



南方醫院  
NAN FANG HOSPITAL

影像中心

# 认知心理学/认知神经科学

谭相良

副主任医师、硕士研究生导师





南方醫院  
NAN FANG HOSPITAL

影像中心

# 目 录

一、脑计划

二、脑的结构

三、脑的功能

四、CT、MRI影像学检查方法



脑，又名髓海，深藏于头部，居颅腔之中，其外为头面，内为脑髓，是精髓和神明汇集发明之处，又称为元神之府。

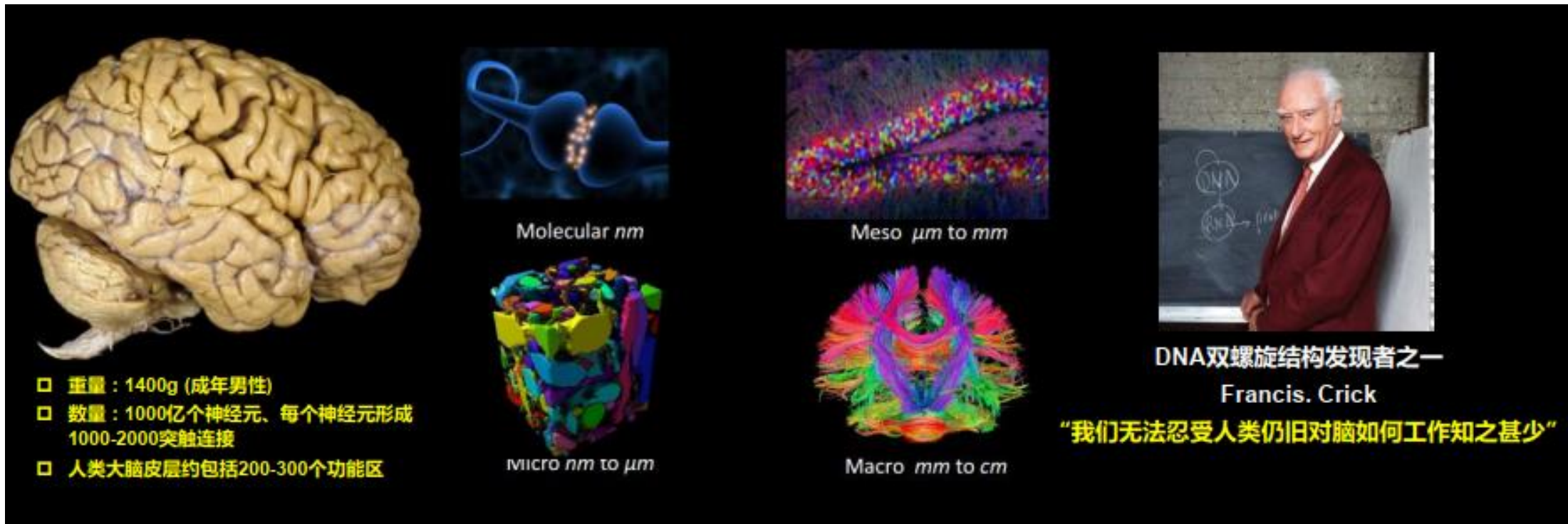
《素问·五藏生成篇》：“诸髓者皆属于脑。”

《灵枢·海论》：“脑为髓之海。”

脑是人体最复杂的器官

一直以来，人们探索宇宙的奥秘，解读生命的密码

时至今日，大脑仍是人类认知的“黑洞”，是人类理解自然和人类本身的“终极疆域”



- 重量：1400g (成年男性)
- 数量：1000亿个神经元、每个神经元形成1000-2000突触连接
- 人类大脑皮层约包括200-300个功能区

DNA双螺旋结构发现者之一  
Francis. Crick

“我们无法忍受人类仍旧对脑如何工作知之甚少”

## 脑疾病引发巨大社会负担

脑疾病有可能影响我们每一个人和我们身边的每一个人

一生中每五个人中至少有一个会受到脑疾病或脑损伤的困扰

脑疾病给家庭、社会、经济带来沉重负担，平均每年导致上百亿美元损失



大脑是人类最重要的器官，理解大脑的结构与功能是21世纪最具挑战性的前沿科学问题。脑科学研究既对有效诊断和治疗脑疾病有重要的临床意义，还可推动新一代人工智能技术和新型信息产业的发展。近年来，美国、欧盟、日本等国家（地区）纷纷宣布启动脑科学研究，即“脑计划”；经过多年的筹划，中国脑计划也于2016年正式启动。



