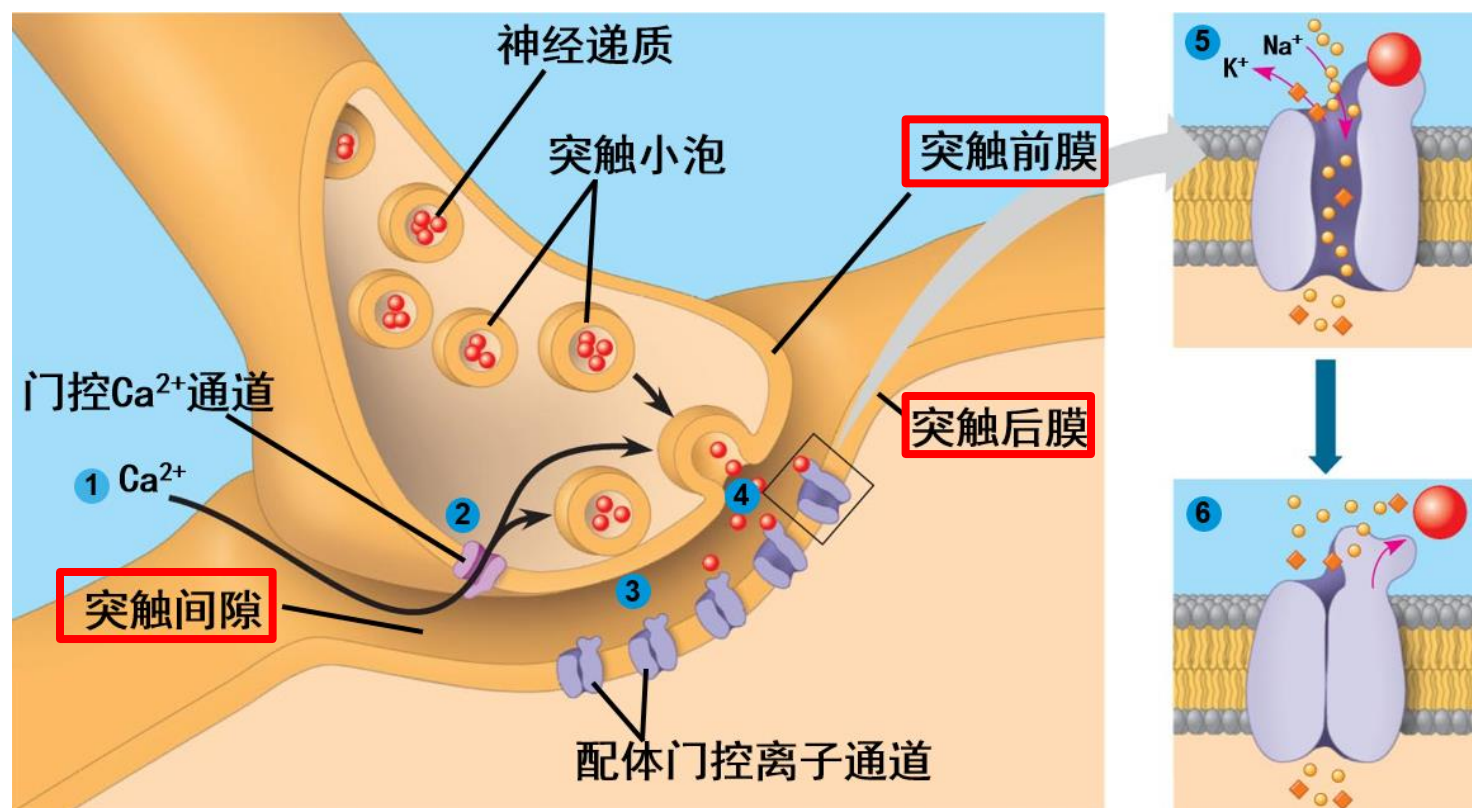
电突触

- 神经冲动传递不需要神经递质来介导，而是电信号直接传递，冲动扩布较快
- 信息传递通过神经膜间的**间隙连接**完成
- 信息传递通常具有**双向性**，因而突触前和突触后的划分在电突触中不是绝对的

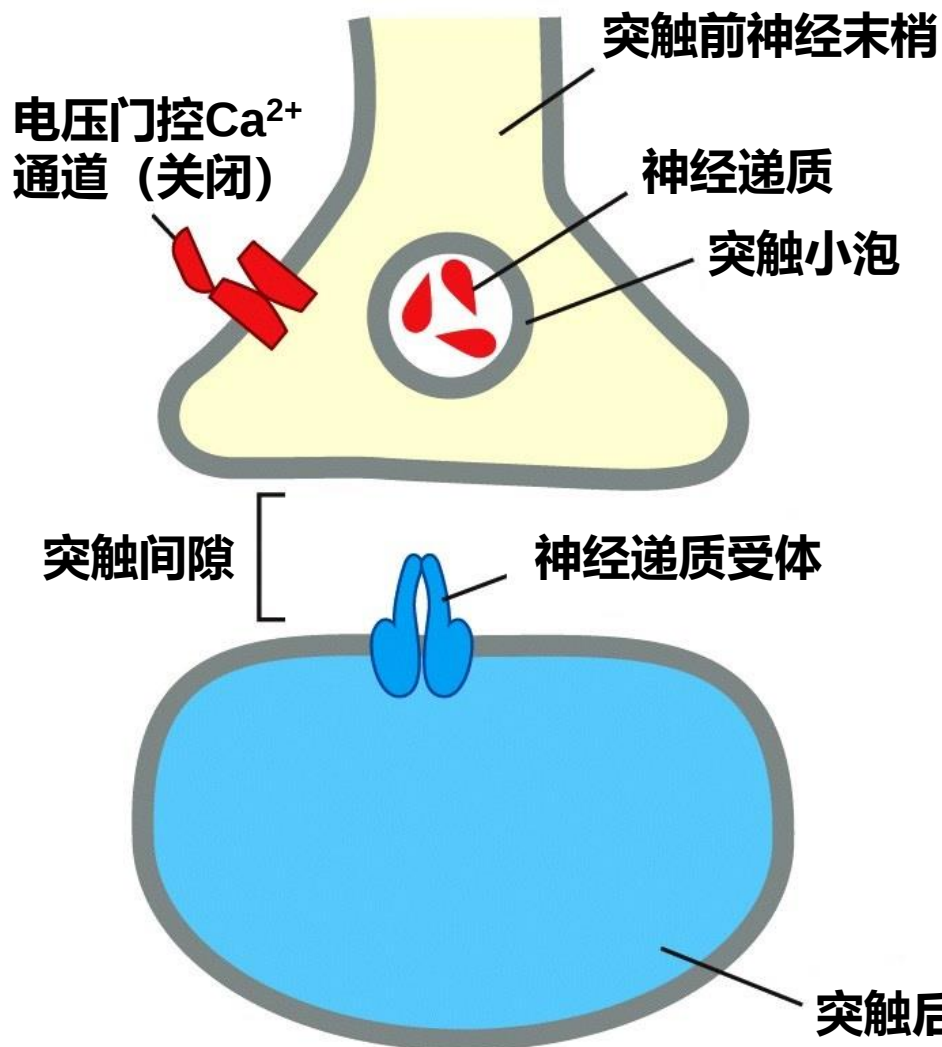


化学突触

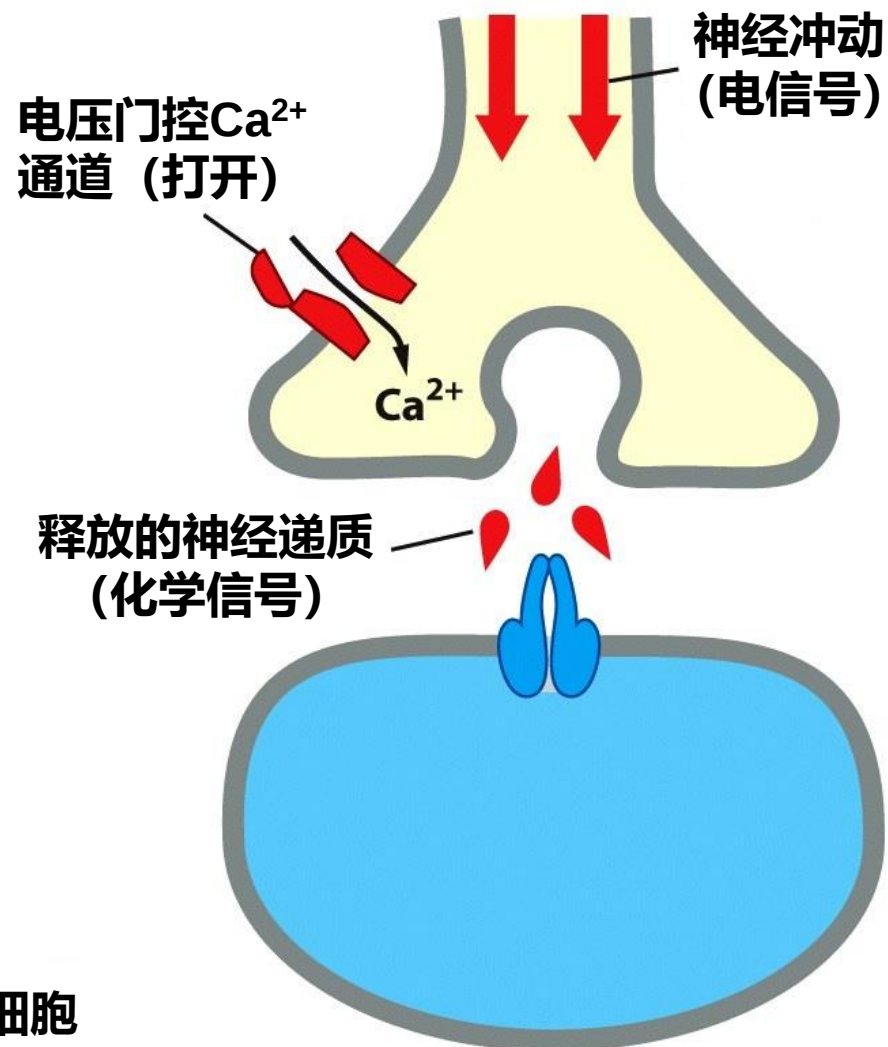
- 依靠突触前神经元末梢释放特殊化学物质（**神经递质**）作为传递信息的媒介来影响突触后神经元
- 化学突触只能单向传导



