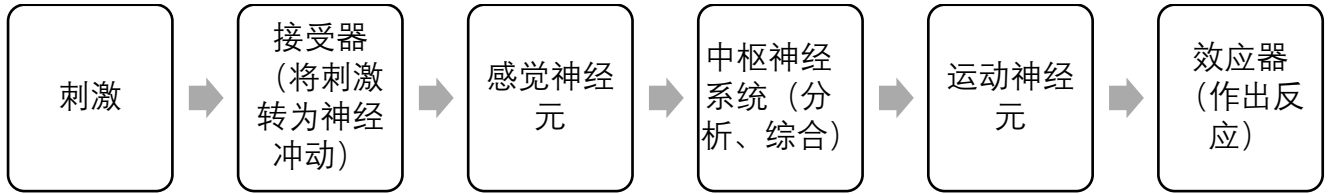


# 神经与协调

## 神经元

- 神经调节的基本结构和功能单位
- 接受刺激、传导兴奋，对其他组织产生调控效应



神经元 (neurone)	细胞体 (cell body)	位于脑和脊髓的灰质、神经节及其他器官的神经组织 神经元的代谢和营养中心	
	细胞突起/ 神经纤维 (nerve fibre)	树突(dendrite) (一个或多个)	短、分支多
轴突(axon) (只有一个)		长，分支少，分支末端部分膨大呈球状---突触小体 (另一神经元的细胞体或树突)	

### 树突与轴突的不同点

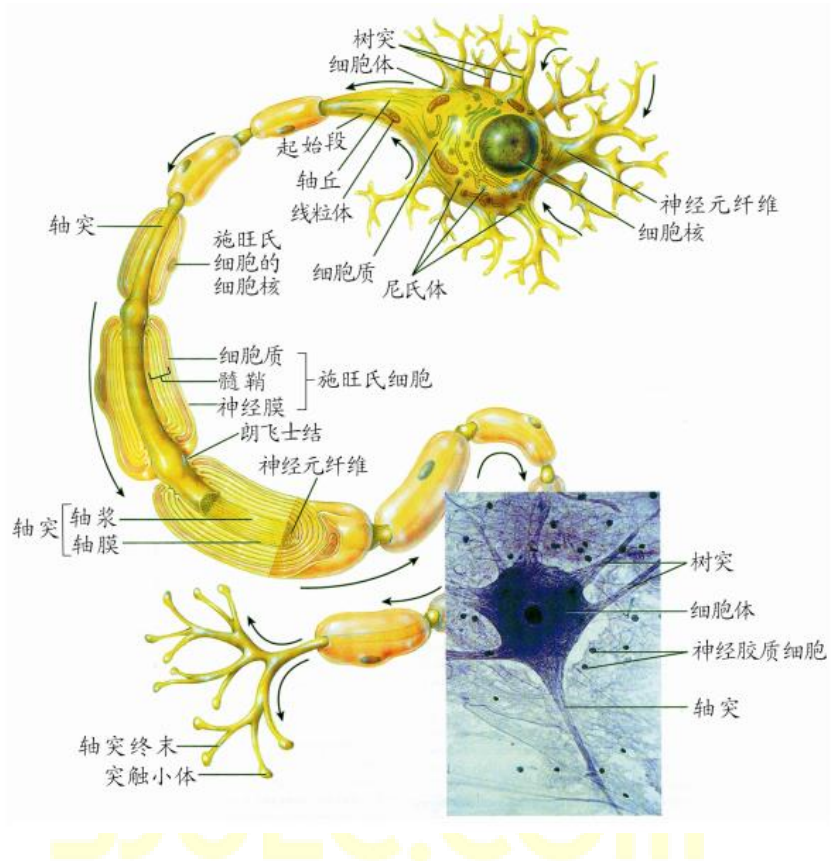
轴突	树突
将讯息带离细胞体	将讯息带入细胞体
表面光滑	表面粗糙
一般一个神经细胞只有一个轴突	一般一个神经细胞有多个树突
没有核糖体	有核糖体
有髓鞘包卷	没有髓鞘包卷
离细胞体较远处才开始分支	在细胞体附近就开始分支

### 神经元和神经纤维的结构和功能

结构	功能
神经胶质细胞(neuroglial cell)	对神经元起支持、保护、营养和绝缘等作用
轴浆(axoplasm)	运输物质
髓鞘(myelin sheath)	由施旺氏细胞(Schwann cell)包卷而成，髓鞘中间隔着朗飞氏结(node of Ranvier)
神经膜(neurilemma)	包裹在轴突的周围

- 细胞体的细胞膜和突起表面的膜，是连续完整的细胞膜
- 神经细胞膜的特点是一个敏感而易兴奋膜

- 在膜上有各种受体 (receptor) 和离子通道 (ionic channel) ,二者各由不同的膜蛋白所构成
- 形成突触部分的细胞膜增厚, 膜上受体可与相应的化学物质神经递质结合
- 细胞质内除含一般的细胞器外, 还含有尼氏体、神经元纤维、脂褐素等结构
- 具有分泌功能的神经元, 细胞质内还含有分泌颗粒, 如位于下丘脑的一些神经元

