

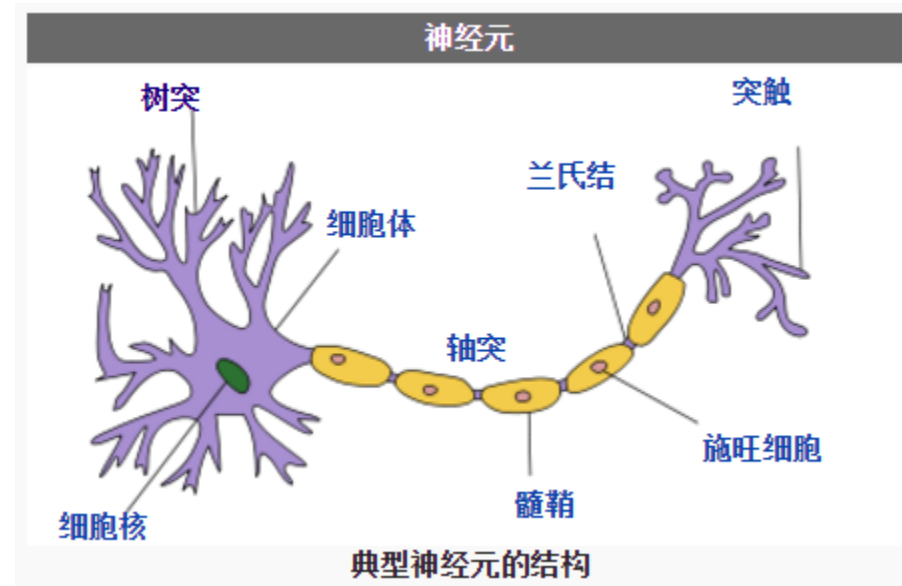
# From Neuron, Nervous System to Brain

神经元, 神经系统 and 大脑

# 神经元 (neuron)

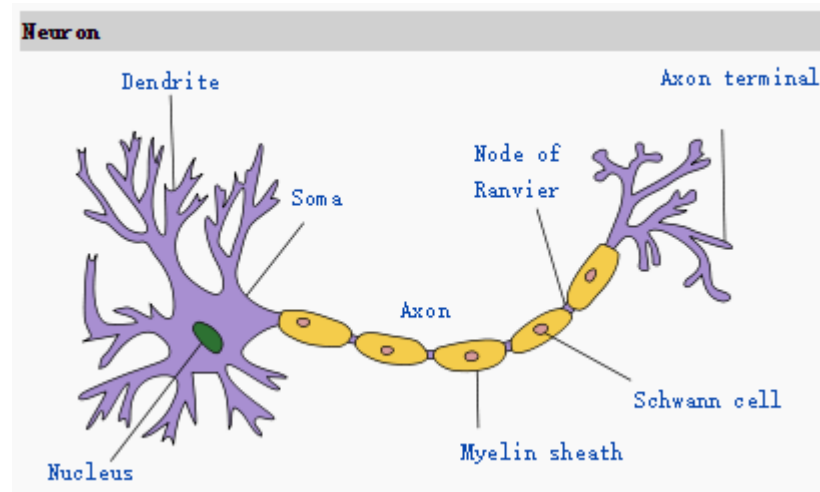
- 神经元 (neuron)，又名神经原或神经细胞 (nerve cell)，是神经系统的结构与功能单位之一。
- 神经元占了神经系统约10%，其他大部分由胶状细胞 (neuroglial cell) 所构成。
- 由树突、轴突、髓鞘、细胞核组成。传递形成电流，在其尾端为受体，借由化学物质传导(多巴胺、乙酰胆碱)，在适当的量传递后在两个突触间形成电流传导。

- <https://en.wikipedia.org/wiki/Neuron>

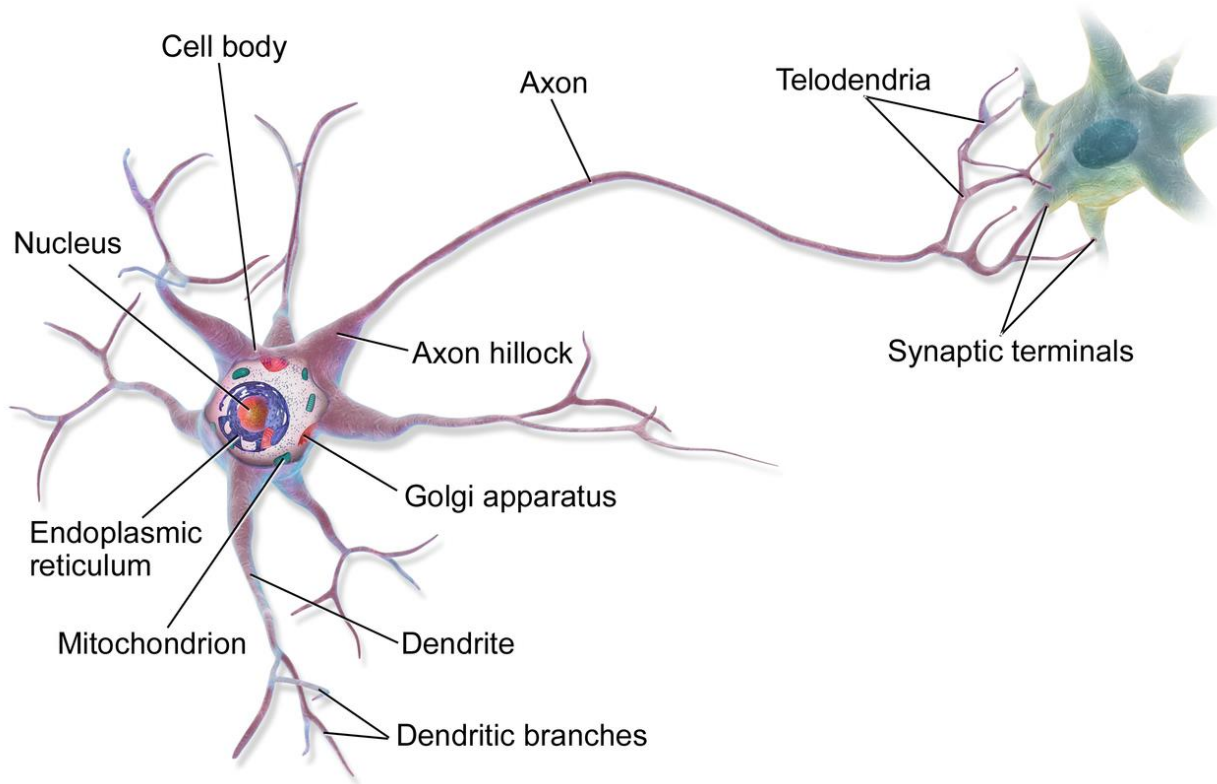


# 神经元结构

- 神经元形态与功能多种多样，但结构上大致都可分成细胞体（cell body, or soma）和神经突两部分。
- 神经突又分树突（Dendrites）和轴突（Axon）两种。轴突往往很长，由细胞的轴丘（axon hillock）分出，其直径均匀，开始一段称为始段，离开细胞体若干距离后始获得髓鞘，成为神经纤维。
- 不论是何种神经元，皆可分成：
  - 接收区（receptive zone）
  - 触发区（trigger zone）
  - 传导区（conducting zone）
  - 输出区（output zone）