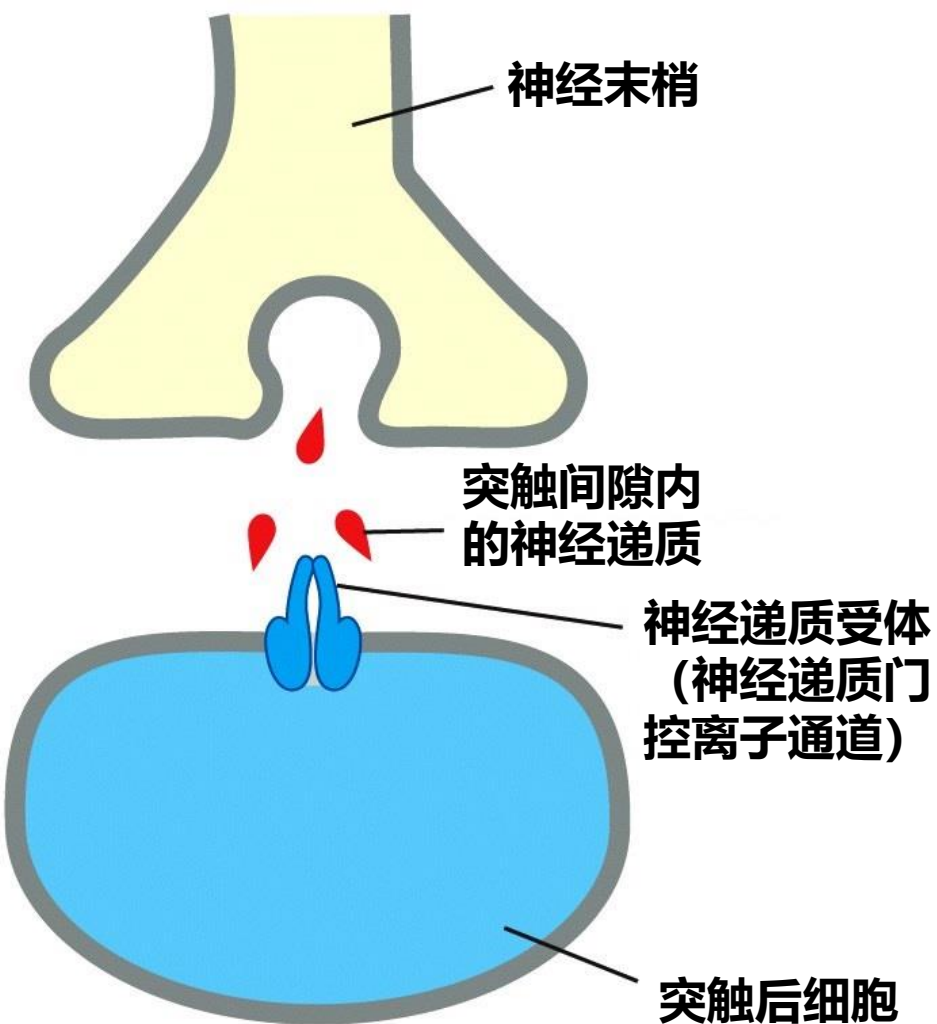
静息神经末梢



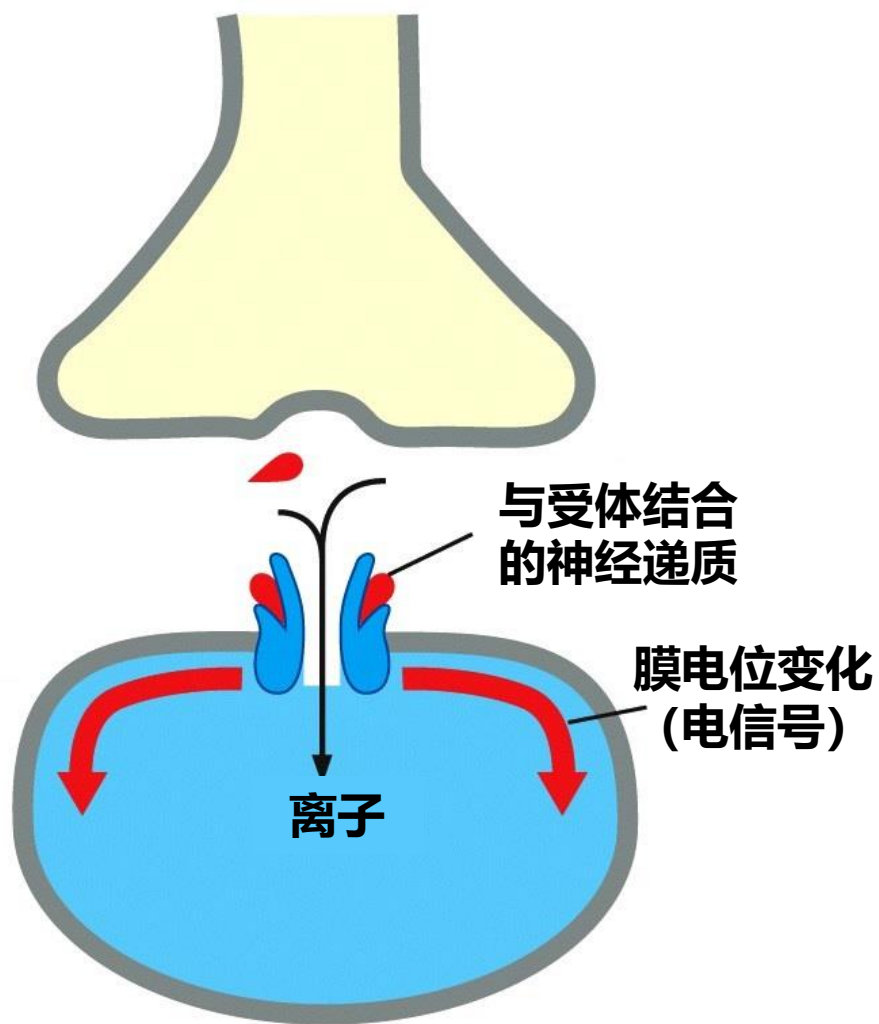
激活的神经末梢



激活的神经末梢



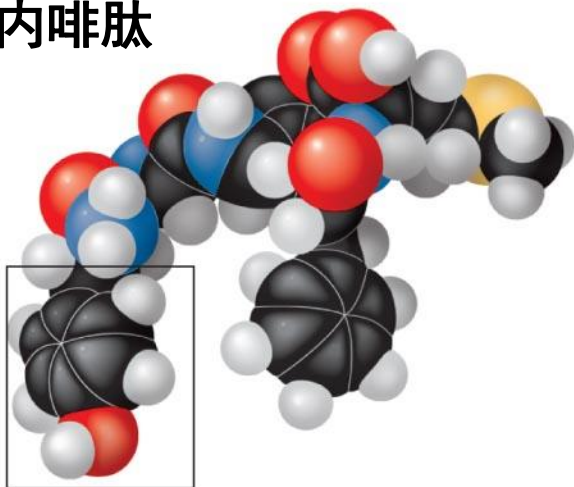
活化的突触



神经递质

- 神经递质分为五大类：
 - **乙酰胆碱**：神经肌肉节点最常见
 - **生物胺**：肾上腺素，去甲肾上腺素，多巴胺，血清素
 - **氨基酸**： γ -氨基丁酸，谷氨酸
 - **神经肽**：内啡肽
 - **气体**：一氧化氮

内啡肽



Key

Carbon

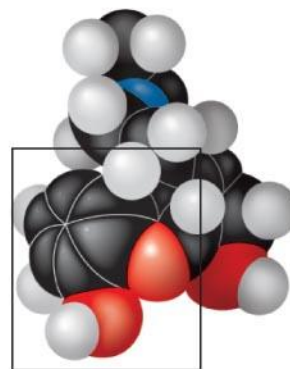
Hydrogen

Nitrogen

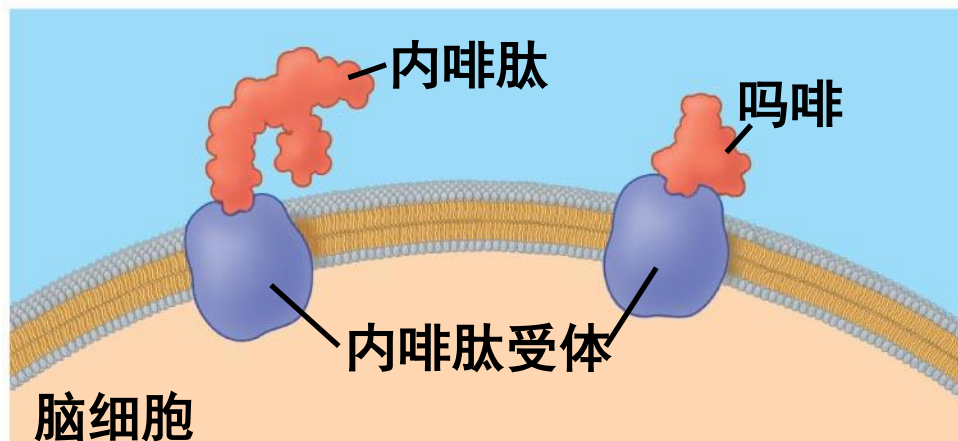
Sulfur

Oxygen

吗啡



(a) 内啡肽和吗啡的结构



(b) 和内啡肽受体的结合

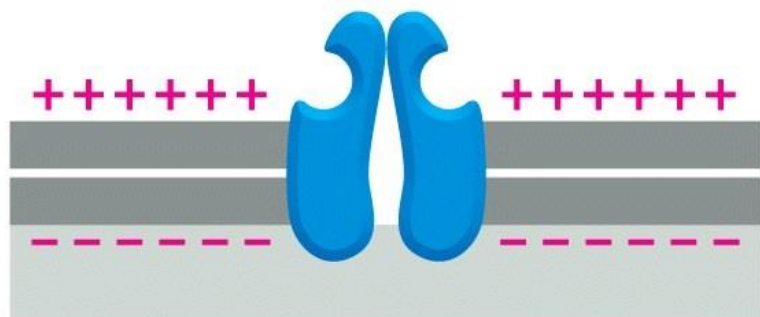
兴奋性突触和抑制性突触

- 神经冲动有兴奋性的，也有抑制性的，抑制是神经冲动在到达突触时受到阻碍，不能通过或是很难通过所致
- 神经冲动能否通过化学突触决定于这一突触释放的递质的性质和突触后膜的性质
- 如果释放的递质能使突触后膜去极化，一定量的递质就可使突触后神经元去极化而兴奋，实现神经冲动的传导，这种释放兴奋性递质的突触即**兴奋性突触**

兴奋性突触和抑制性突触

- 如果释放的递质不但不引起突触后膜的去极化，反而加强膜的极化，也就是说，不但阻止 Na^+ 的渗入，而且促使 K^+ 的大量渗出，或 Cl^- 的大量渗入，结果膜的电位差加大，接受刺激的阈限也就增高，只有更强的刺激才能引起兴奋。这种释放抑制性递质的突触就是**抑制性突触**

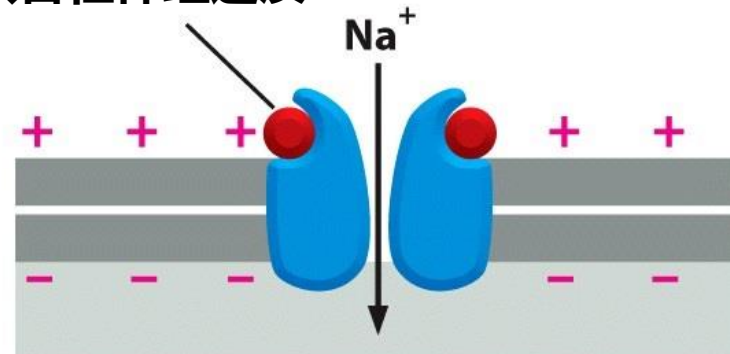
兴奋性突触



激活

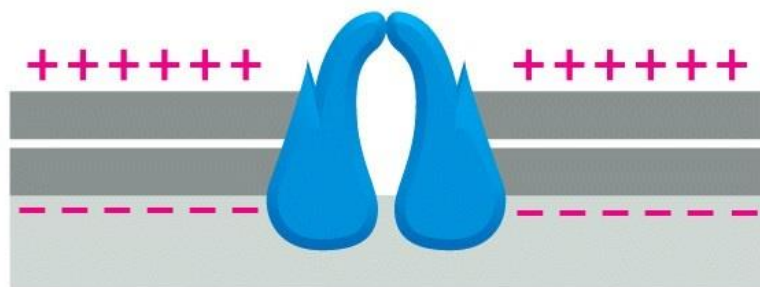


兴奋性神经递质



Na⁺内流使膜去极化，提高激发动作电位的可能

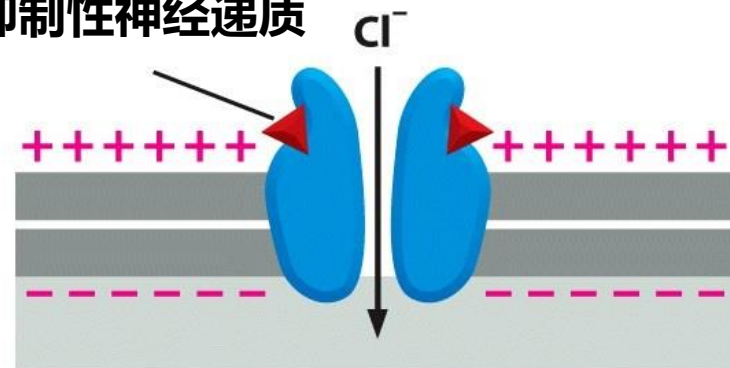
抑制性突触



激活

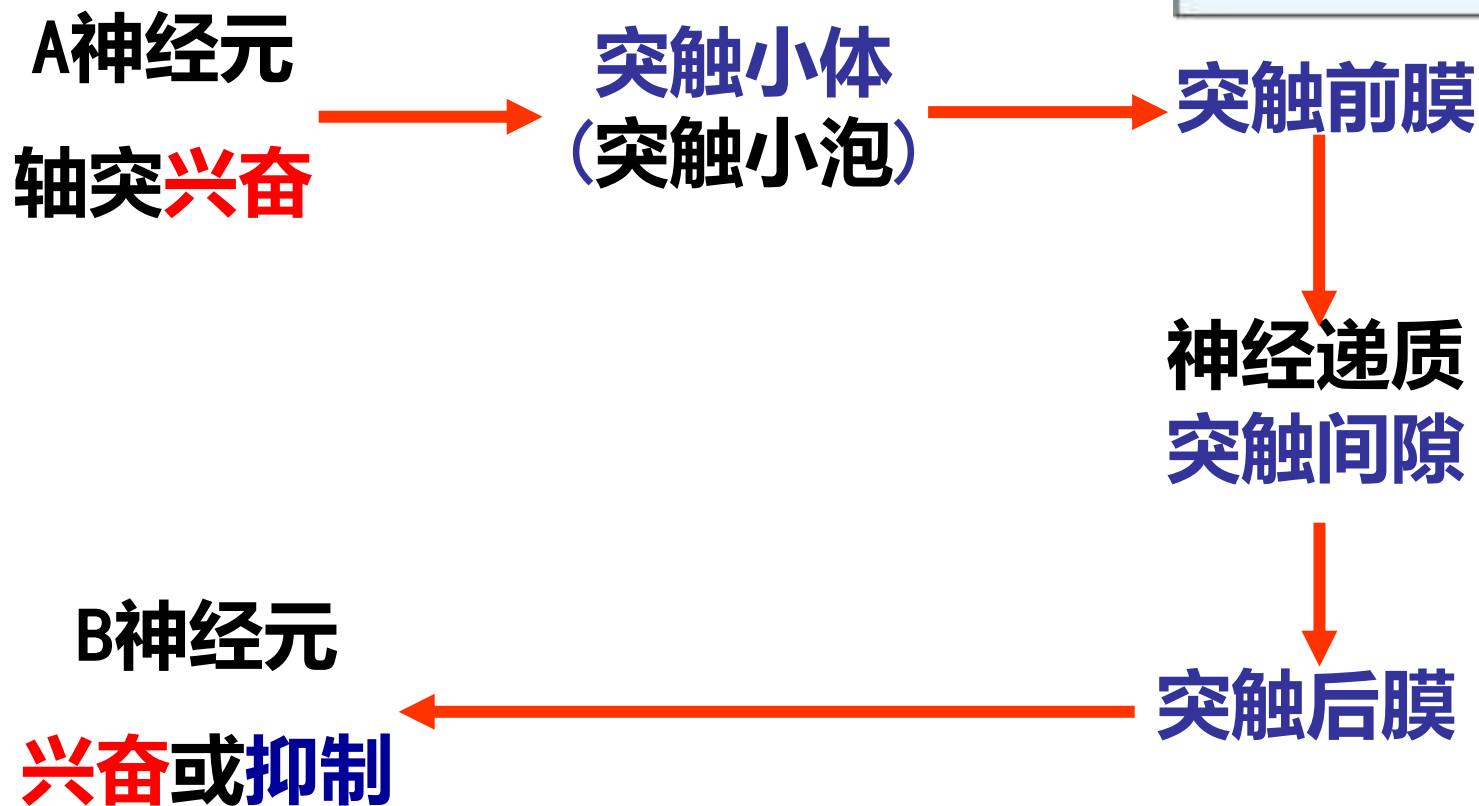
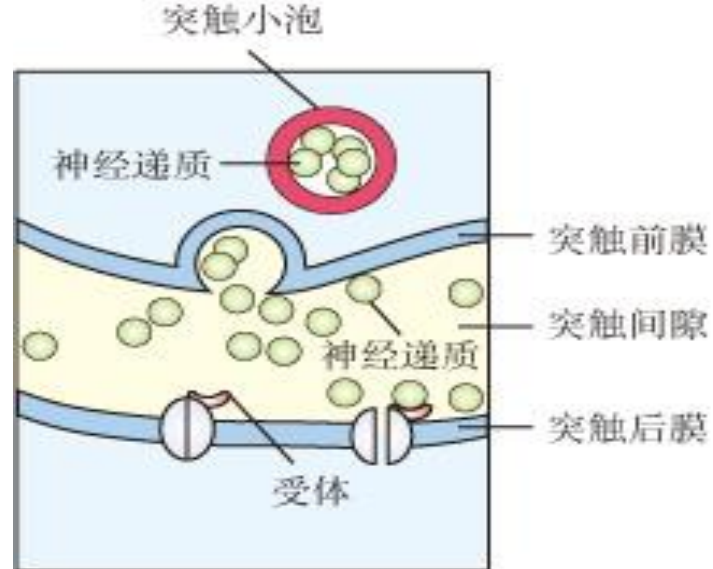


抑制性神经递质



Cl⁻内流有助于维持膜极化，减少激发动作电位的可能

兴奋在神经元之间的传递过程：



The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2013

"for their discoveries of machinery regulating vesicle traffic, a major transport system in our cells."