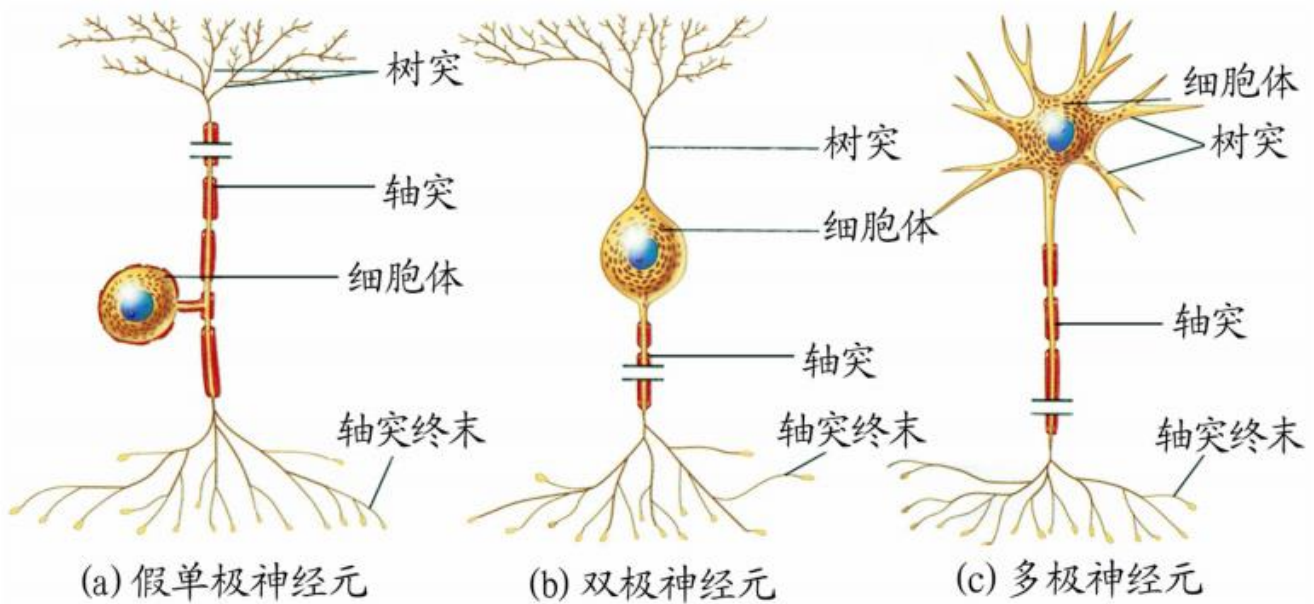


感觉神经元 (sensory neuron)	又称传入神经元, 多为假单极神经元 细胞体位于脑、脊髓神经节内
运动神经元 (motor neuron)	又称传出神经元, 一般为多极神经元 细胞体位于脑、脊髓和植物神经节内
中间神经元(interneuron)	主要为多极神经元, 位于前两种神经元之间, 加工和传递信息 占神经元总数 99%以上 细胞体位于脑和脊髓

### 神经元突起的数目

假单极神经元 (pseudounipolar neuron)	从细胞体发出一个突起, 在离细胞体不远处分为两支
--------------------------------	--------------------------

	其中一支突起细长，结构与轴突相同，延伸至皮肤或肌肉，其功能相当于树突，能感受刺激并将冲动传向细胞体；另一分支伸向中枢，将冲动传给另一个神经元，相当于轴突 如脊神经节内的感觉神经元等
双极神经元 (bipolar neuron)	从细胞体两端各发出一个突起，一个是树突，另一个是轴突 如耳蜗神经节内的感觉神经元、鼻腔粘膜的嗅细胞等
多极神经元 (multipolar neuron)	有一个轴突和多个树突，是人体中数量最多的一种神经元 如脊髓前角运动神经元和大脑皮质的锥体细胞 (pyramidal neuron) 等