# 神经突出 ( synapse )



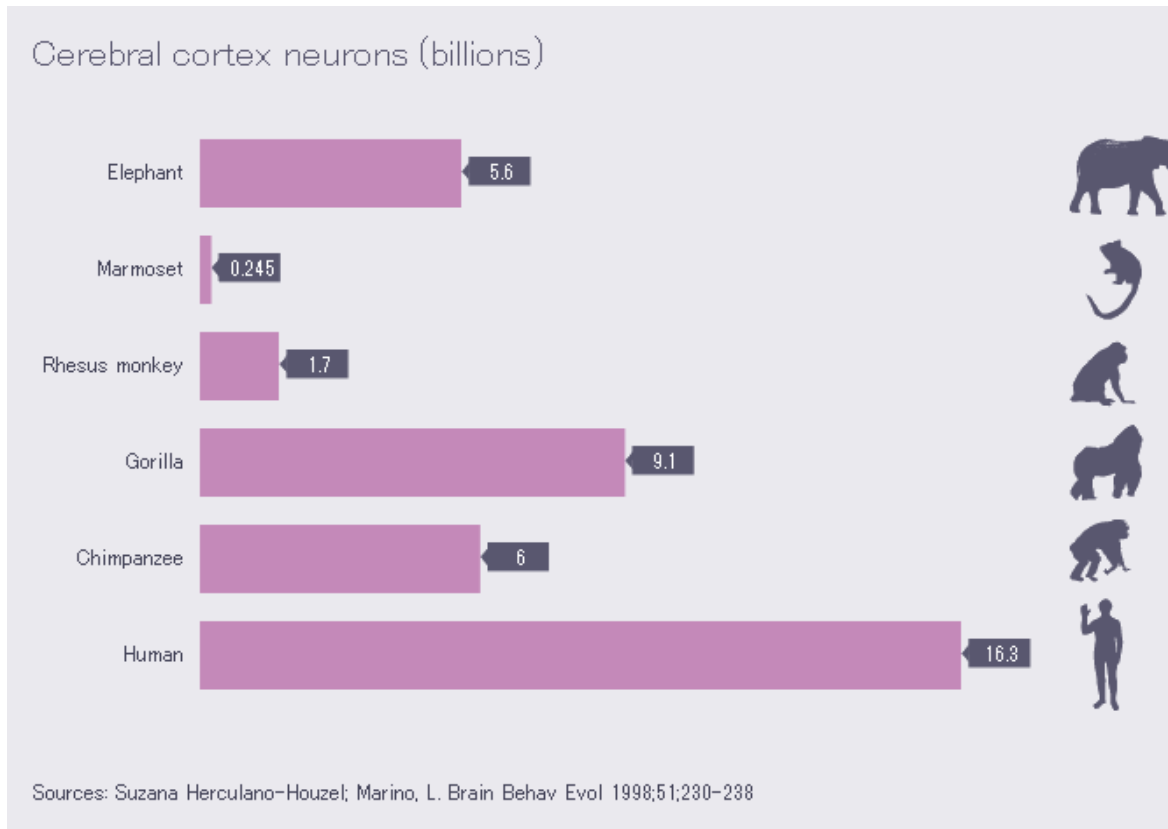
<https://en.wikipedia.org/wiki/Synapse>

- Synaptic signals from other neurons are received by the soma and dendrites; signals to other neurons are transmitted by the axon. A typical synapse, then, is a contact between the axon of one neuron and a dendrite or soma of another.
- Synaptic signals may be **excitatory** or **inhibitory**. If the net excitation received by a neuron over a short period of time is large enough, the neuron generates a brief pulse called an action potential, which originates at the soma and propagates rapidly along the axon, activating synapses onto other neurons as it goes.
- The **“all-or-none”** character of nervous activity.

# 生物神经网络

- 生物神经网络（Biological Neural Networks）是与人工神经网络（Artificial neural network）相对应的。
- 一般指生物的神经元等组成的网络，用于产生生物的意识，帮助生物进行判断和行动。
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Biological\\_neural\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Biological_neural_network)

# 神经元和神经系统演化



- 前**寒武纪**新元古代的腔肠动物已拥有神经元和突触的弥散的**神经网络**。
- 寒武纪（Cambrian），距今约5亿4千1百万年前—4亿8千8百万年。
- [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_animals\\_by\\_number\\_of\\_neurons](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_animals_by_number_of_neurons)
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Neuron>

# 神经系统 (Nervous system)

- 神经系统是由神经元这种特化细胞的网络所构成的，在身体的不同部位间传递讯号。
- 神经系统包括中枢神经系统的神经元（包含脑部）与周围神经系统（peripheral nervous system, PNS）。
- 动物通过神经系统和内分泌系统的作用，来自主应付环境的变化。
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Nervous\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Nervous_system)

# 中枢神经系统1 (Central Nervous System)

- 中枢神经系统 (Central Nervous System, CNS) 由中间神经元组成。
  - 中枢神经系统的中间神经元大部分为抑制性神经元，使用 GABA或甘氨酸作为神经传导物质。
  - 少部分的兴奋性中间神经元则使用麸氨酸作为神经传导物质，这类中间神经元亦会释放乙酰胆碱之类的调节物质 (neuromodulators) 。
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Interneuron>



# 中枢神经系统2 (Central Nervous System)

- 中间神经元中包含感觉(sensory)神经元及运动(motor)神经元，它们借由其他中间(associate)神经元连接至脑部。
  - 这种连接方式目的在于帮助脑部集中较高注意力或接收重要感觉讯息，而忽略行为上不相关，或是未改变的感觉讯息，比如背部靠在椅子上的感觉。
- Kandel, Eric R., James H. Schwartz, and Thomas M. Jessell, eds.  
**Principles of neural science.** Vol. 4. New York: McGraw-hill, 2000.