© Nobel Media AB. Photo: A. Mahmoud

James E. Rothman

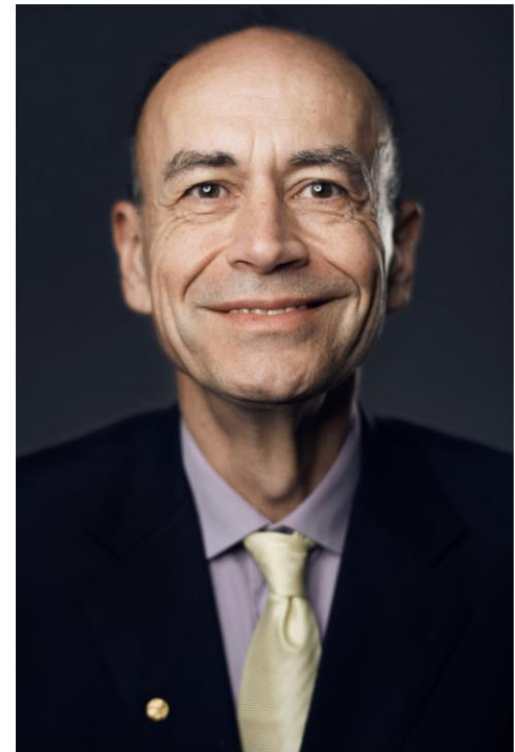
Prize share: 1/3



© Nobel Media AB. Photo: A. Mahmoud

Randy W. Schekman

Prize share: 1/3



© Nobel Media AB. Photo: A. Mahmoud

Thomas C. Südhof

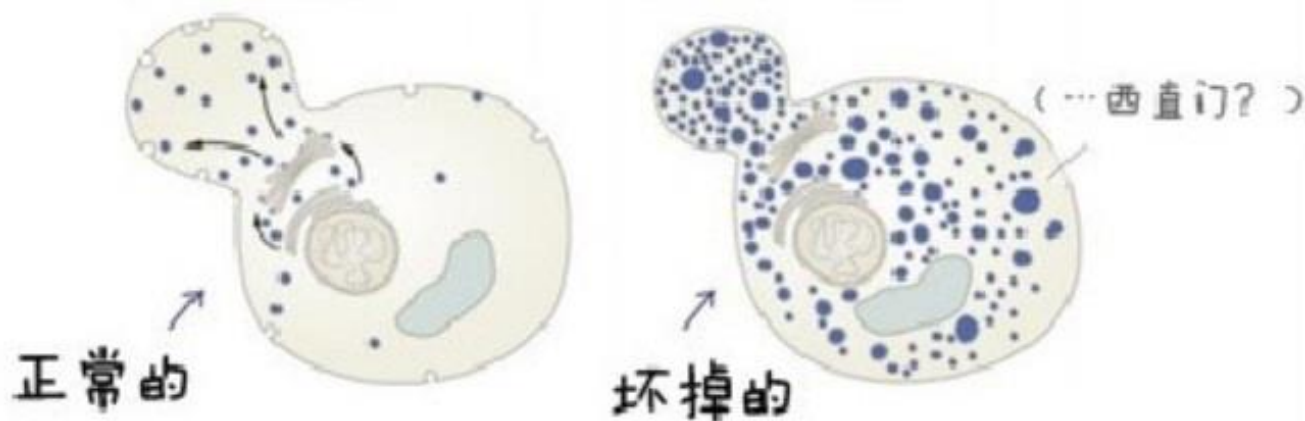
Prize share: 1/3



Randy W. Schekman

兰迪·谢克曼 (Randy W. Schekman)
发现了调节囊泡运输的基因。

如果这些基因坏掉了，囊泡就会出故障——
比如路痴发作，堆在细胞里找不到目的地。

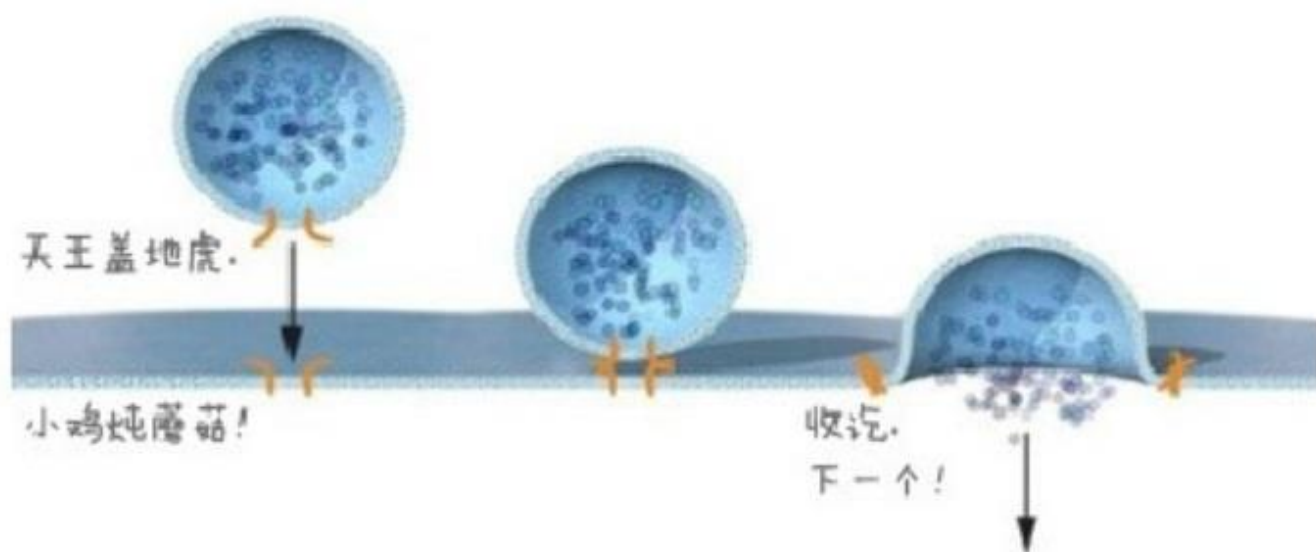




James E. Rothman

詹姆斯·罗斯曼 (James E. Rothman)
发现了负责接受囊泡的蛋白复合体。

运达目的地之后，需要有一个识别代码保证
在正确的码头卸货。这就是这些蛋白的作用。

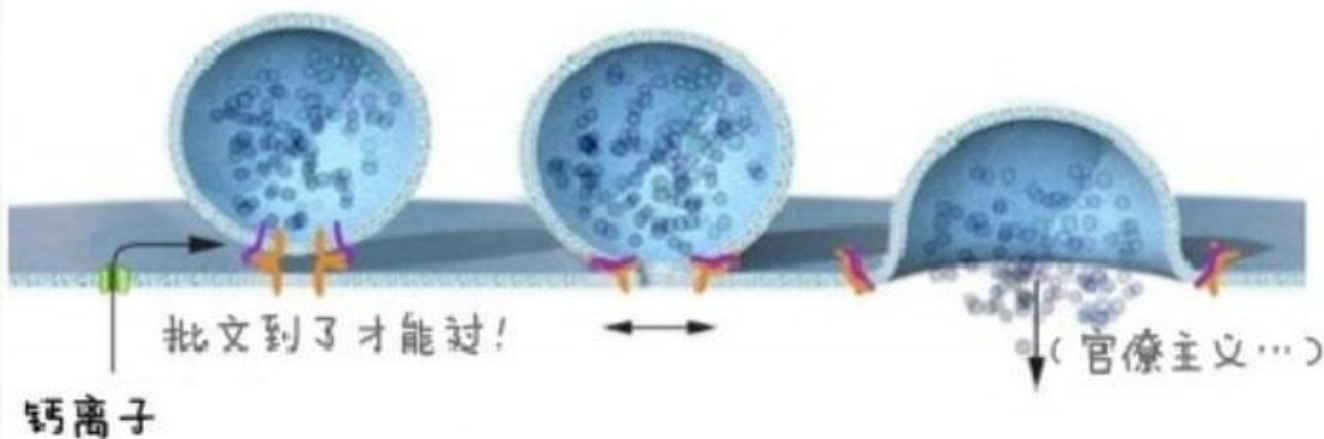




Thomas C. Südhof

托马斯·聚德霍夫 (Thomas C. Südhof)
发现神经细胞间传递信息居然也用囊泡。

信息传递更精密，需要额外一步——钙离子。
收到钙离子的信号之后才会放行。



兴奋传递过程----神经递质传递：

- **递质供体：**轴突末端突触小体内的**突触小泡**
- **递质移动方向：**突触小泡→突触前膜→突触间隙→突触后膜（单向传递）
- **递质受体：**突触后膜上的**受体**蛋白
- **递质作用：**使另一个神经元**兴奋**或**抑制**
- **递质的化学本质：**生物胺类、氨基酸类、神经肽类、其它

递质发生效应后，就被**酶破坏**而失活，或被**移走**而迅速停止作用。因此，**一次神经冲动只能引起一次递质释放，产生一次突触后电位变化。**

如果神经递质一直起作用，会有什么结果？

神经递质-----你了解多少？

(1) 产生：由内质网、高尔基体产生（线粒体参与供能）

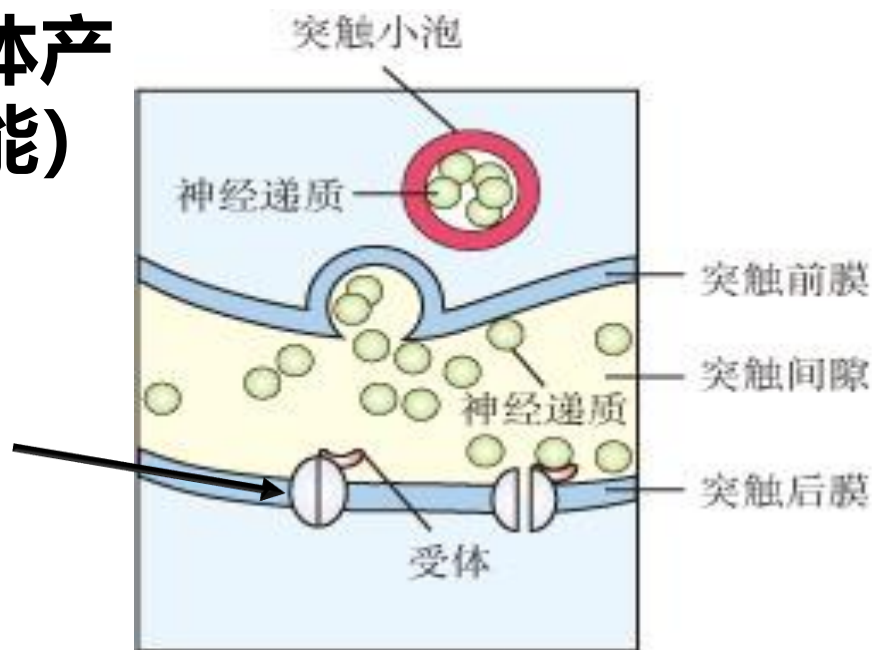
(2) 分泌结构：突触前膜

(3) 受体：突触后膜上受体

(4) 种类：按功能分为两种

(5) 作用：使后膜兴奋或抑制

(6) 去向：作用后被分解



神经递质为什么会引起突触后膜兴奋或抑制呢？

- 神经递质与受体作用后，如果突触后膜由内负外正变为内正外负，则表现为**兴奋**；如果突触后膜仍是内负外正，且电位差更大，则表现为**抑制**
- **兴奋性神经递质**：乙酰胆碱、5-羟色胺
- **抑制性神经递质**：神经肽、 γ -氨基丁酸、甘氨酸
- 去甲肾上腺素，随部位不同而异