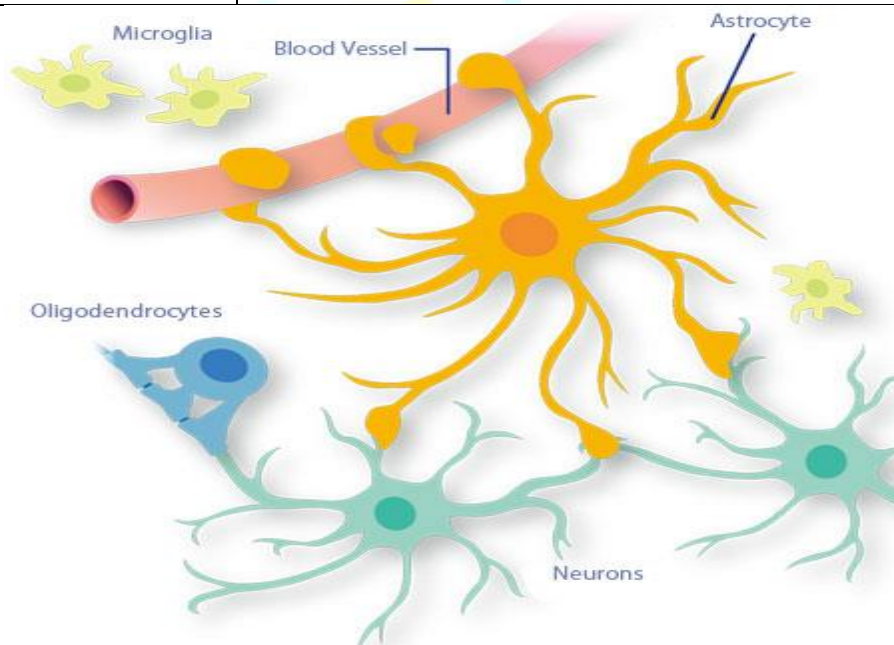
### 神经胶质细胞

- 神经胶质细胞 (neuroglia cell)，广泛分布于中枢和周围神经系统
- 数量约为神经细胞的十倍，多分布在神经元细胞体、突起以及中枢神经毛细血管的周围
- 神经胶质细胞具有支持、营养、保护、髓鞘形成及绝缘，并有分裂增殖与再生修复等多种作用

### 中枢神经系统的神经胶质细胞

星形胶质细胞 (astrocyte)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 星形胶质细胞是胶质细胞中最大的一种，细胞体呈星形，有许多突起可形成网状包住神经元</li> <li>• 有些突起末端形成脚板 (end-feet)，吸附在血管壁上，构成物质输送管道</li> </ul>
-----------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 有些与血管壁联合，构成血脑障壁 (blood-brain barrier)，具有保护作用，可筛选进入中枢神经的物质，维持神经细胞外环境的恒定</li> </ul>
少突胶质细胞 (oligodendrocyte)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 少突胶质细胞分布于灰质及白质内，位于神经元细胞体及神经纤维的周围，细胞体较小，呈圆形或椭圆形，突起少，分支也少</li> <li>• 功能在于支持作用，也可参与中枢神经髓鞘的生成，但和施旺氏细胞不同，每一个少突胶质细胞可以在多个神经元的轴突上形成髓鞘，但无法协助形成再生管，故中枢神经纤维受损时无法再生</li> </ul>
微小胶细胞 (microglia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 细胞体较小，通常衬在中央管、脑室的周壁及脉络丛，与脑脊液制造有关</li> <li>• 具有吞噬能力，当脑组织发炎或受损时，微小胶细胞就可膨胀变大，并移向受损部位，进行清除作用，吞噬坏死组织，具有阻止传染漫延的作用</li> </ul>

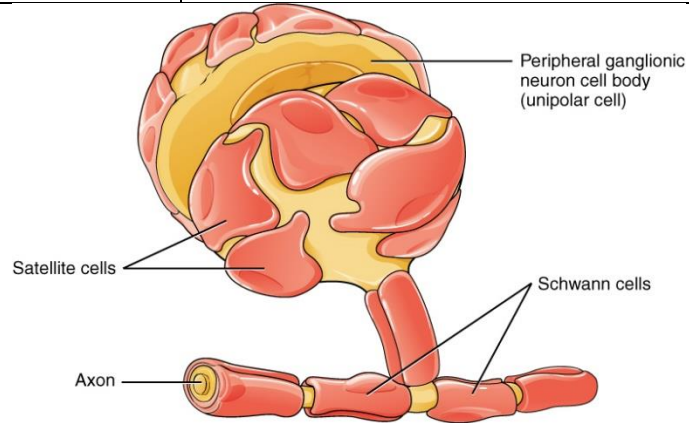


### 周围神经系统的神经胶质细胞

施旺氏细胞 (Schwann cell)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 又称神经膜细胞 (neurolemmal cell)，它包卷在神经纤维轴突的周围，形成髓鞘和神经膜</li> <li>• 在神经纤维的再生中起诱导作用</li> </ul>
----------------------	---