# 大脑 (Brain)

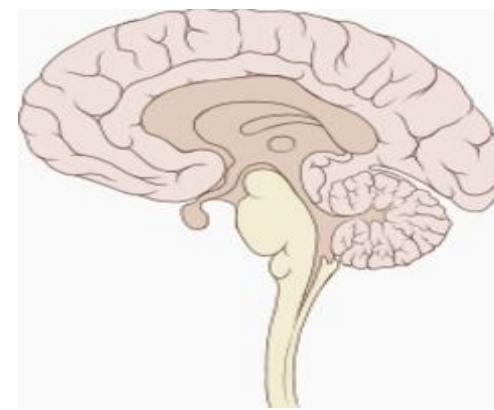
- 大脑是由称为神经元的神经细胞所组成的神经系统控制中心，是所有脊椎动物和大部分无脊椎动物都具有的一个器官。
- 只有少数的无脊椎动物没有脑，例如海绵、水母、成年的海鞘与海星，它们以分散或者局部的神经网络代替。
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Brain>

进化论从没有说过智慧是演化的最高形式，也没有说过智慧是演化的最终产物。而是说，体型，力量，速度，敏捷，硬壳，狂牙利爪，智慧，毒性等等属性都是生存之道，每一种都可能会出现其中的佼佼者。



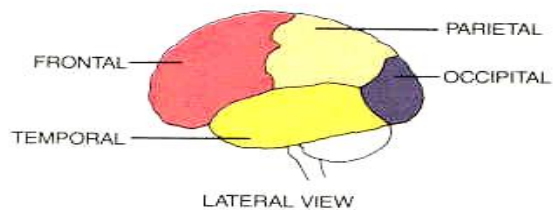
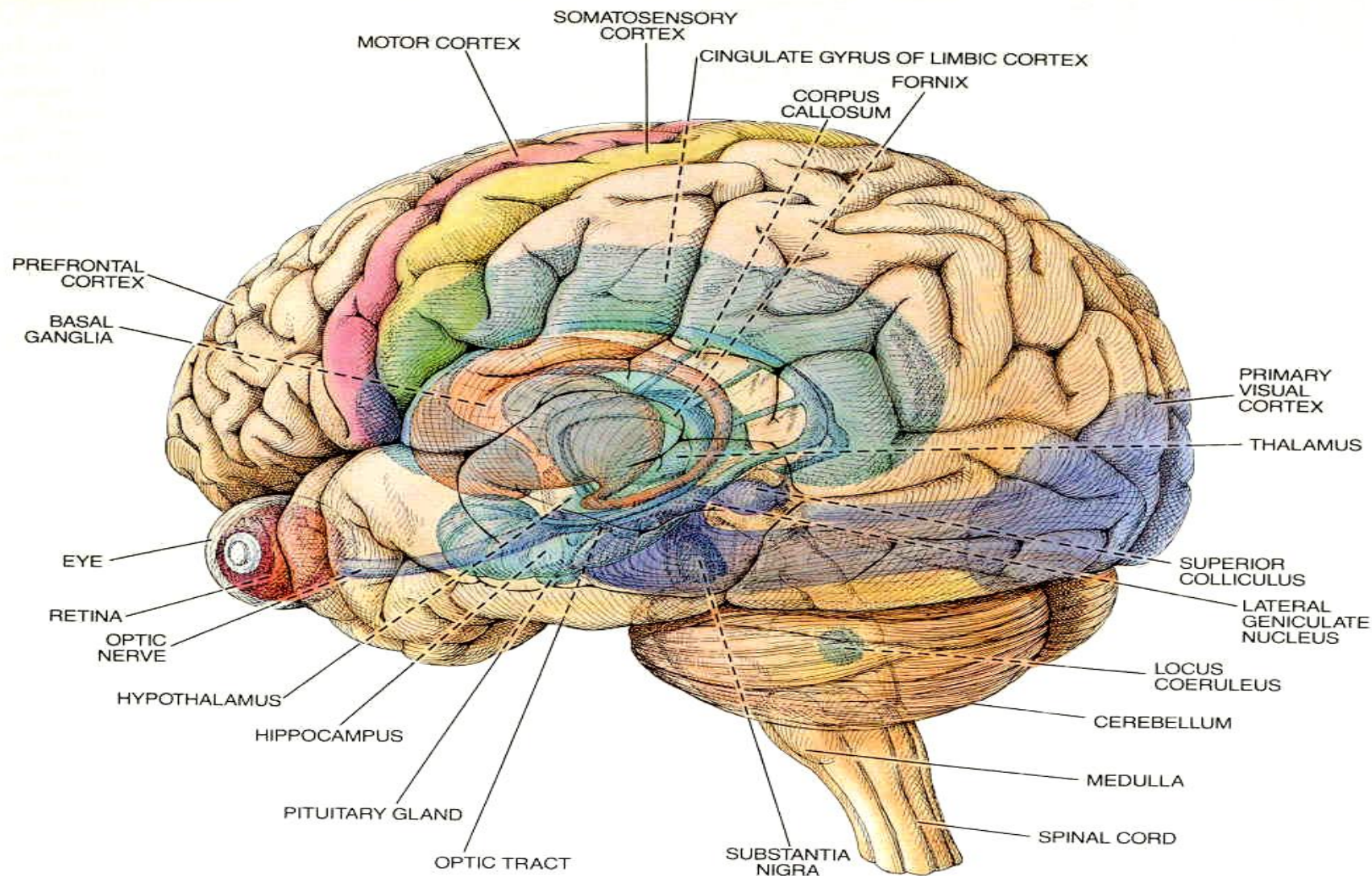
# 人脑 (Human\_Brain)

- 人脑占头盖内腔的大部分。约占成年人体重的2%即1.2 ~ 1.6公斤。人脑的重量男性比女性稍大，并与体重无关。
- 人脑质量仅占体重2%左右，但血液循环量占心排出量的20%，氧气消费量占全身的20%，葡萄糖的消耗量占全身的25%。
- 人脑含有约860亿个神经元，还有大致850亿个非神经细胞。在大脑皮层(cortex) 约160亿个神经元，小脑有690亿个神经元。
- 人脑的神经元一般只与周围几千个神经元相连接，彼此能够传导电信号。
- 人脑是一个产生**意识**、**思想**和**情感**的器官：我即大脑。
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Human\\_brain](https://en.wikipedia.org/wiki/Human_brain)