兴奋在神经元之间的传递的小结

1、什么是突触？

一个神经元的轴突末梢与另一个神经元的细胞体或树突等相接触而形成的结构叫突触。

2、突触结构 { 突触前膜
突触间隙
突触后膜

3、突触种类 { 电突触
化学突触

兴奋在神经元之间的传递的小结

4、兴奋经过突触的传递过程：

5、神经递质：

产生、受体、种类、作用、去向

6、兴奋经过突触的传递方式：

电信号 —— 化学信号 —— 电信号

兴奋的传导(递)小结

1、神经纤维上的传导 { **形式：神经冲动 = 电信号 = 局部电流**
特点：双向传导

2、神经元之间的传递 { **结构：突触**
特点：单向传递
形式：电信号—化学信号—电信号

第二章 神经调节

第四节 神经系统的分级调节



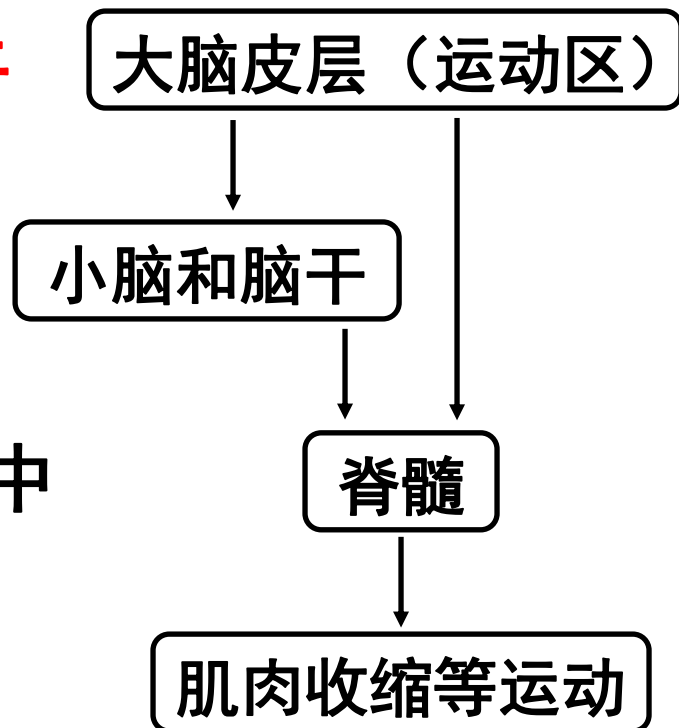
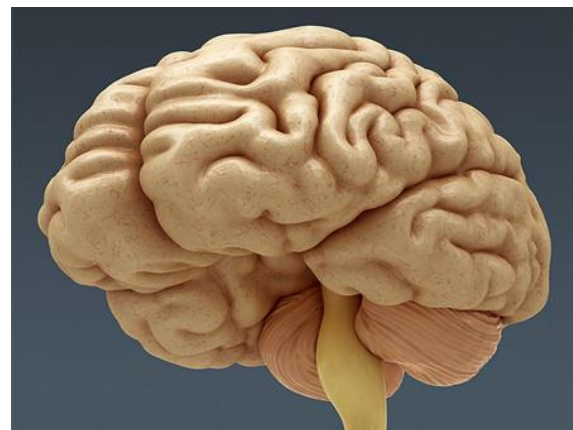
PowerPoint® Lecture Presentations for

Biology

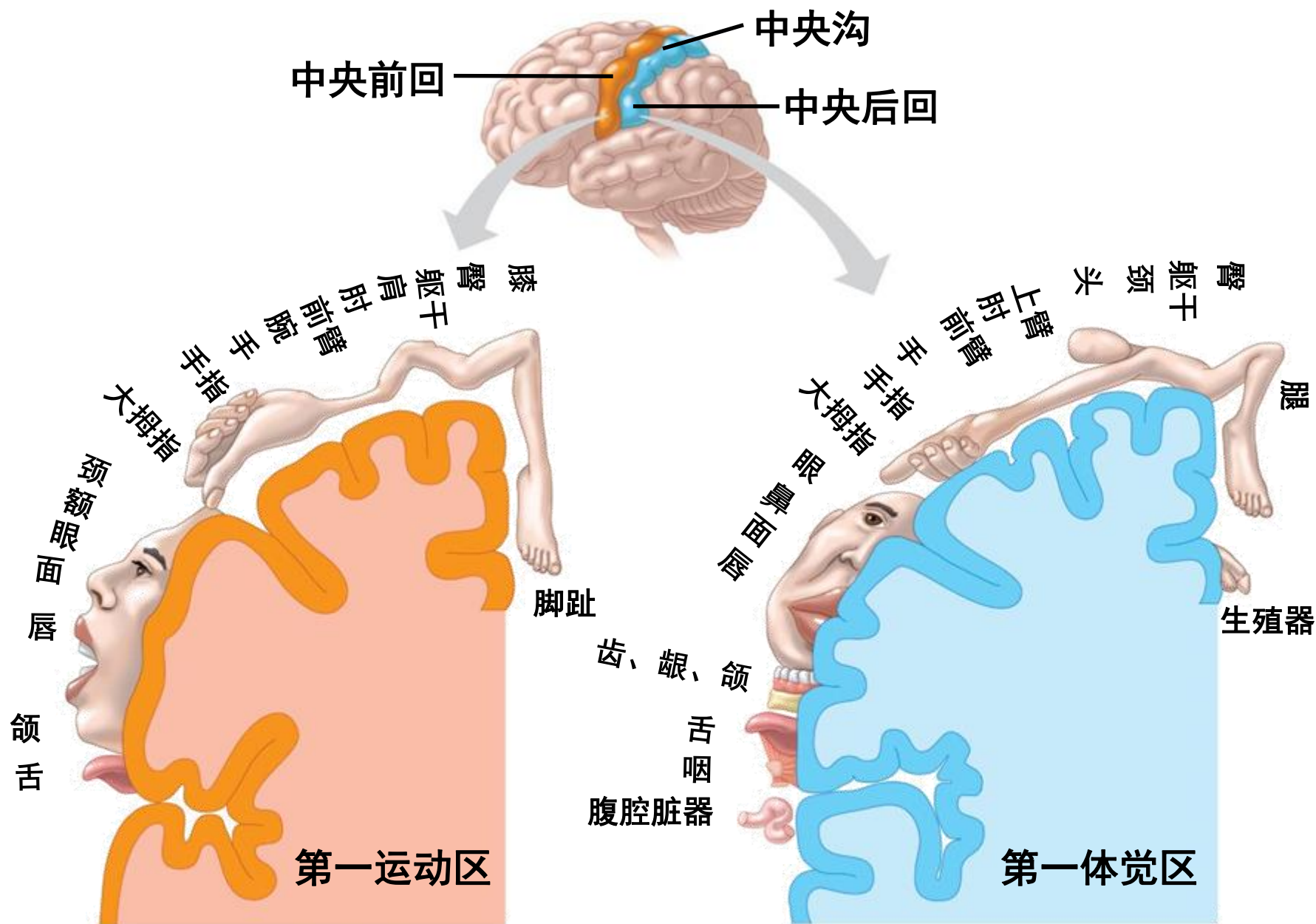
闫菡 生命科学与技术学院

神经系统对躯体运动的分级调节

- 躯体运动既受脊髓的控制，也受大脑的调节
- 大脑皮层有丰富的沟回，增加了大脑的表面积
- 躯体运动受大脑皮层以及脑干、脊髓的共同调控
 - 大脑是高级中枢
 - 脊髓是低级中枢
 - 脑干连接低级中枢和高级中枢



大脑皮层运动区和体觉区与躯体各部分的关系



神经系统对内脏活动的分级调节

资料分析（P35页）：

1、成人可以有意识地控制排尿，婴儿却不能，二者控制排尿的神经中枢的功能有什么差异？

成人脑发育完善，可以有意识地依靠大脑排尿中枢控制排尿；婴儿脑发育不完善，不能有意识地依靠大脑排尿中枢控制排尿，只能依靠脊髓中的低级排尿中枢控制排尿。

2、有些患者出现资料3所提到的不受意识支配的排尿情况，是哪里出现了问题？

大脑的控制排尿的中枢受到了损伤。

资料分析

3、这些例子说明神经中枢之间有什么联系？

说明：神经中枢的分布部位和功能各不相同，但彼此之间又相互联系，相互调控。一般来说，位于脊髓的低级中枢受脑中相应的高级中枢的调控，这样，相应器官、系统的生理活动，就能进行得更加有条不紊和精确。

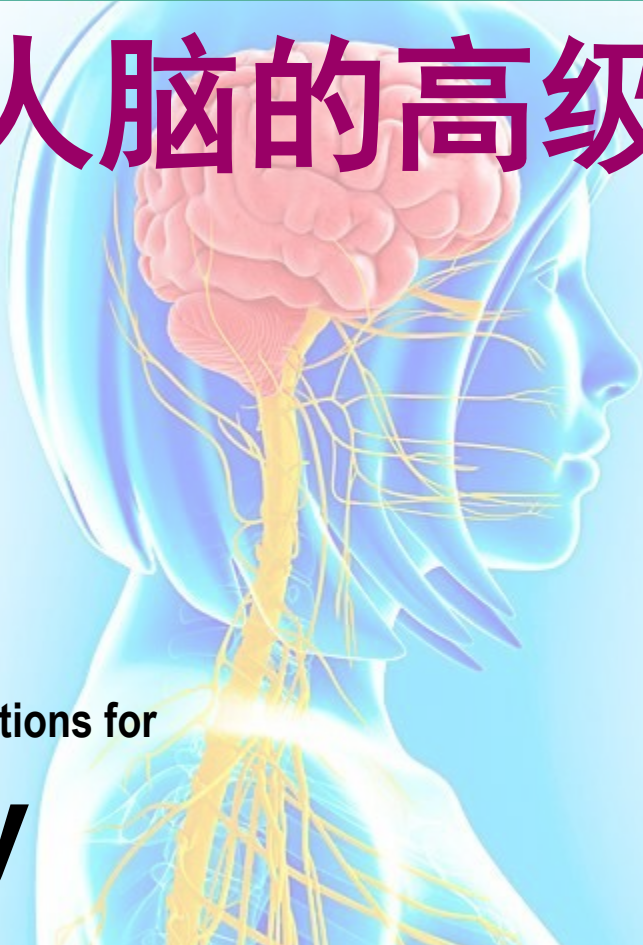
-
- 人和动物神经系统中最高级的部位？

大脑皮层

大脑皮层除了对外部世界的感知以及控制机体的反射活动外，还有语言、学习、记忆、思维等方面的高级功能。

第二章 神经调节

第五节 人脑的高级功能

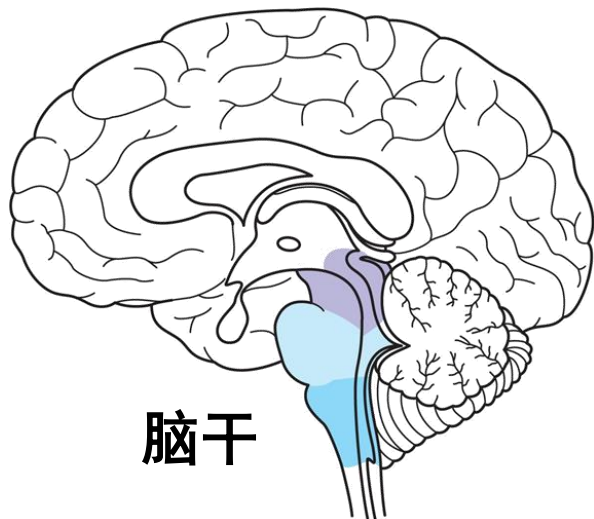


PowerPoint® Lecture Presentations for

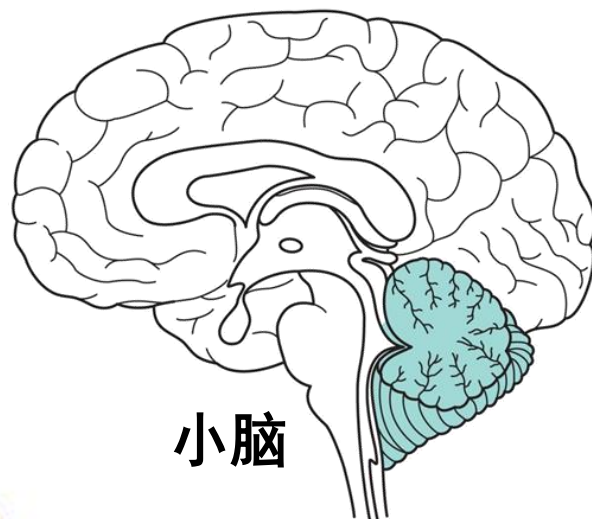
Biology

闫菡 生命科学与技术学院

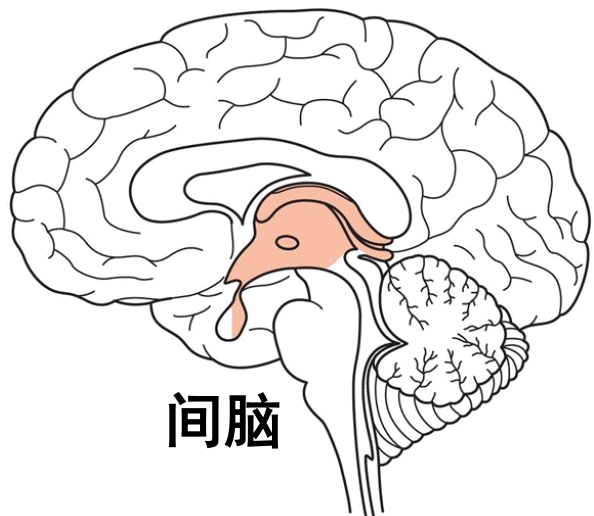
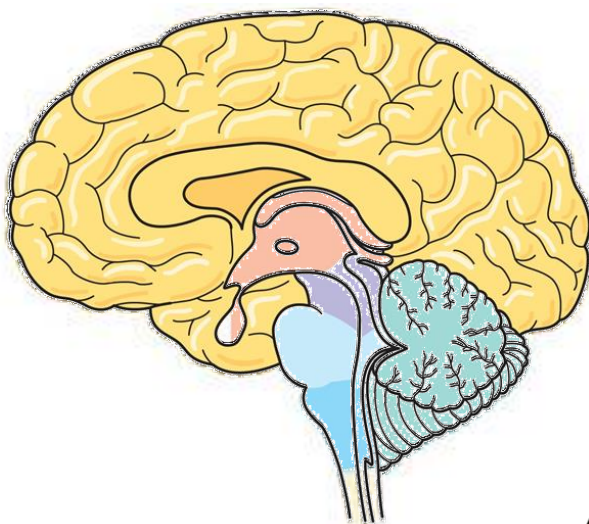
人脑的结构