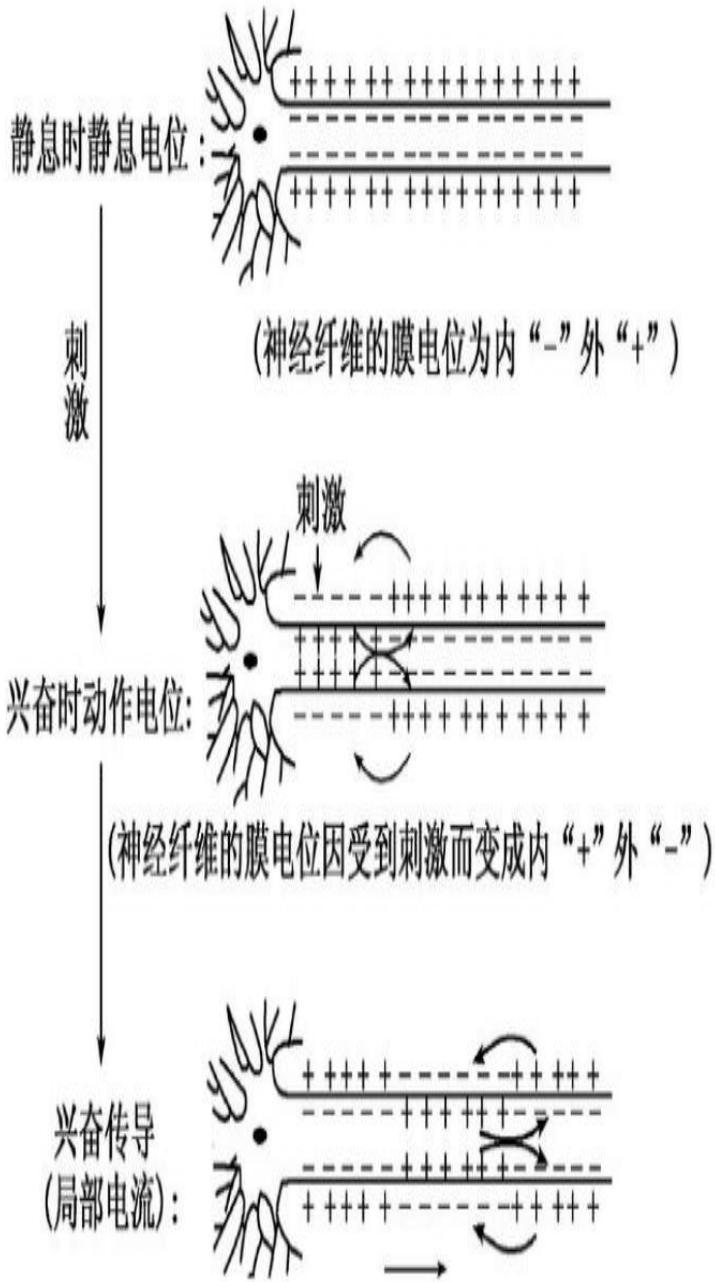
卫星细胞 (Satellite cell)

- 卫星细胞是包绕在神经节细胞周围的一层扁平形细胞
- 它具有营养和保护神经节细胞的功能



SJUEC.COM

# 兴奋在神经纤维上的传导



静息状态：

$\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ 细胞膜内外浓度的分别

离子通道决定流动的情况：

$\text{Na}^+$	外高内低，倾向于内流
$\text{K}^+$	外低内高，可以外流

膜内侧含较多负离子 → 膜电位为“外正内负”

兴奋状态：

兴奋部分， $\text{Na}^+$  通透性增大， $\text{Na}^+$ 大量内流 → 局部膜电位为“外负内正”

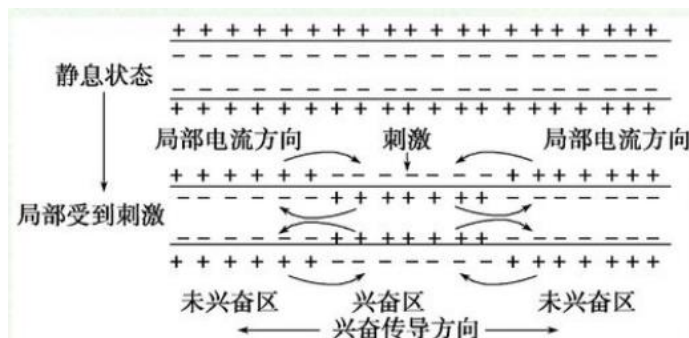
传导过程：

兴奋部分与未受刺激的未兴奋部位形成局部电流（电位差）

电流方向：

膜外	未兴奋部位 → 兴奋部位
膜内	兴奋部位 → 未兴奋部位

- 兴奋依照兴奋部位 → 未兴奋部位局部电流形式在膜表面连续进行，即为兴奋传导，即兴奋以膜电位变化（电信号）形式在神经元上传导
  - 神经纤维中部受到刺激时，（在离体情况下）兴奋为双向传导



- 在反射弧中，神经纤维上的兴奋为单向传导

- 动作电位持续的时间很短，大约 0.5 毫秒，之后， $\text{Na}^+$ 通道迅速关闭， $\text{Na}^+$ 内流减少， $\text{K}^+$ 外流增加，膜电位回复到静息水平
- 动作电位在髓鞘神经纤维中作“跳跃传导”，从一个朗飞氏结传导下一个朗飞氏结，传导速度比无髓鞘神经纤维快得多