# 脑的演化

- 人的大脑都包含着数亿年生物进化累积的成果
- 在近3亿年前，所有哺乳动物、鱼类、鸟类、两栖类、爬行动物都有一套类似的脑结构，类似的区域执行类似的功能，每类动物都有类似的优势
- 所有脊椎动物的大脑的进化是自下而上的，较低的区域是进化意义上最古老的，顶层是最新。
- 脑干（生命的潜意识） → 小脑（控制肢体动作） → 基底核（控制习惯） → 边缘系统（控制情绪和一些动作） → 大脑皮层（记忆、思想和意识） → 脑灰质褶皱 \ 新皮层



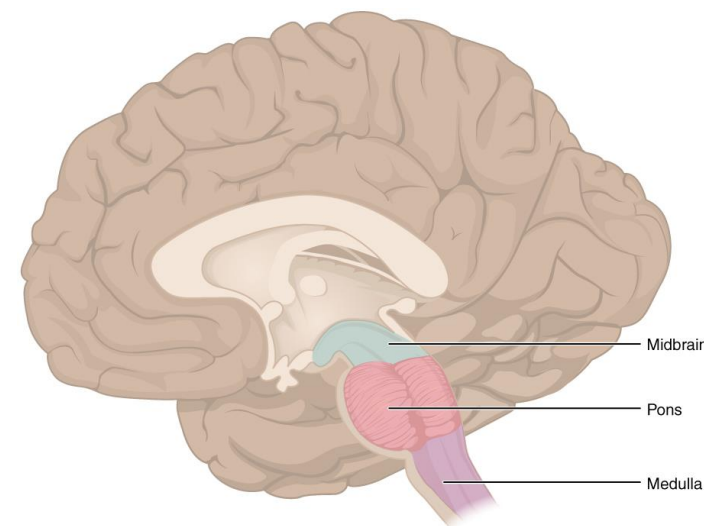
# 人脑结构

The Brain: Organ of the Mind



# 脑干 (Brainstem)

- 人脑除了大脑，小脑，间脑以外的区域，合称脑干。
- 由中脑 (midbrain)、脑桥 (pons)、延髓 (medulla) 三部分组成。
- 上接间脑、下接脊髓。位于大脑下方，小脑前方。
- 它负责调节复杂的反射活动，包括调节呼吸作用、心跳、血压等，对维持机体生命有重要意义。
- 只有呼吸是可以被意识与无意识系统同时控制
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Brainstem>



# 小脑 (Cerebellum)

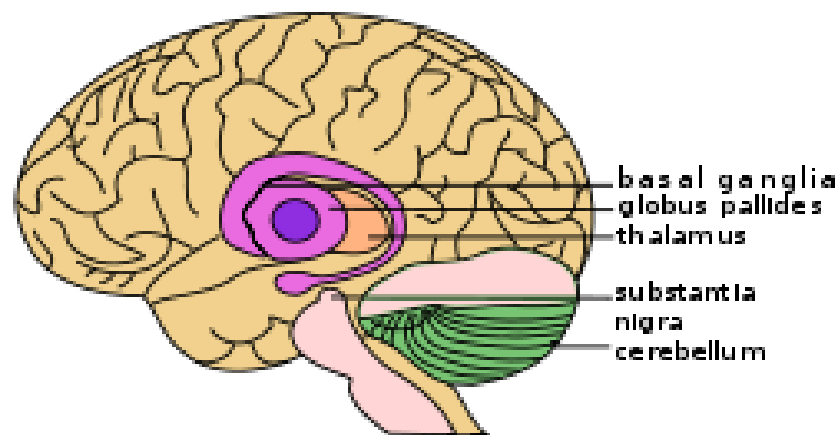
- 小脑有690亿个神经元。
- 小脑通过丘脑等通路与大脑皮层相连，从而起到支配运动协调性的作用
- 由于小脑的功能是“微调”运动技能，所以小脑的损伤不会带来诸如瘫痪的严重症状，但是会导致精细动作技能、平衡能力、姿势和动作学习 方面的症状。
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Cerebellum>

# 基底核 (Basal ganglia)

- 基底核（基底神经节）是大脑深部一系列神经核团组成的功能整体。它位于大脑皮质底下，一群运动神经核的统称，与大脑皮层，丘脑和脑干相连。
- 目前所知其主要功能为自主运动的控制、整合调节细致的意识活动和运动反应。

- [https://en.wikipedia.org/wiki/Basal\\_ganglia](https://en.wikipedia.org/wiki/Basal_ganglia)

Basal Ganglia and Related Structures of the Brain





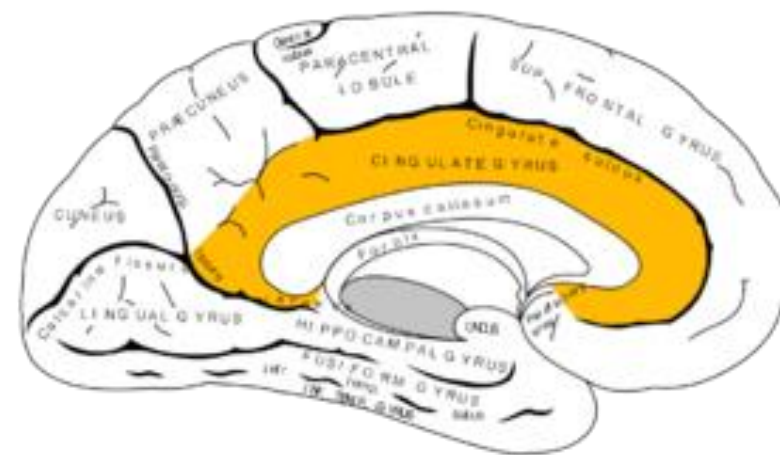
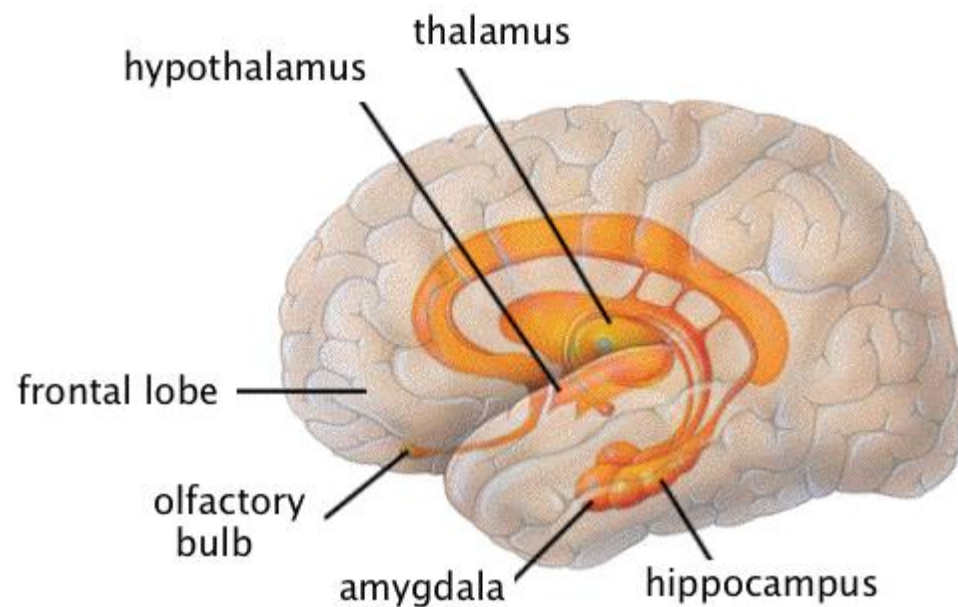
# 边缘系统（Limbic System）