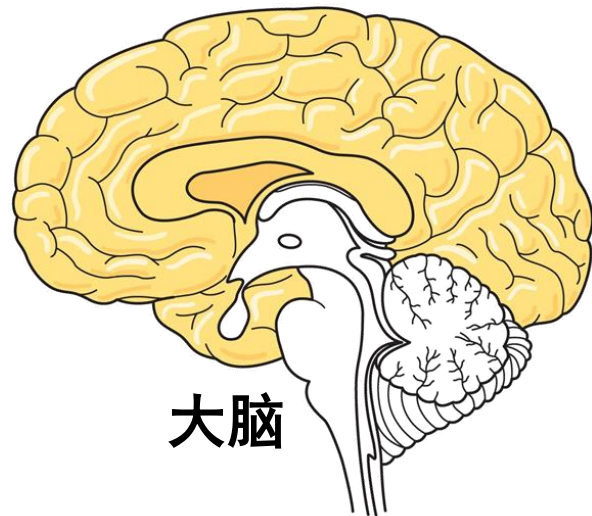
脑干



小脑



间脑



大脑

人脑各级中枢示意图

大脑皮层

(调节机体活动的最高级中枢)

小脑

(有维持身体平衡的中枢)

脊髓

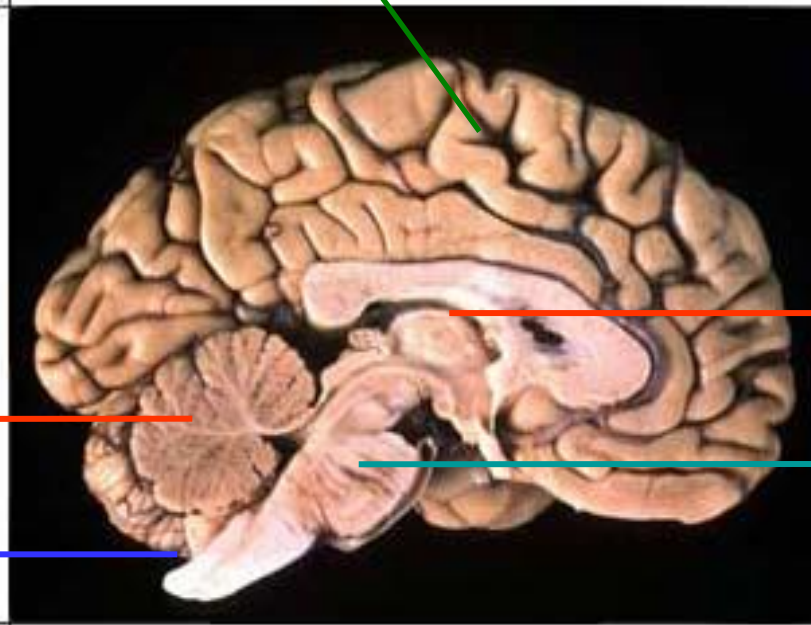
(调节机体运动的低级中枢)

下丘脑

(调节体温、水盐平衡和内分泌的中枢，参与生物节律的控制)

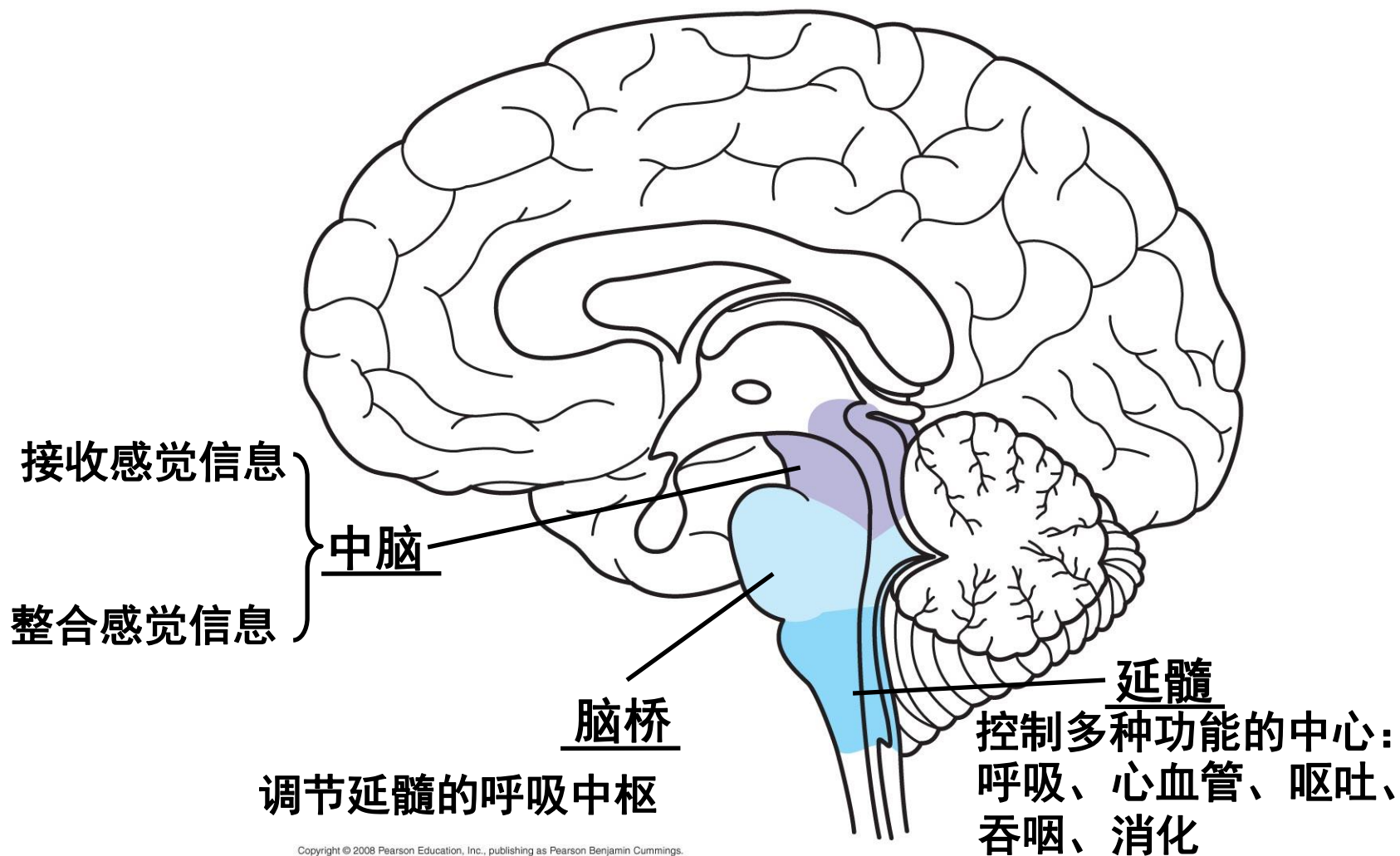
脑干

(有调节呼吸、心血管运动等维持生命必要的中枢)