传导(conduction)	神经冲动在一个神经元范围内传送
传递(transmission)	神经冲动由一个神经元传到另一个神经元
突触(synapse)	所有神经元之间的信息传递

### 突触(Synapse)

突触间隙 (synaptic cleft)	与细胞外液具相同离子
突触前膜 (presynaptic membrane)	轴突末端突触小体(synaptic knob)的膜
突触后膜 (postsynaptic membrane)	突触后另一神经元与前膜对应部分

- 神经元间兴奋传导模式

突触小体含有大量的突触小泡和线粒体，内含有神经递质(neurotransmitter)

当神经冲动通过轴突传导到突触小体时



$\text{Ca}^{2+}$ 进入突触前膜梢内  $\text{Ca}^{2+}$  - CaM 复合物，激活蛋白激酶 II，突触蛋白激酶 I 磷酸化，解除对突触小泡的阻碍



突触小泡中递质释放



递质与突触后膜受体结合



突触后膜离子通道开放



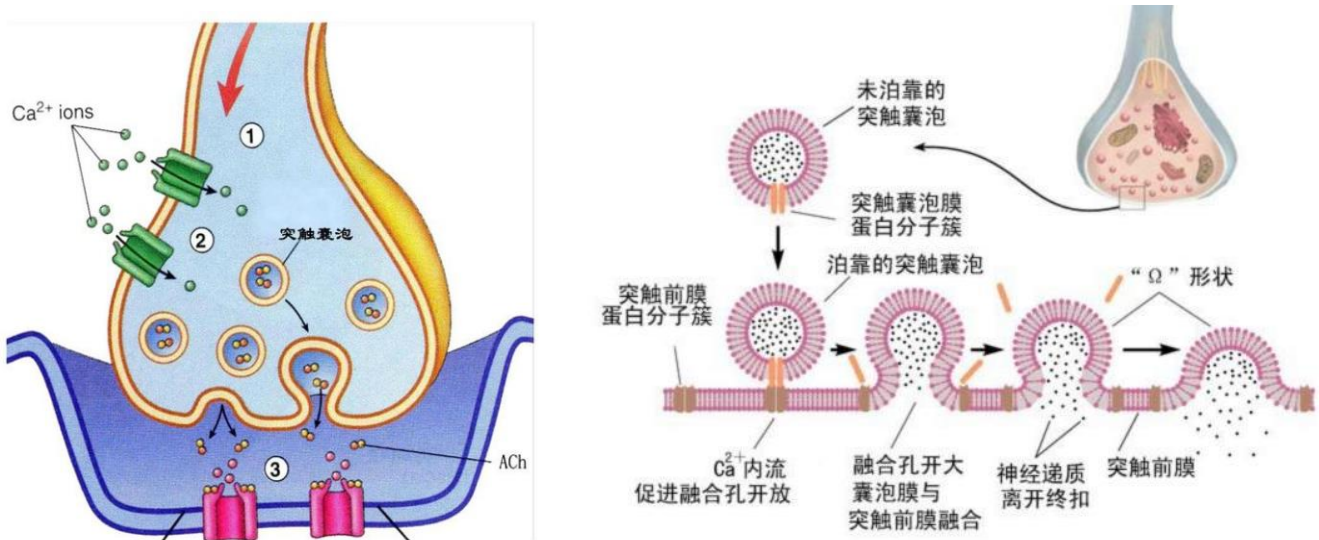
离子跨膜运动



## 突触后电位



下个神经元兴奋或抑制



<p>兴奋性突触</p>	<p>对突触后膜起兴奋作用                  有些药物具有兴奋效应，可刺激脑内神经元连续的兴奋，使服药者十分亢奋，容易激动                  如安非他命和咖啡因</p>
<p>抑制性突触</p>	<p>对突触后膜起抑制作用                  有些药物可干扰神经上的受体，抑制脑内神经冲动的传递，服药后会精神不振、颓丧、昏沉、甚至死亡                  如酒精、镇静剂、安眠药和麻醉剂</p>

### 突触的重要性

- 神经元之间冲动的传递只是单方向的 (感觉神经元 → 联络神经元 → 运动神经元)，使真个神经系统有规律、准确地进行
- 当神经递质在过度刺激下耗尽，突触会疲歇不引起冲动，避免损伤效应器