- 边缘系统（Limbic System）指包含海马体（Hippocampus）及杏仁体（Amygdala）在内，功能例如情绪、行为及长期记忆的大脑结构。
- 杏仁体：涉及指令刺激性的重要皮质刺激，例如关于报仇及恐惧
- 海马体：是形成长期记忆的必要部分。
- 扣带回：调整心跳、血压，以及处理认知及注意力的自律功能。
- 穹隆：把讯号由海马体传至乳头状体及中隔内核。
- 下丘脑：经由激素的产生及释放，使自律神经系统变得规律。影响及调整心跳、血压、饥饿、口渴以及睡眠节率。
- 丘脑：大脑皮质的“中转站”。

[https://en.wikipedia.org/wiki/Limbic\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Limbic_system)

# 边缘系统 (Limbic System)

- 扣带回：调整心跳、血压，以及处理认知及注意力的自律功能。



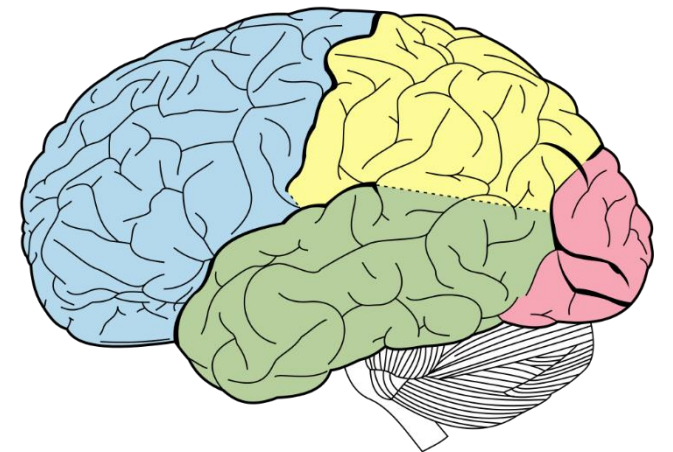
# 丘脑 (Thalamus)

- 丘脑与大脑皮质，脑干，小脑，脊髓等联络，负责感觉的中继，控制运动等。
- 人类的丘脑基本上是两个球形的结构，各长约5.7厘米，关于中线面对称分布，与两侧第三脑室相邻。
- 各种感觉讯息都经过**视丘**（除了嗅觉之外），再传送到大脑皮质。因此，**视丘**有时被称为**脑的中枢**。
- 嗅觉信息通过嗅球到嗅皮层（梨状皮质）。
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Thalamus>

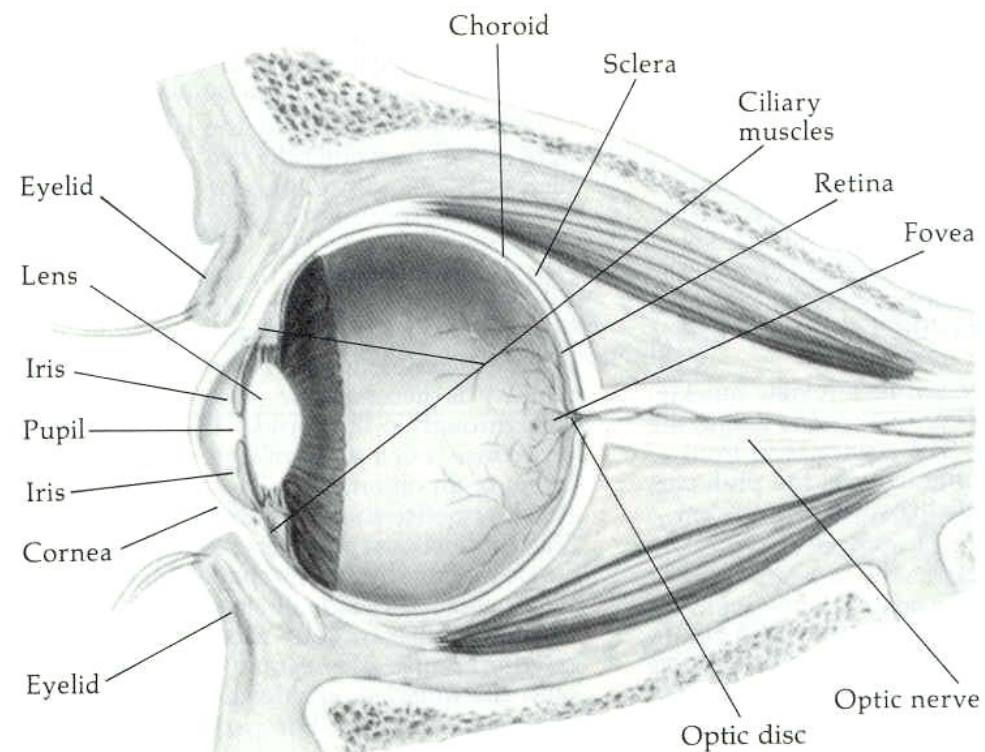
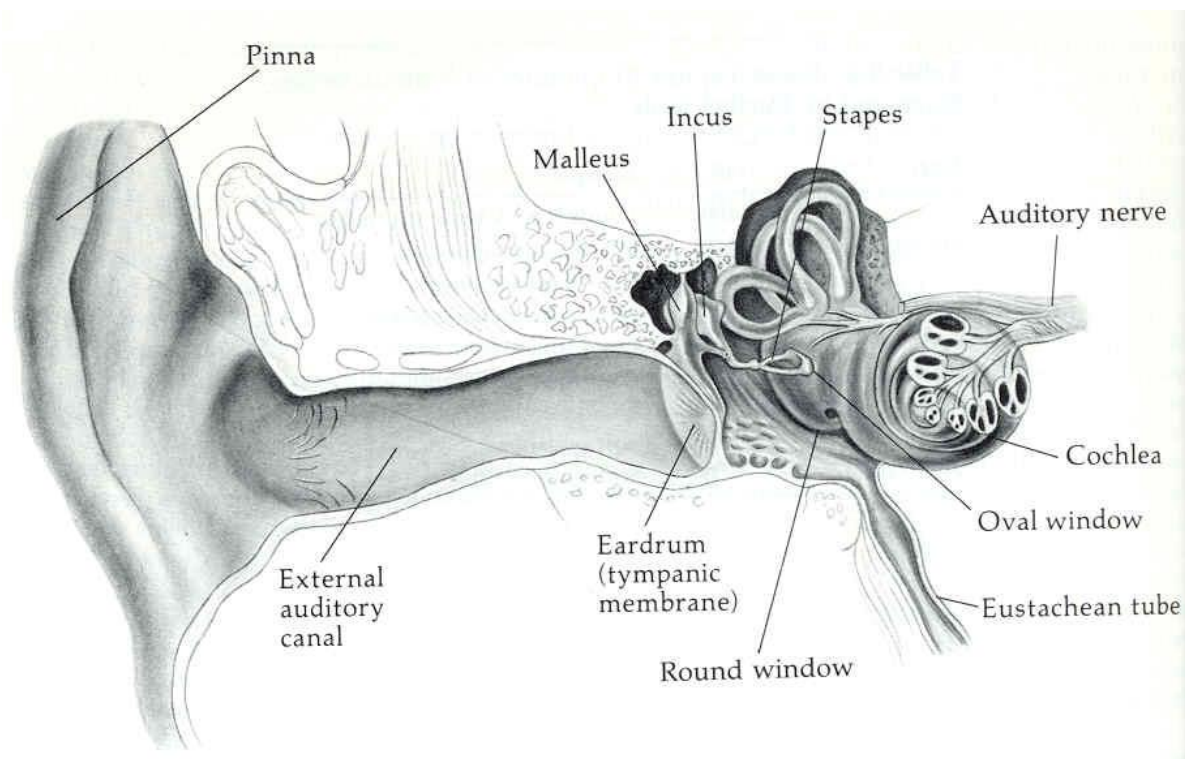
# 大脑皮层 (Cerebral cortex)