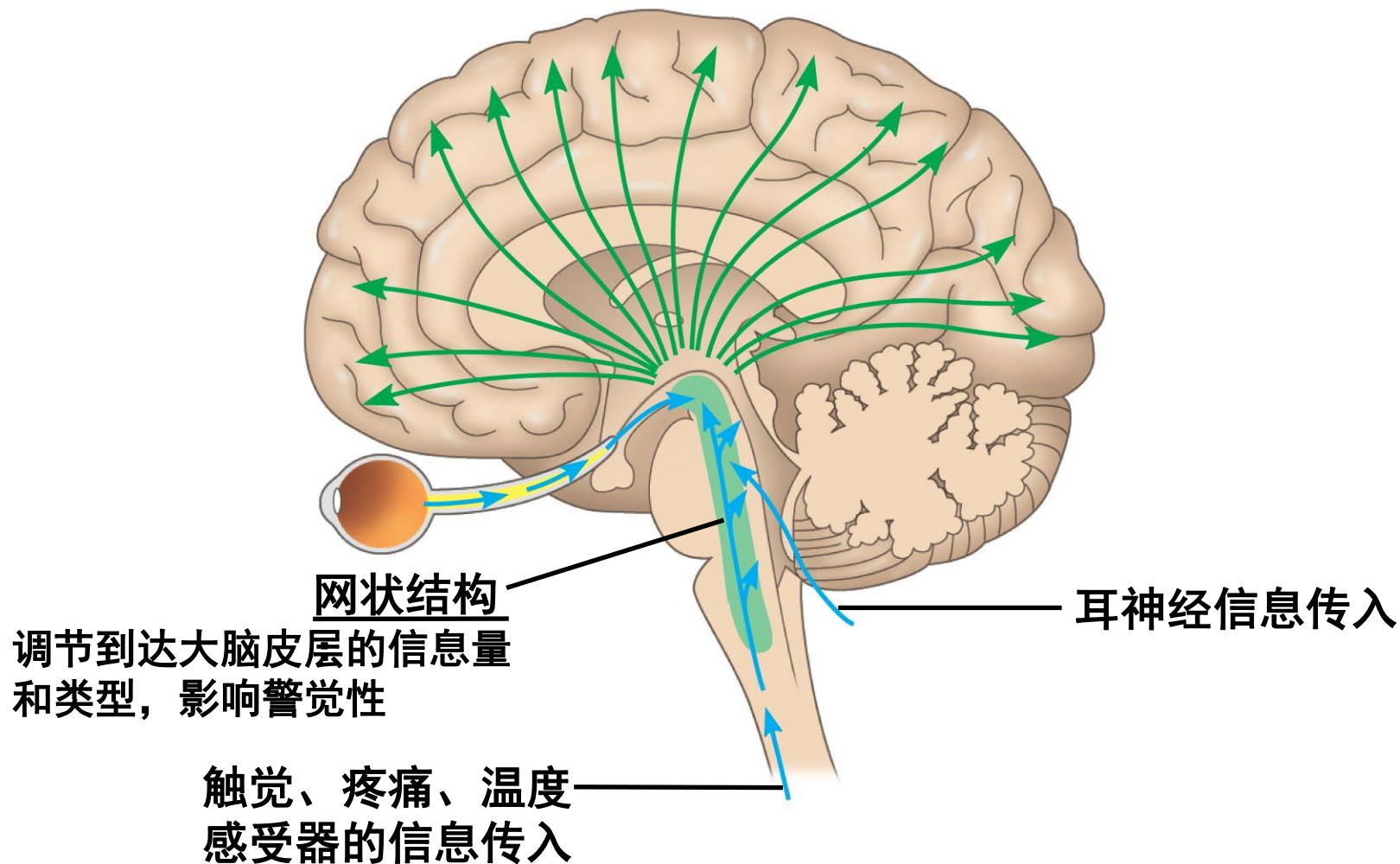
脑干

- 脑干是大脑、小脑与脊髓联系的必经途径



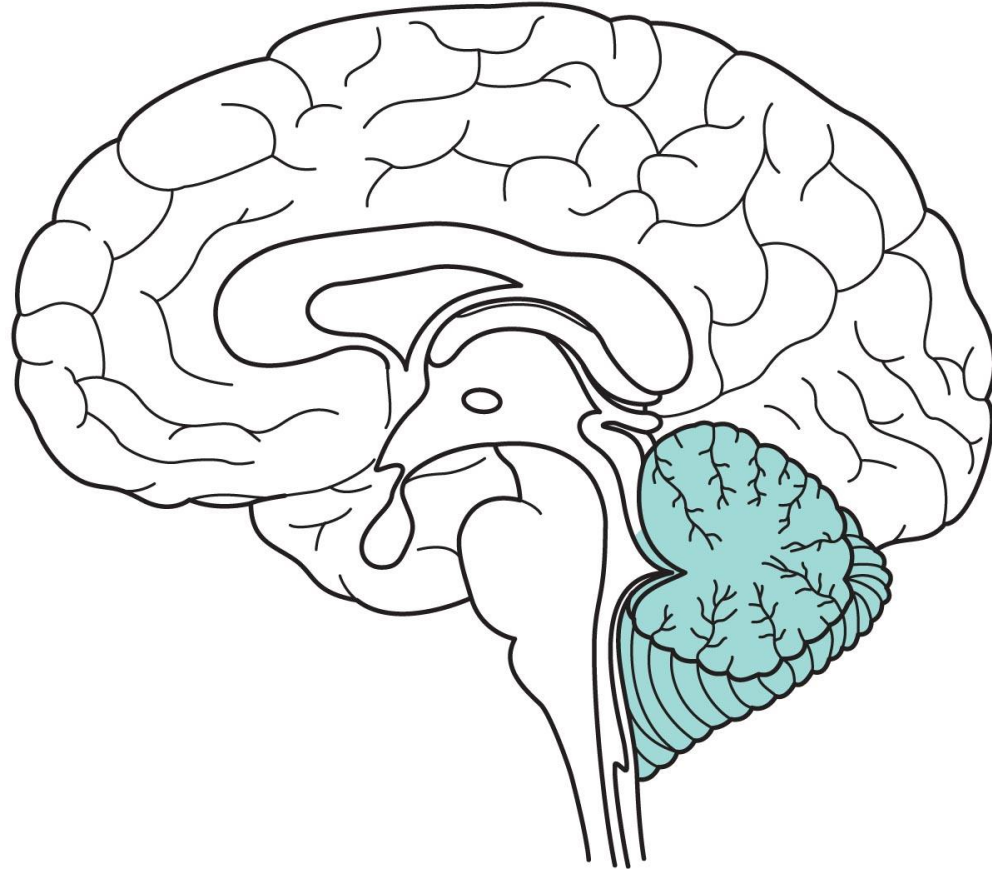
觉醒和睡眠

- 脑干和大脑控制唤醒和睡眠



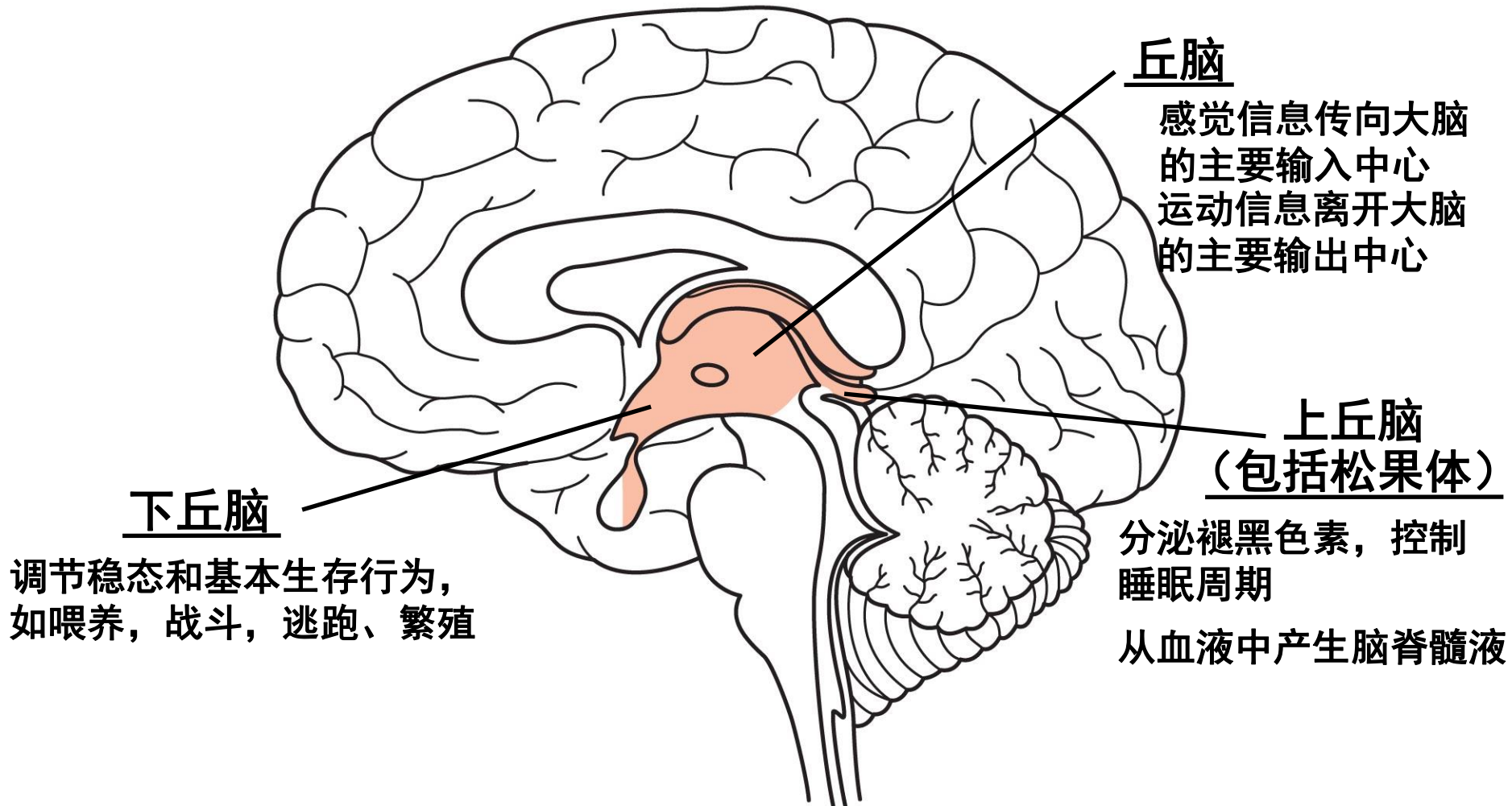
小脑

- 对于运动、感知和认知的协调和错误检查很重要
- 参与学习和记忆运动技能



间脑

- 间脑发育成三个区域：上丘脑，丘脑和下丘脑

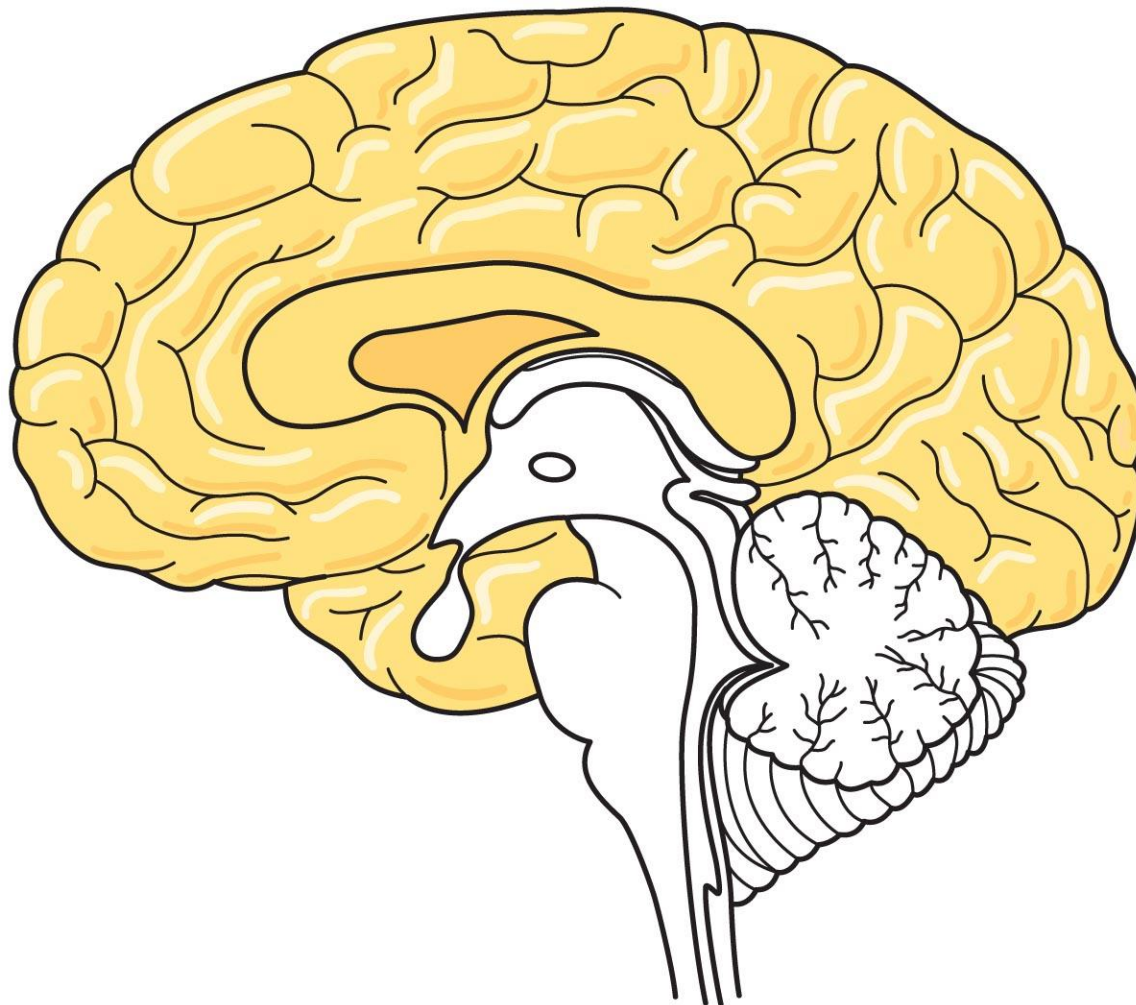


下丘脑的生物钟调节

- 下丘脑还调节昼夜节律，例如睡眠/觉醒周期
- 哺乳动物通常在下丘脑中具有一对视交叉上核，起到生物钟的作用
- 生物钟通常需要外部提示以保持与环境周期同步

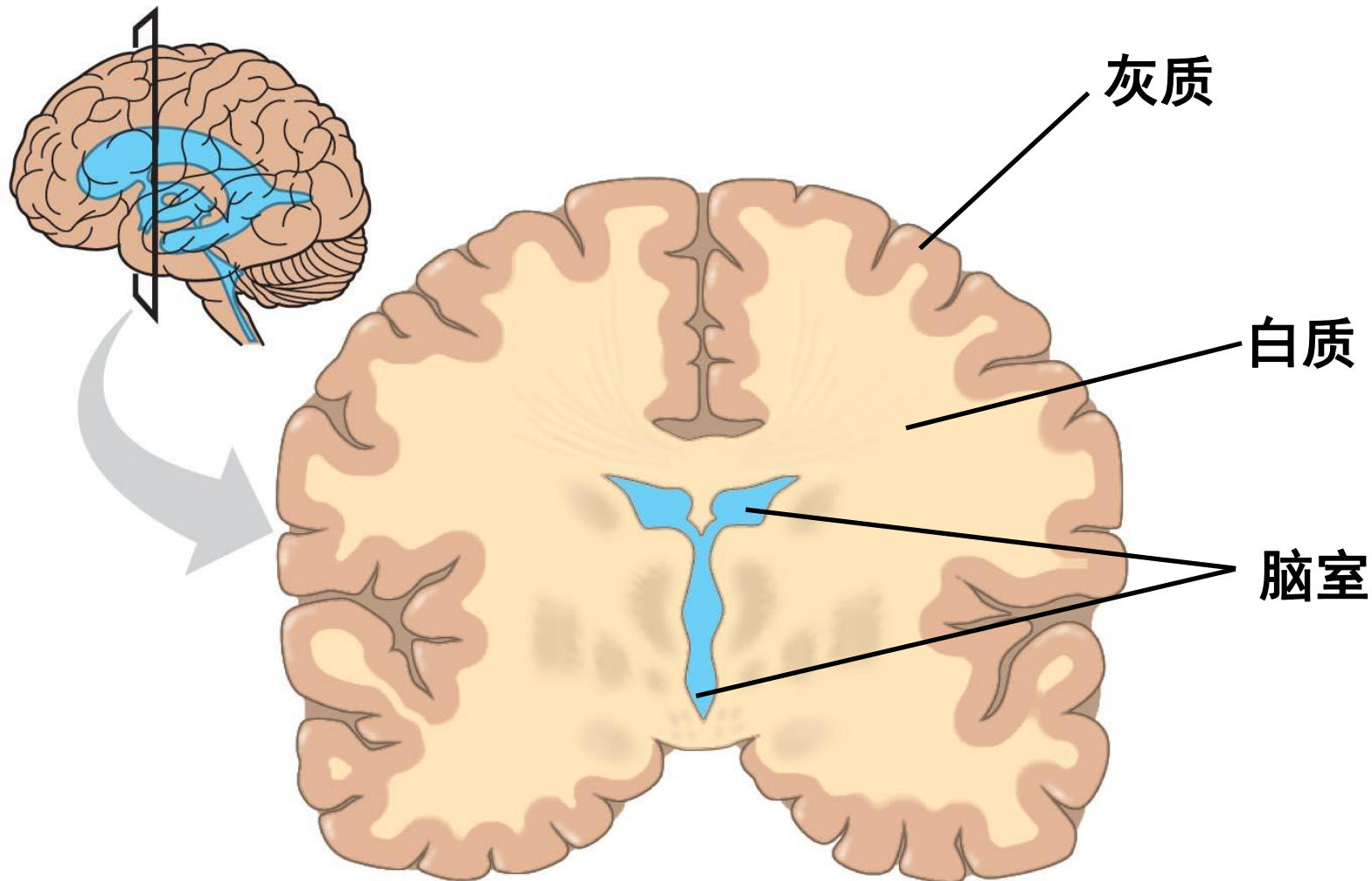
大脑

- 在人类中，大脑是脑中最大和最复杂的部分



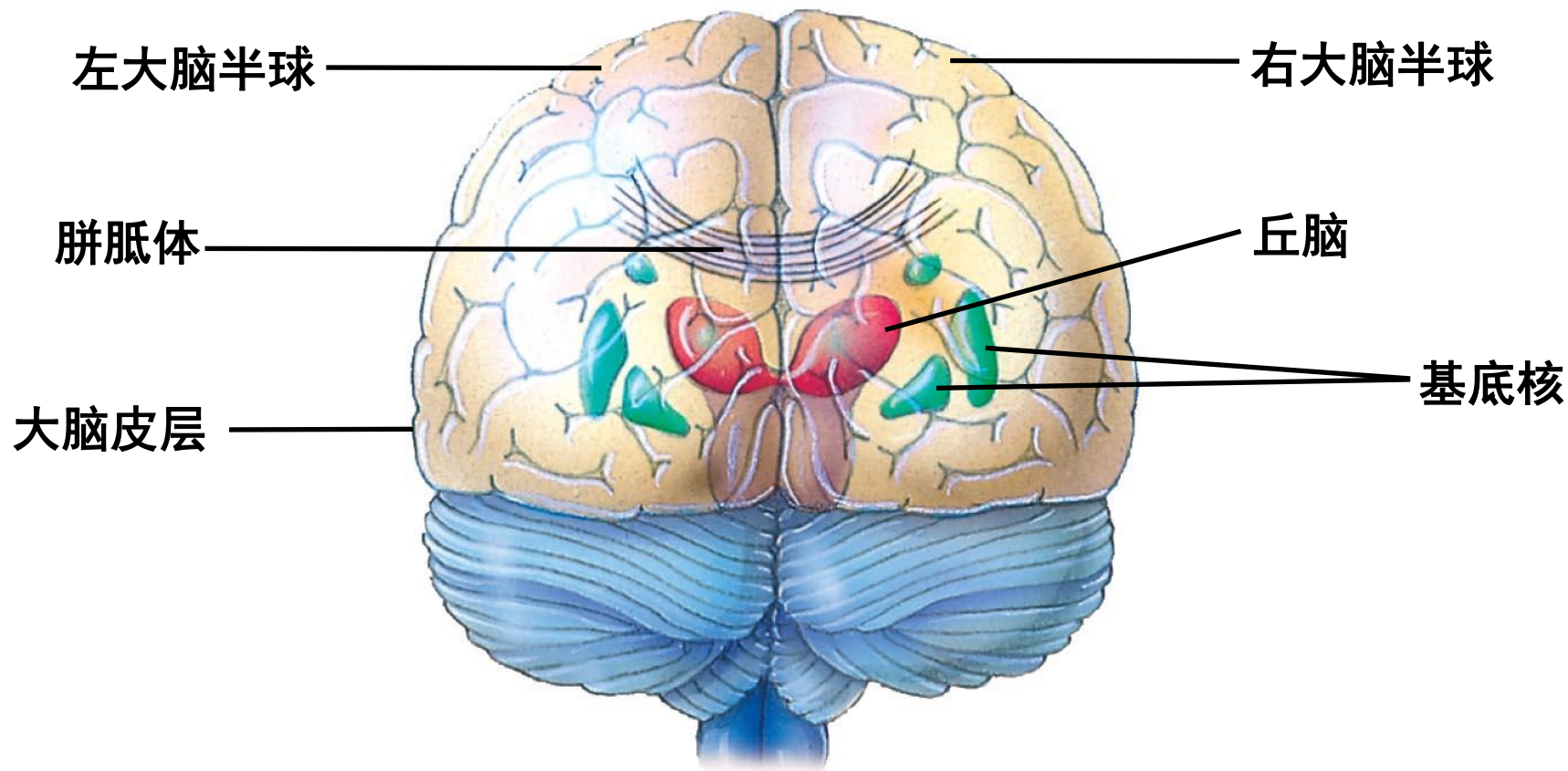
大脑

- 大脑半球由外部的灰质和内部的白质组成

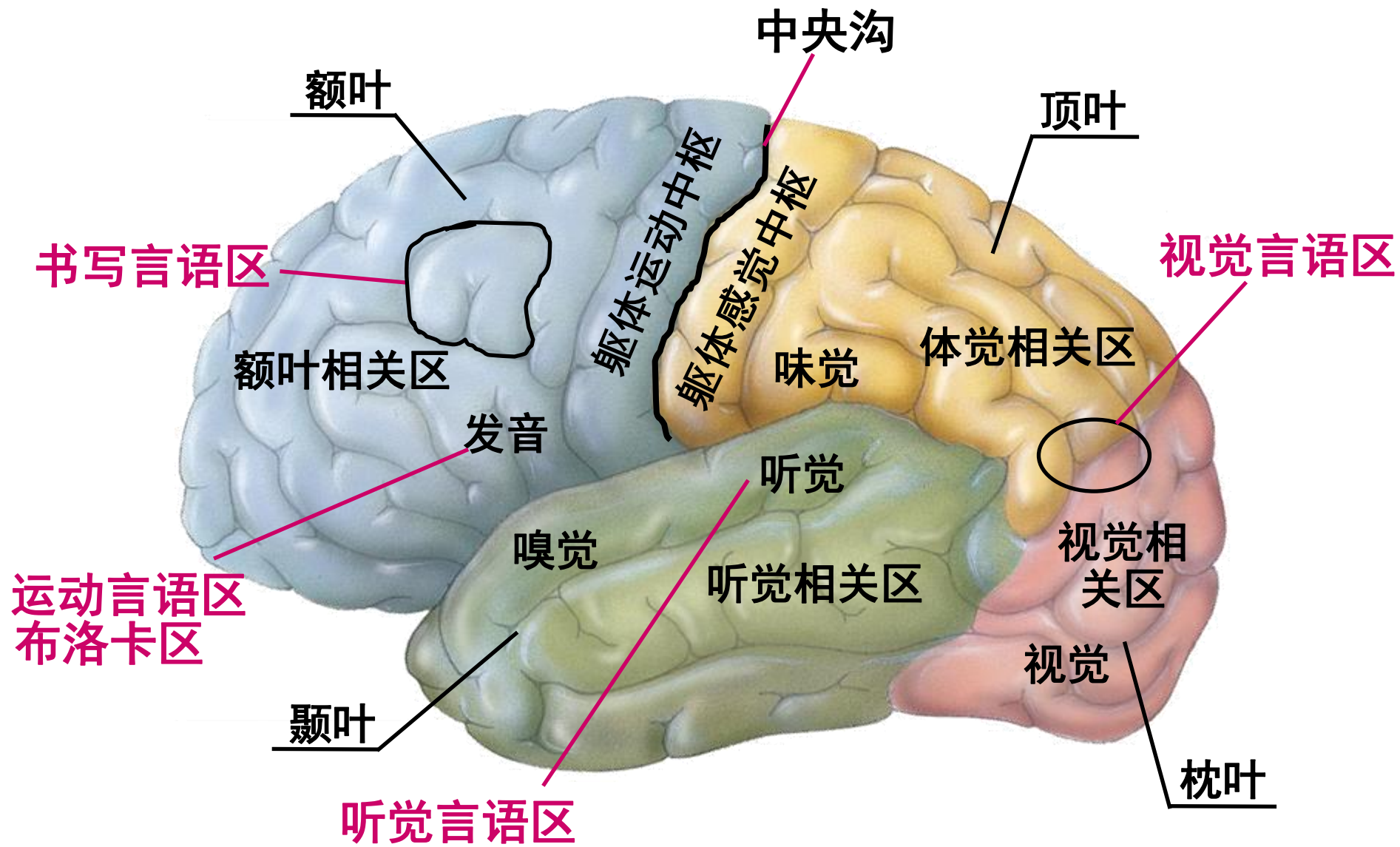