### 神经系统的组成和功能

- 人体的重要调节机构
- 可分为中枢神经系统和周边神经系统

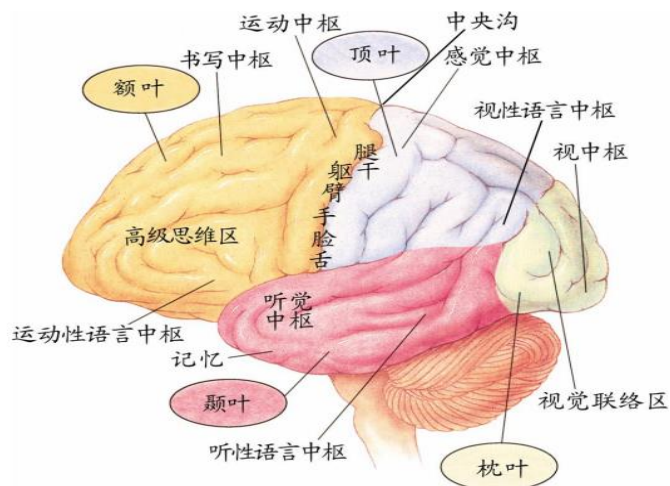
<p>中枢神经系统(Central nervous system)</p>	<p>由脑和脊髓组成，分别位于颅腔和椎管内</p>
---------------------------------------	---------------------------



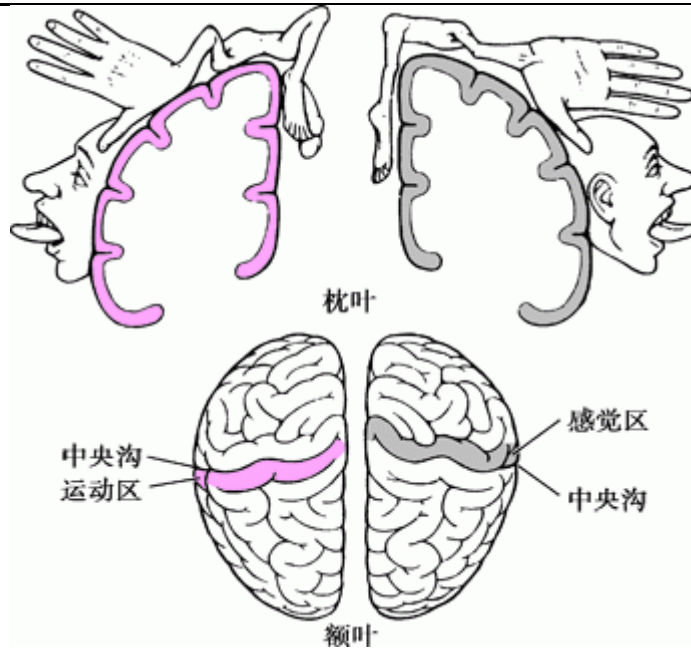
大脑

- 大脑分左右大脑半球，每个半球表面覆一层灰质，叫大脑皮层（大脑皮质），里面是髓质（白质）。
- 髓质里埋藏一些灰质核团(mass of gray matter)，叫基底神经节(basal ganglia)
- 左右大脑半球内部的腔隙是侧脑室
- 大脑皮层是神经细胞的集中部分，厚 2 ~ 3mm，它有精细的分层构筑，约含 140 亿个神经细胞
- 皮层有许多沟(sulcus)和回(gyrus)，使大脑皮层表面积达 2,200cm<sup>2</sup>
- 大脑皮层可分为额叶(frontal lobe)、顶叶(parietal lobe)、枕叶(occipital lobe)、颞叶(temporal lobe)

额叶	智慧、思想、记忆、幻想力
顶叶	中央沟前和运动有关；中央沟后和躯体、皮肤、肌肉感觉有关
枕叶	视觉中枢
颞叶	听、味、嗅觉的集中部位



- 大脑皮层的协调区(association area)，译析和储存输入的讯息，协助运动区和感觉区的活动



- 来自左右大脑半球的神经束在延髓互相交叉，造成右大脑半球支配躯体的左部分，而左大脑半球则支配躯体的右部

小脑

- 有许多平行的浅沟
- 外层灰质，内层白质
- 协调骨骼肌运动、维持身体平衡功能

间脑

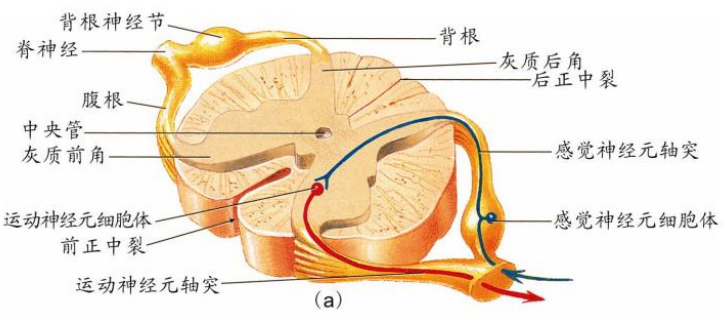
- 主要由丘脑 (thalamus)、下丘脑 (hypothalamus) 和中间第三脑室 (third ventricle) 组成