- 大脑皮层可以根据总体形态约定，分为四个叶：颞叶，枕叶，顶叶和额叶。这是以保护它们的四个颅骨骨骼命名。
- 大脑皮质连接到各种皮质下结构如丘脑和基底神经节，通过传入连接向他们发送信息，并通过传入连接接收信息。
- 大脑皮层通常被描述为包括三个部分：感觉，运动和关联区域。大多数感觉信息通过丘脑传播到大脑皮质。

- <https://en.wikipedia.org/wiki/Brainstem>



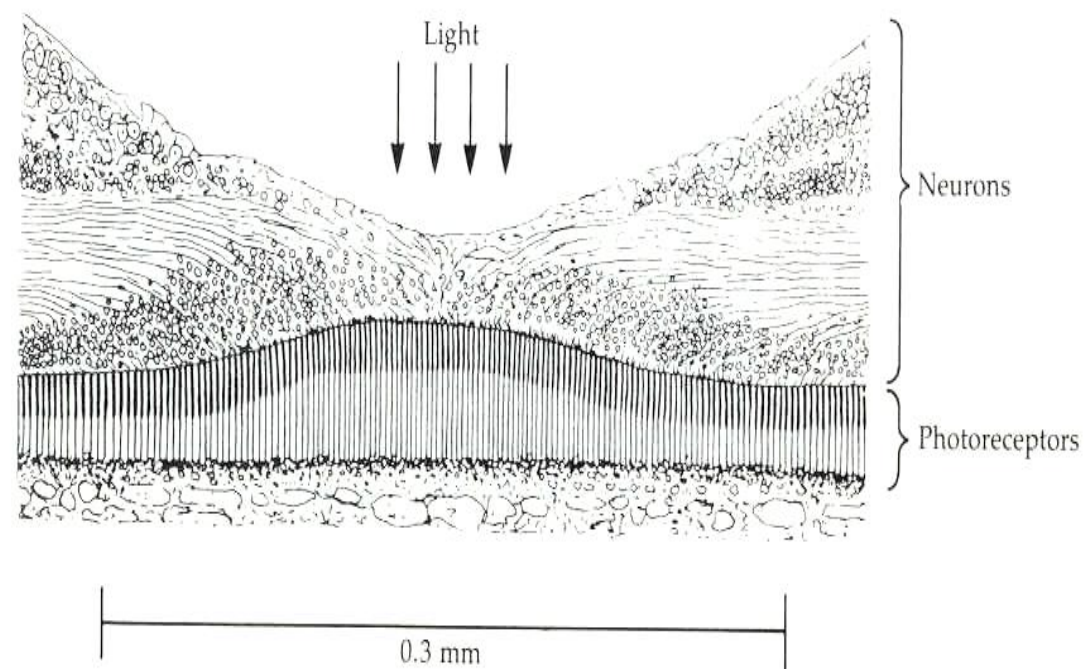
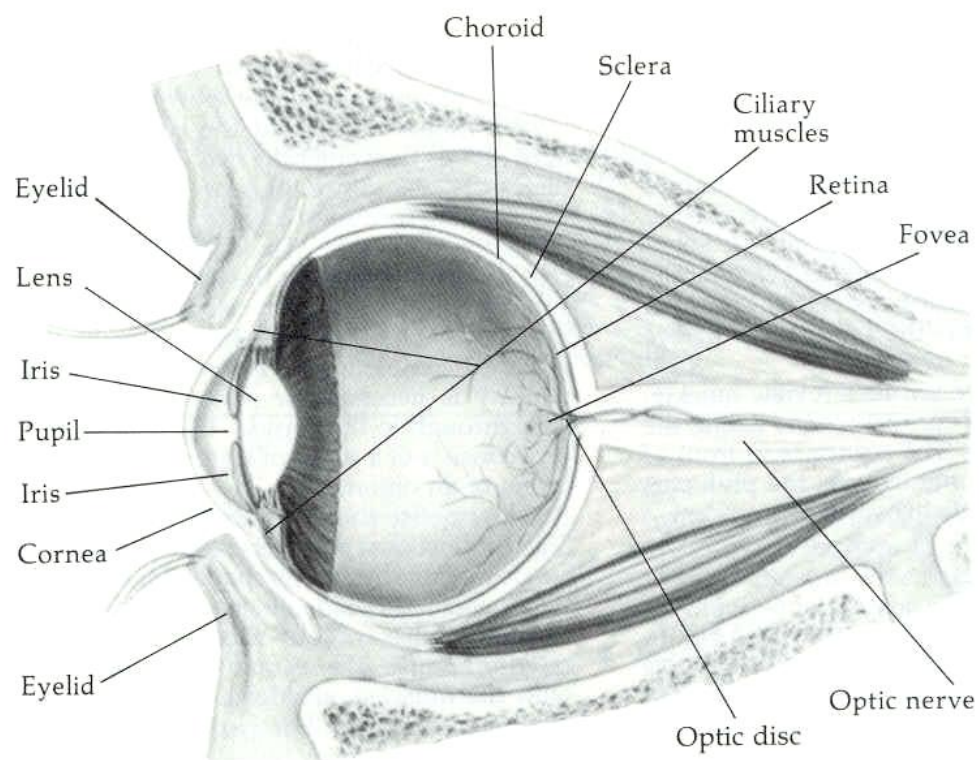
# 感知:入耳、入眼、入心 (与脑)