大脑

- 基底核是规划和学习运动次序的重要中心
- 胼胝体提供左右大脑皮质之间的通信



大脑皮层控制自主运动和认知功能



语言功能

语言功能是人脑特有的高级功能，包括与语言、文字相关的全部智力活动，涉及到人类的听、说、读、写

Write —
书写言语区

失写症

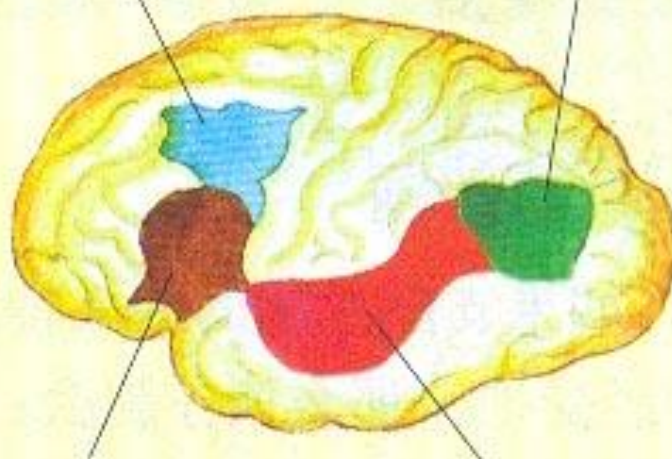
W 区（此区发生障碍，不能写字）

V 区（此区发生障碍，不能看懂文字）

Vision —
视觉言语区

失读症

前



后

S 区（此区发生障碍，不能讲话）

H 区（此区发生障碍，不能听懂话）

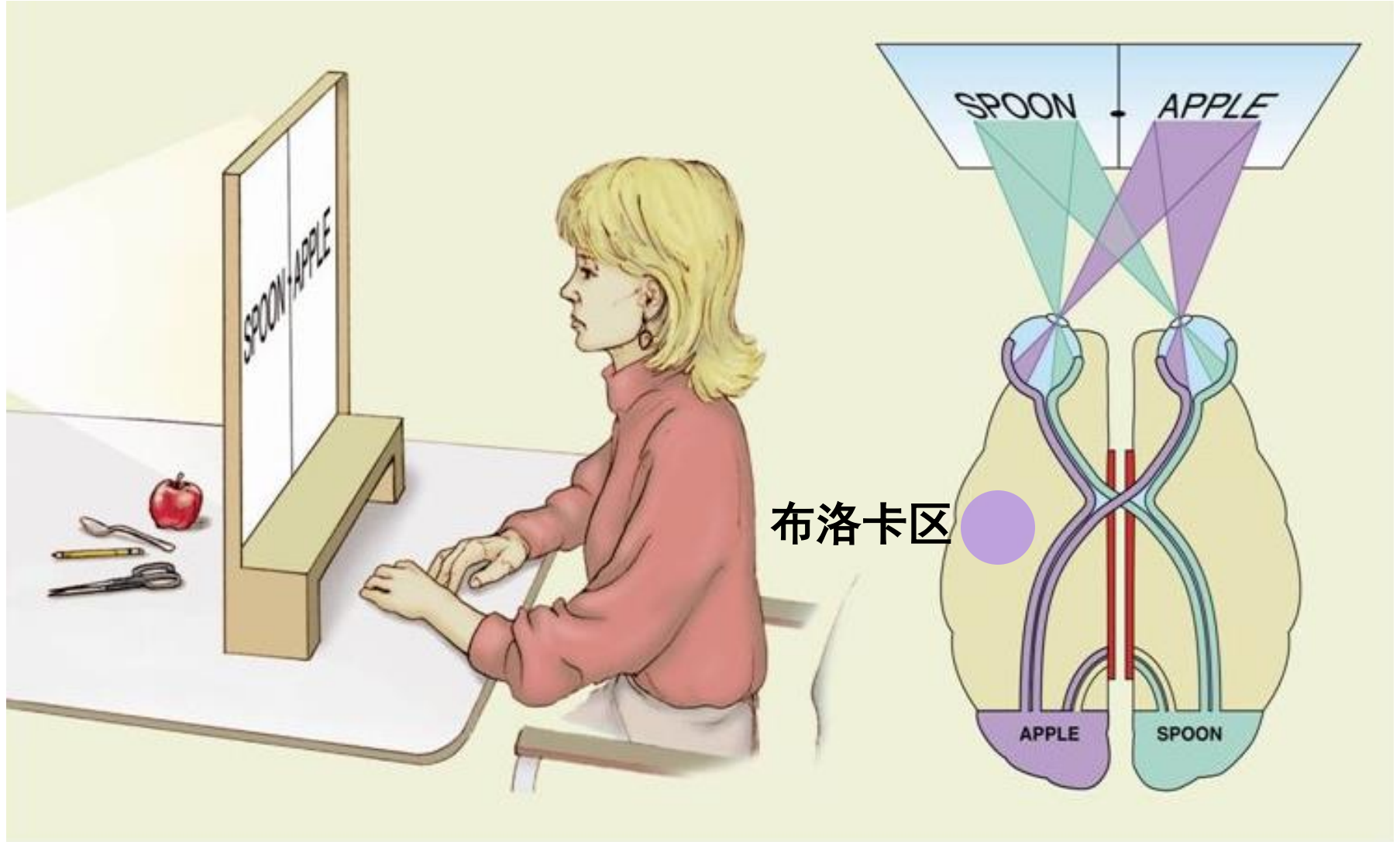
Speak —
运动言语区

Hear —
听觉言语区

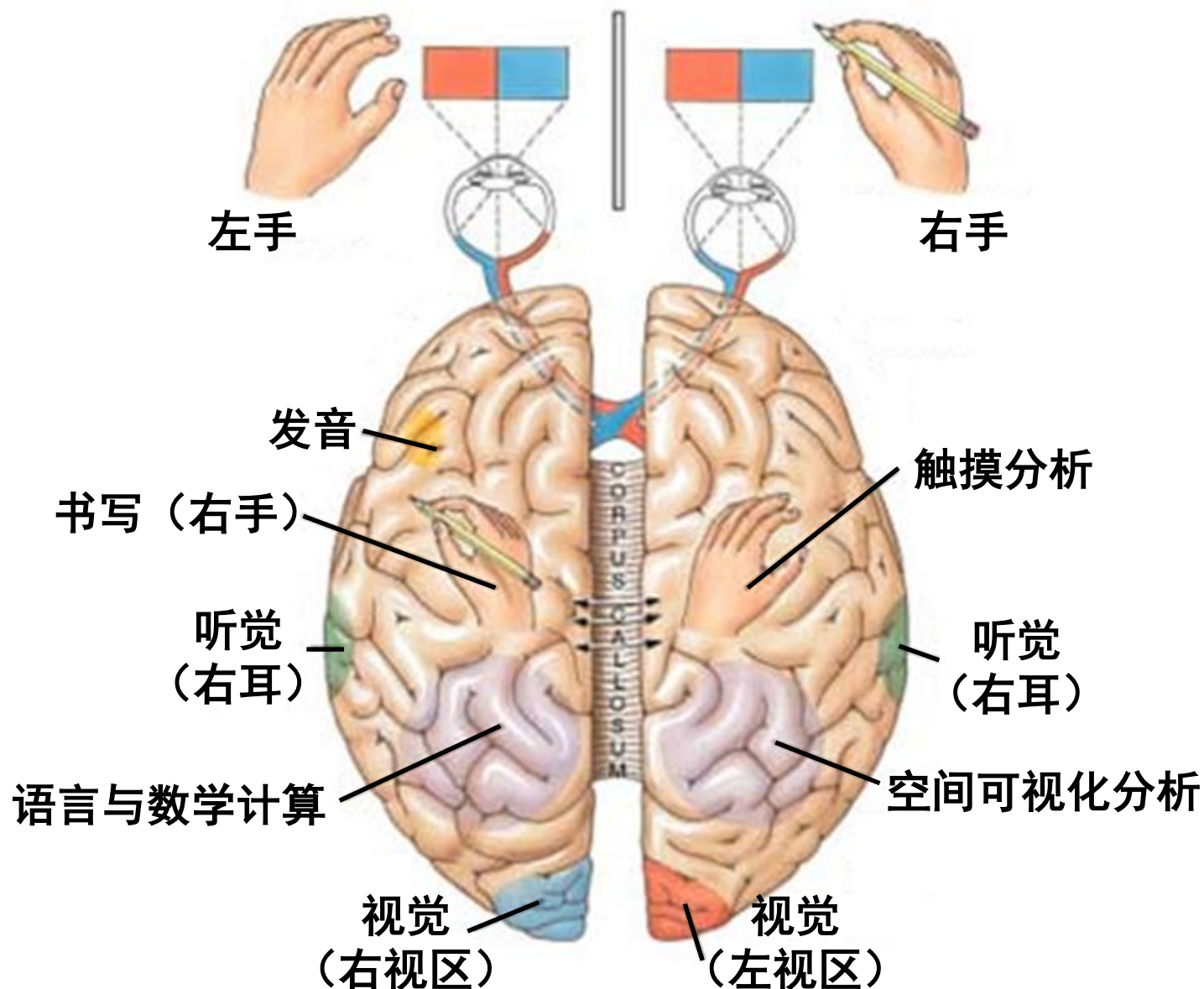
运动性失语症

听觉性失语症

谜底大公开——我们用左半球说话！



左右大脑半球的偏侧优势



情绪

- 情绪来自于边缘系统和大脑的其他部分（包括感觉区域）
- 边缘系统是脑干周围的一圈环状结构，包括杏仁核，海马体和部分丘脑
- 杏仁核位于颞叶，是一切情绪和感受的中心，有助于将情绪体验存储为情绪记忆