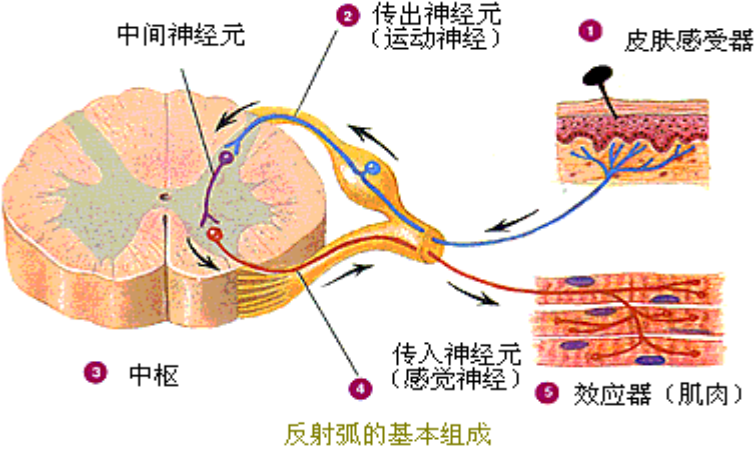
丘脑	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 感觉神经在传入大脑前经过丘脑改换神经元</li> <li>• 有协调作用</li> </ul>
下丘脑	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 睡眠、吃、喝、体温、体内渗透压等调节中枢</li> </ul>
松果体 (pineal body)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 内分泌或视觉有关</li> </ul>
脑垂腺	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 主宰体内分泌</li> </ul>

脑干

- 可分为中脑、脑桥和延髓，是大部分脑神经的发源地

中脑	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 位于间脑和脑桥之间</li> <li>• 是视觉和听觉的反射中枢</li> </ul>
脑桥	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 位于中脑和延髓之间</li> <li>• 协助大脑和小脑的协调</li> </ul>
延髓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 连接脑桥和脊髓</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 是控制中枢如呼吸、循环、吞咽、呕吐、消化液分泌等</li> </ul>				
		脑室	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 脑内部的空隙</li> </ul>				
		脑脊液	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 填满脑室</li> <li>• 有滋养神经组织、调整颅内压、保护脑壳免受振荡的作用</li> <li>• 由第三脑室和第四脑室顶的脉络丛(choroid plexus)所分泌</li> </ul>				
	脊髓		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 由灰质和白质组成</li> </ul> <table border="1"> <tr> <td>灰质</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 神经元细胞体集中的地方</li> <li>• 两侧灰质向前后形成前角和后角</li> <li>• 在胸腰段和骶段前后角之间还有侧角</li> <li>• 前角联系腹根，跟运动有关，后角联系背根，跟感觉有关</li> <li>• 侧角跟自主神经有关。</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>白质</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 白质在灰质周围，由神经纤维集合而成</li> <li>• 神经纤维外面的髓鞘含有丰富的类脂，呈白色，所以神经纤维也呈白色</li> <li>• 白质里有许多上下行的纤维束，是脊髓和脑之间上行、下达的传导通路</li> <li>• 紧贴灰质的薄层白质，只局限在脊髓里传导，叫固有束</li> </ul> </td> </tr> </table>	灰质	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 神经元细胞体集中的地方</li> <li>• 两侧灰质向前后形成前角和后角</li> <li>• 在胸腰段和骶段前后角之间还有侧角</li> <li>• 前角联系腹根，跟运动有关，后角联系背根，跟感觉有关</li> <li>• 侧角跟自主神经有关。</li> </ul>	白质	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 白质在灰质周围，由神经纤维集合而成</li> <li>• 神经纤维外面的髓鞘含有丰富的类脂，呈白色，所以神经纤维也呈白色</li> <li>• 白质里有许多上下行的纤维束，是脊髓和脑之间上行、下达的传导通路</li> <li>• 紧贴灰质的薄层白质，只局限在脊髓里传导，叫固有束</li> </ul>
灰质	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 神经元细胞体集中的地方</li> <li>• 两侧灰质向前后形成前角和后角</li> <li>• 在胸腰段和骶段前后角之间还有侧角</li> <li>• 前角联系腹根，跟运动有关，后角联系背根，跟感觉有关</li> <li>• 侧角跟自主神经有关。</li> </ul>						
白质	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 白质在灰质周围，由神经纤维集合而成</li> <li>• 神经纤维外面的髓鞘含有丰富的类脂，呈白色，所以神经纤维也呈白色</li> <li>• 白质里有许多上下行的纤维束，是脊髓和脑之间上行、下达的传导通路</li> <li>• 紧贴灰质的薄层白质，只局限在脊髓里传导，叫固有束</li> </ul>						
		 <p>背根神经节 脊神经 腹根 中央管 灰质前角 运动神经元细胞体 前正中裂 运动神经元轴突 背根 灰质后角 后正中裂 感觉神经元轴突 感觉神经元细胞体</p> <p>(a)</p>					
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 脊髓的功能有两个方面：</li> <li>• i. 传导机能 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 脊髓的白质是完成传导机能的重要结构。躯干的深、浅部感觉和大部分内脏感觉，都通过脊髓传导到脑</li> </ul> </li> </ul>				