# 人脑视觉处理系统

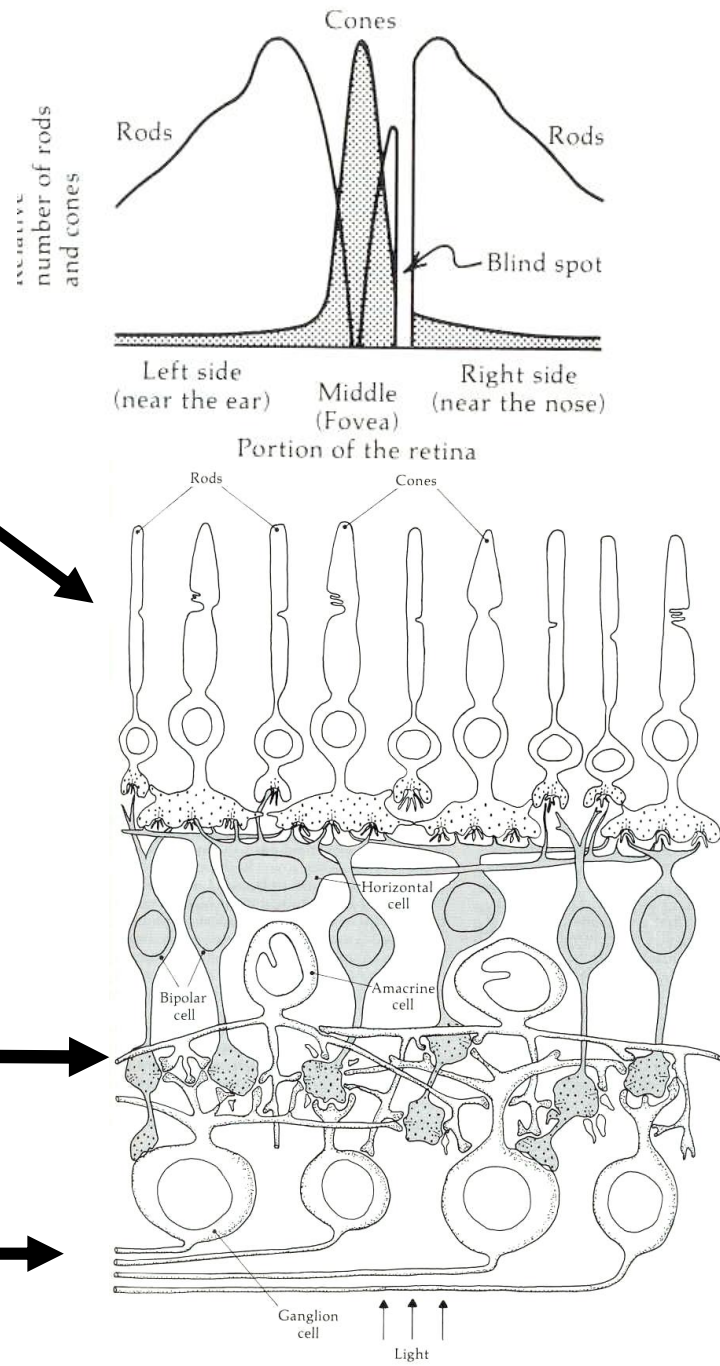
人眼视觉系统的处理从视网膜开始，有色彩处理和黑白光采集和处理系统



# 人脑视觉处理系统

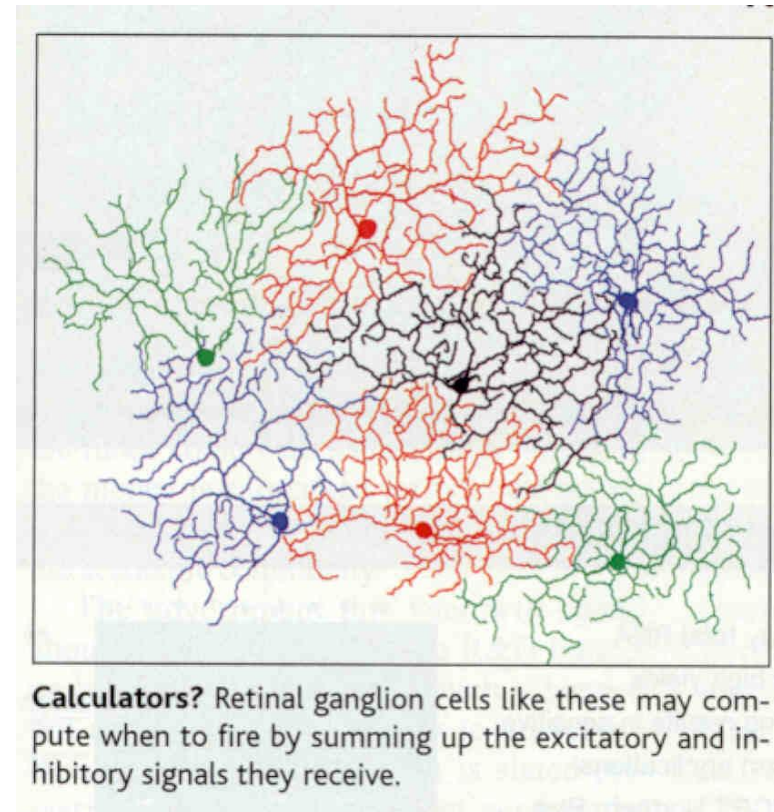
- 视杆细胞 (Rod cells) 负责明暗视觉, 视锥细胞 (Cone cells) 负责彩色视觉。
- 在非常低的光照水平下, 视觉是暗视觉 (Scotopic vision) ——光由视网膜上的视杆细胞检测。
- 在更明亮的光下, 比如白天, 视觉则是亮视觉 (Photopic vision) ——光由负责彩色视觉的视锥细胞检测。
- 色彩处理元素的数量比黑白色少很多 (1亿2千5百万: 6~7百万)。
- 从彩色和黑白受体的信号将进入视网膜神经节细胞。