边缘系统

丘脑

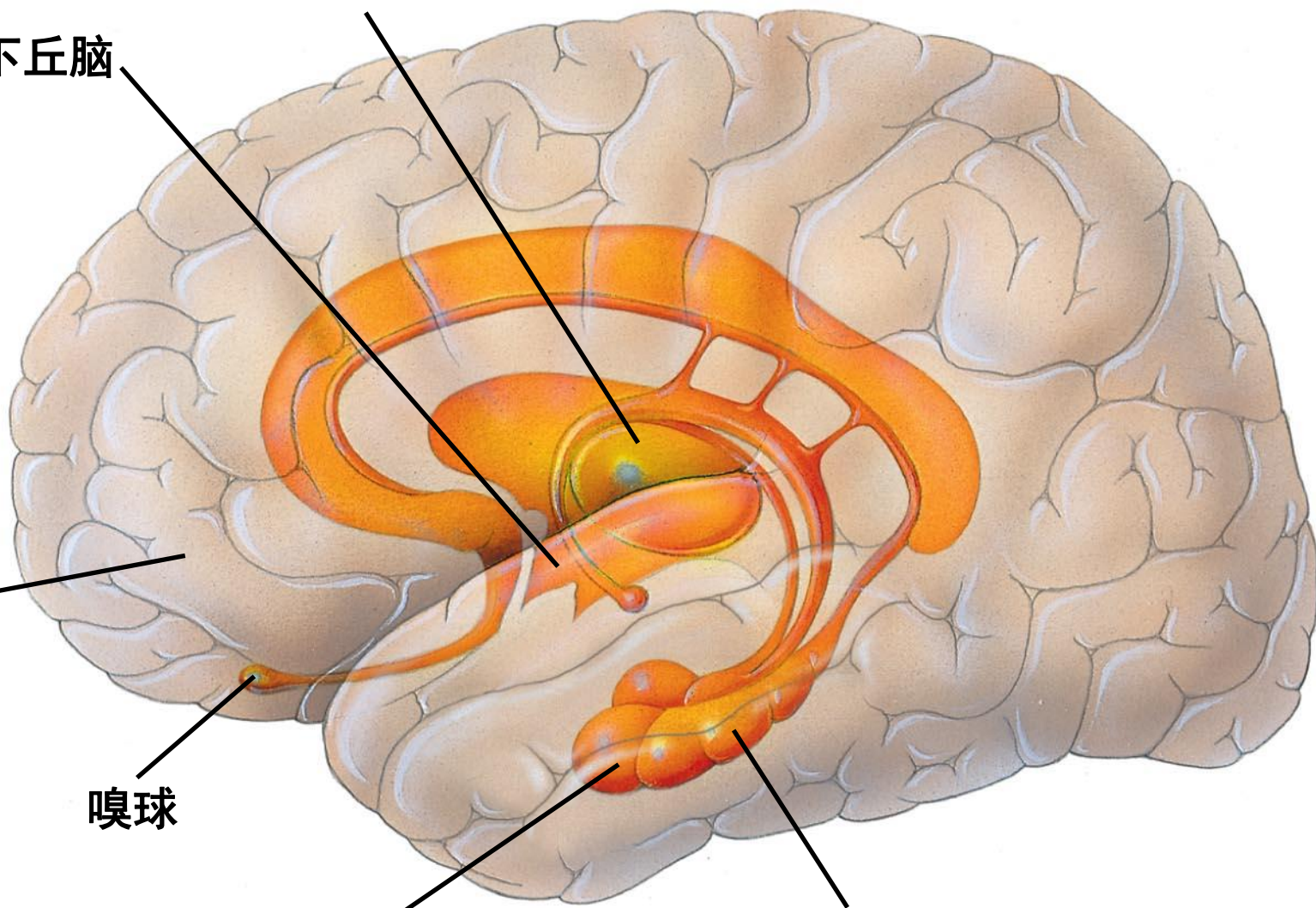
下丘脑

前额皮质

嗅球

杏仁核

海马体



记忆和学习

- 当神经元建立新的连接或现有神经连接的强度发生变化时，就会发生学习
- 通过海马体访问短期记忆
- 海马体还在形成长期记忆中起作用，其存储在大脑皮层中

学习和记忆是脑的高级功能之一

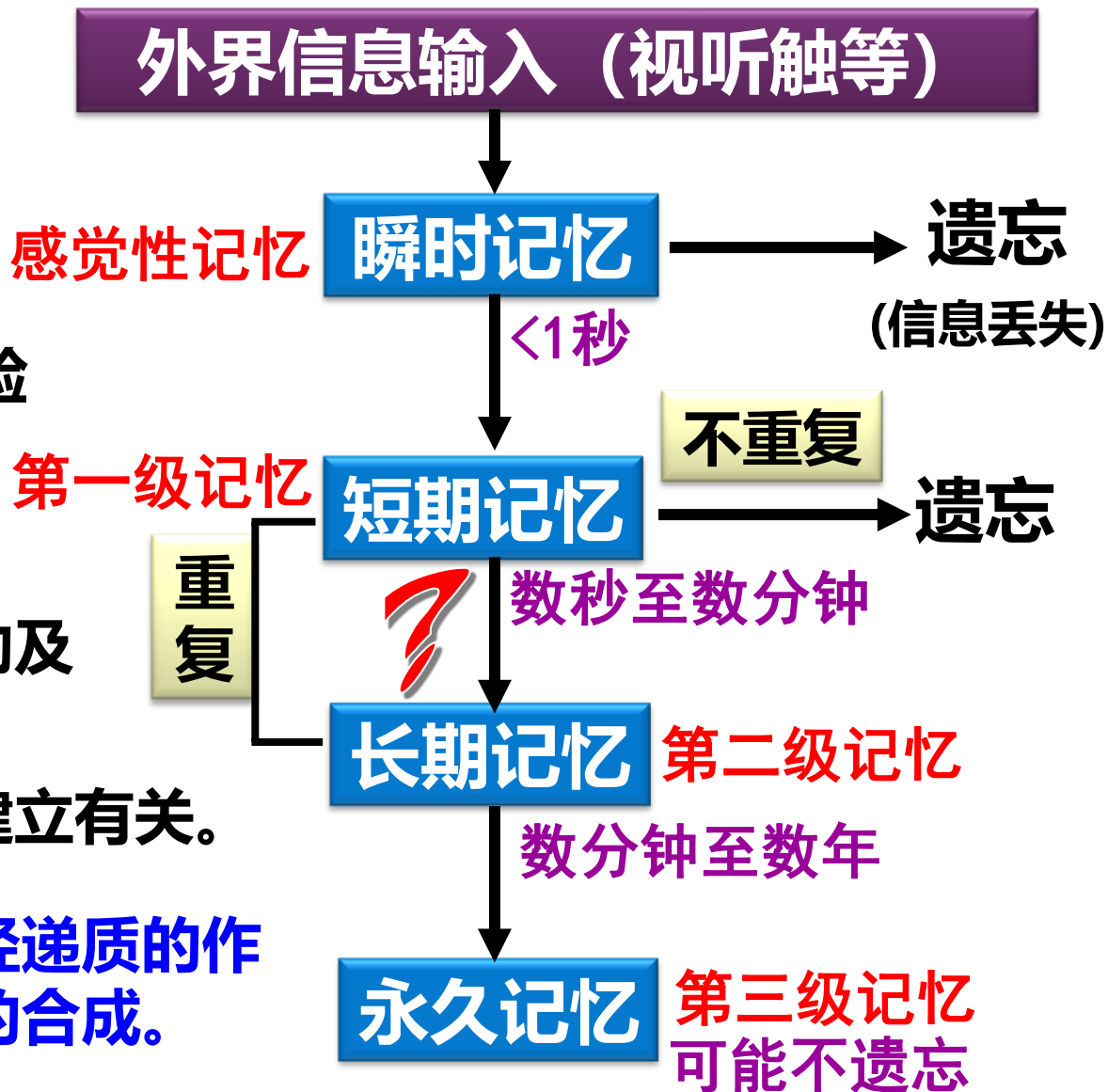
①、学习是神经系统不断受到刺激，获得新的行为、习惯和积累经验的过程。

②、记忆是将获得的经验进行贮存和再现的过程。

短期记忆：神经元的活动及神经元之间的联系有关。

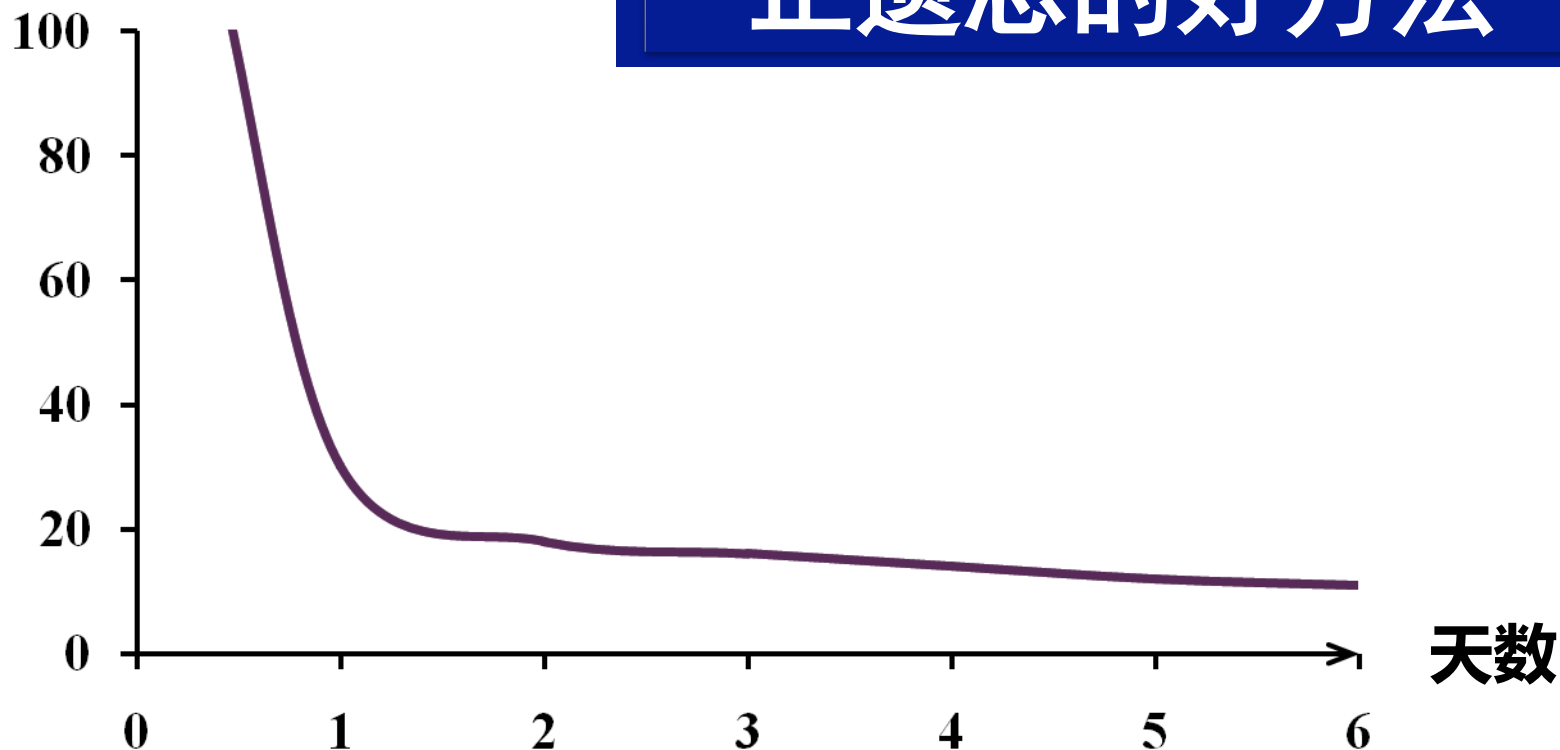
长期记忆：与新突触的建立有关。

学习和记忆涉及脑内神经递质的作用以及某些种类蛋白质的合成。



遗忘曲线

记忆的数量
(百分数)



及时复习是有效防止遗忘的好方法

小结

- 1. 掌握神经元的结构和功能;**
- 2. 理解反射和反射弧的定义;**
- 3. 掌握兴奋在神经纤维上的传导的过程、机制和特点;**
- 4. 掌握兴奋在神经元之间的传递的过程、机制和特点;**
- 5. 了解人脑的高级功能。**