		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 脑对躯干和四肢的管理要通过脊髓才能完成；脑对内脏活动的调节，一部分也要通过脊髓</li> <li>● ii.反射机能 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 脊髓还能完成躯体运动和内脏活动的一些基本反射活动，如维持肌紧张的牵张反射，带有防御性质的屈肌反射和对侧伸肌反射以及内脏活动中的初级反射、发汗反射、排尿反射、排便反射、勃起反射和血管张力反射</li> <li>○ 在正常情况下，脊髓反射活动总是在脑的控制下进行</li> </ul> </li> </ul>  <p style="text-align: center;">反射弧的基本组成</p>
周边神经系统 (Peripheral nervous system)	脑神经 (cranial nerve)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 由脑伸延出来，有 12 对，主要分布于头颈部的感觉器官</li> </ul>
	脊神经 (spinal nerve)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 脊神经与脊椎相连，有 31 对</li> <li>● 背根内有感觉神经元，其中感觉神经元的细胞体组成背根神经节(dorsal root ganglion)</li> <li>● 主要功能将神经冲动由接受器传导脊髓</li> <li>● 腹根由运动神经元组成，负责传送脊髓的神经冲动到效应器</li> </ul>

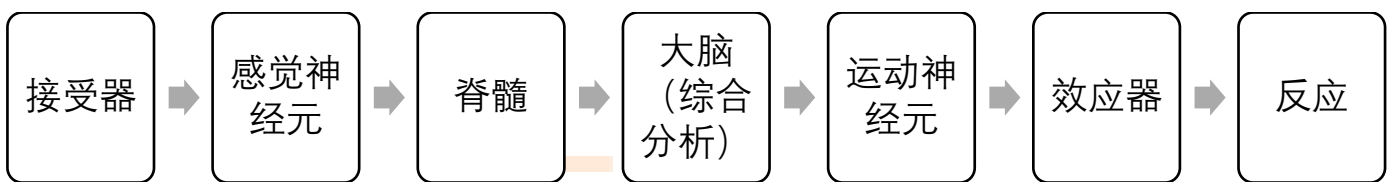
### 自主神经系统(Autonomic nervous system)

- 支配着各种内脏器官活动的运动神经，包括交感神经(sympathetic)和副交感神经(parasympathetic)
- 分布在心肌，全身各内脏器官（包括血管）的平滑肌和腺体
- 调节机体的营养、呼吸、分泌、生长和繁殖等生理功能
- 交感神经和副交感神经经同一个内脏器官的作用都是相反的

交感神经		副交感神经
加快	心搏	减慢
上升	血压	下降
收缩	血管	舒张
扩张	气管	收缩
扩大	瞳孔	缩小
促进分泌	汗腺	•
抑制	肠胃活动	促进

### 随意动作

- 由意识产生的自发活动



### 反射动作

- 反应是无意识和非随意的
- 可迅速保护身体，避免受到伤害
- 可分为非条件反射(unconditioned reflex)和条件反射(conditioned reflex)

非条件反射	发育过程中的本能行为	
	躯体反射 (somatic reflex)	属于髓反射(spinal reflex) 包括惊吓防御反射、握物反射、膝反射 可通过上下行纤维束于脑联系（可受大脑控制）引起随意的兴奋或抑制性反射动作
	自主反射 (autonomic reflex)	自主神经和脊神经的腹根相连，可引起内脏反射活动 如眨眼、流泪、分泌唾液、心跳反射等
条件反射	是个体生活中逐渐形成的反应 短暂、易变、适应性较强的反射动作 助于生活中的学习、习惯的培养、行为的改善 俄国生理学家巴甫洛夫(Pavlov)的实验	

1. Before Conditioning

2. Before Conditioning

3. During Conditioning

4. After Conditioning

©2006 HowStuffWorks

- 当狗进食时，食物是初级刺激（非条件刺激），刺激大脑皮层形成兴奋区，分泌唾液
- 在进食时伴有铃响，铃声是次级刺激，同样引起大脑兴奋区
- 多次后，这两个兴奋区在大脑皮层互相叠合，使狗在铃响单独刺激下，也能引起唾液分泌

### 非条件反射与条件反射的区别

	非条件反射	条件反射
形成	生下来就有	在生活中形成
刺激物	具体实物直接刺激引起的（如食物、奶头等）	具体信号刺激引起的（如光、声、气味、颜色、形状等）
建立	不需附加任何条件就可以建立起来	要建立在非条件反射基础上
神经联系	固定联系，终生不变	暂时联系，可消失
神经中枢	反射弧不通过大脑皮层，由大脑皮层以下各种中枢参加，是较低级的神经调节方式	反射弧通过大脑皮层，是大脑皮层的高级功能
意义	只适应固定不变的环境	能提高对环境的适应能力，能适应多变的环境
例子	狗吃到食物分泌唾液	狗看到、嗅到食物或听到铃声会分泌唾液