输出连接



# 视网膜神经节细胞

- 视网膜神经节细胞（Retinal Ganglion cells）被视为初步处理单元（Initial Process Elements）
- 视网膜神经节细胞综合接收到的兴奋信号（excitatory signal）与抑制信号（inhibitory signal），用于计算何时发出激活信号（to fire）。



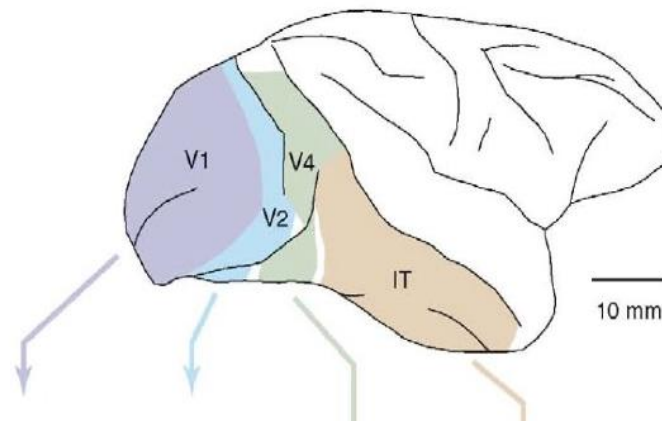
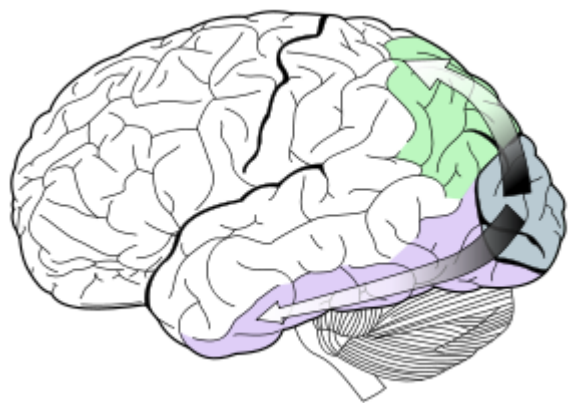
<https://en.wikipedia.org/wiki/Retina>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Retinal\\_ganglion\\_cell](https://en.wikipedia.org/wiki/Retinal_ganglion_cell)



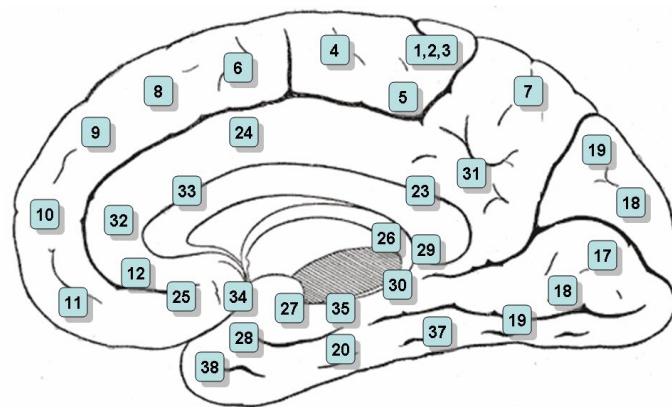
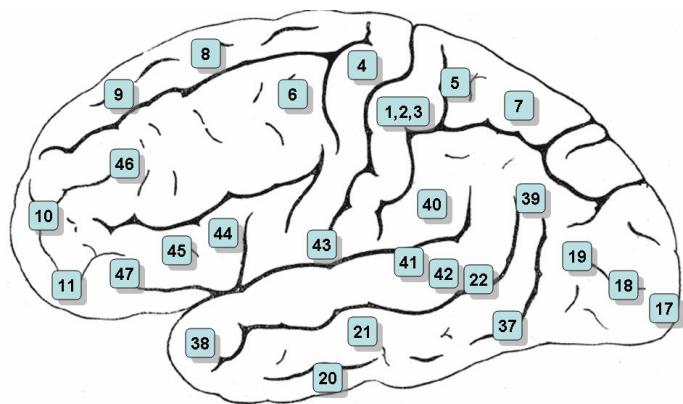
# 视觉皮层 (Visual cortex)

- 视觉皮层是指大脑皮层中主要负责处理视觉信息的部分，位于大脑后部的枕叶。
- 人类的视觉皮层包括初级视皮层 (V1，亦称纹状皮层 (Striate cortex) ) 以及纹外皮层 (Extrastriate cortex，例如V2，V3，V4，V5等) 。
- 大脑的两个半球各有一部分视觉皮层。左半球的视觉皮层从右视野接收信息，而右半球的视觉皮层从左视野接收信息。
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Visual\\_cortex](https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_cortex)



# 布罗德曼分区系统

- 布罗德曼分区是一个根据细胞结构将大脑皮层划分为一系列解剖区域的系统。
- 细胞结构（Cytoarchitecture）（神经解剖学），是指在染色的脑组织中观察到的神经元的组织方式。
- 德国神经科医生科比尼安·布洛德曼（Korbinian Brodmann）最早提出布罗德曼分区。
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Brodmann\\_area](https://en.wikipedia.org/wiki/Brodmann_area)



# 参考书

- Mlodinow, Leonard. Subliminal: How your unconscious mind rules your behavior. Vintage, 2013.
- Duhigg, Charles. The power of habit: Why we do what we do in life and business. Vol. 34. No. 10. Random House, 2012.
- Eagleman, David. "Incognito: The Secret Lives of the Brain.(2011)." New York City: Pantheon.
- Wilson, Edward O. The meaning of human existence. WW Norton & Company, 2014.
- Kegan, Robert, and Lisa Laskow Lahey. An everyone culture: Becoming a deliberately developmental organization. Harvard Business Review Press, 2016.

谢谢！