## 中国脑计划

全称“**脑科学与类脑科学研究**”，在“**十三五**”期间正式启动，2016年纳入科技创新2030-重大项目。



## 加拿大脑科学研究战略

加拿大脑科学家于**2017年**发起了脑科学研究战略倡议，致力于改善加拿大神经与精神健康状况，构建加拿大神经科学创新合作平台。



## 韩国《脑科学发展战略》

**2016年5月30日**，韩国未来创造科学部发布《脑科学发展战略》，并将此作为韩国脑科学计划的起点。韩国计划投入3亿美元，使韩国2023年发展成为脑科学研究新兴强国。



## 澳大利亚大脑联盟

**2016年2月**，澳大利亚大脑联盟成立，旨在协调和促进本国的大脑战略性研究，并与全球各国的大脑研究计划展开合作。



## 美国脑计划

**2005年**，提出“神经科学研究蓝图”计划；**2013年4月**，美国总统奥巴马宣布启动脑科学计划（BRAIN Initiative）；**2014月**，启动了“通过推动创新型神经技术开展大脑研究”国家专项计划。



## 日本脑计划（Brain/MINDS）

**2014年**启动，计划每年投入2700-3600万美元，实施周期为10年；其目标是建立猕猴大脑发育和疾病发生的动物模型，加快对人类大脑疾病的研究。



## 欧盟脑计划（HBP）

**2013年10月**启动，规划周期为10年，旨在建立用于模拟和理解人类大脑所需的信息技术、建模技术和超级计算技术平台。但

## “创新性神经技术大脑研究”计划

(Brain Research Through Advancing Innovative Neurotechnologies, BRAIN)



### 技术路线图:

- 五年：完成线虫（302个神经元）和果蝇部分脑区（~15,000个神经元）的电活动图谱
- 十年：10年完成整个果蝇脑（~135,000神经元）电活动图谱
- 十五年：完成清醒小鼠皮层的完整电活动图谱
- 后续研究：进一步研究灵长类大脑，包括人脑的完整电活动图谱（~1000亿神经元）

Brussels, 28th January 2013

## Human Brain Project 欧盟旗舰

时间：10年

首期投入：10亿欧元

团队：15 EU Member States and nearly 200 research institutes

目标：

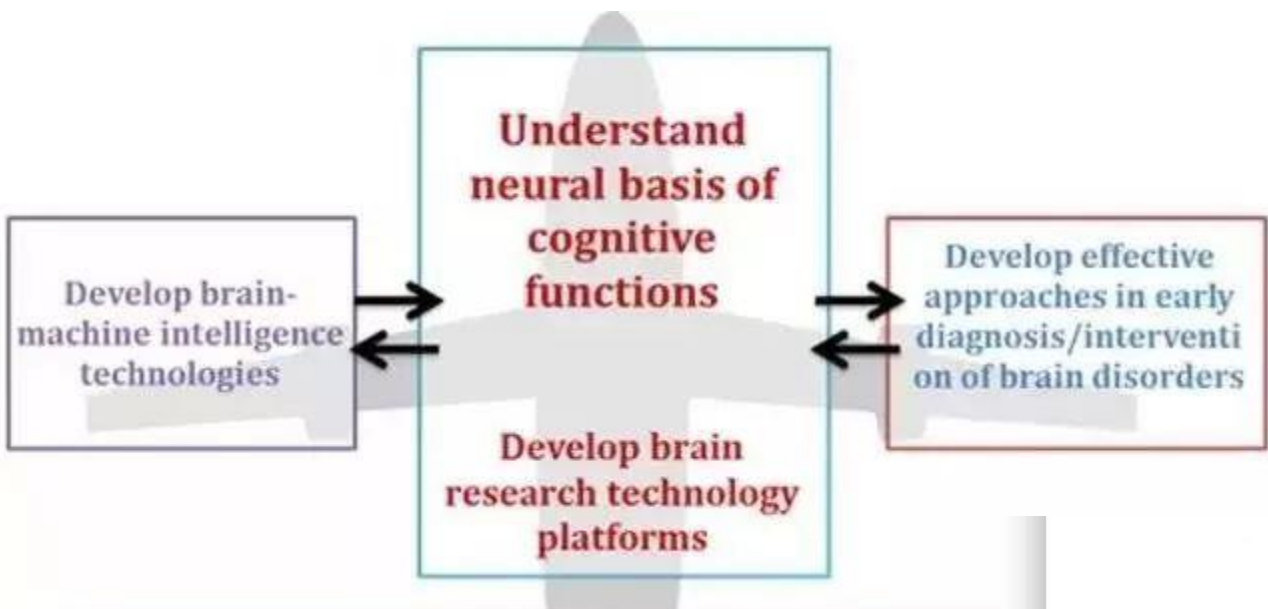
- 1) 建立世界最大实验研究基地
- 2) 创建最精细的脑计算模型
- 3) 研究脑的基本运作机制
- 4) 发展个性化神经系统疾病治疗手段
- 5) 显著提高欧盟人民生活质量



Henry Markram







## “一体两翼”

### 中国脑科学计划“一体两翼”结构分析



## “十四五”时期中国脑科学与类脑研究 攻关重点

- 脑认知原理解析
- 脑介观神经联接图谱绘制
- 脑重大疾病机理与干预研究
- 儿童青少年脑智发育
- 类脑计算与脑机融合技术研发

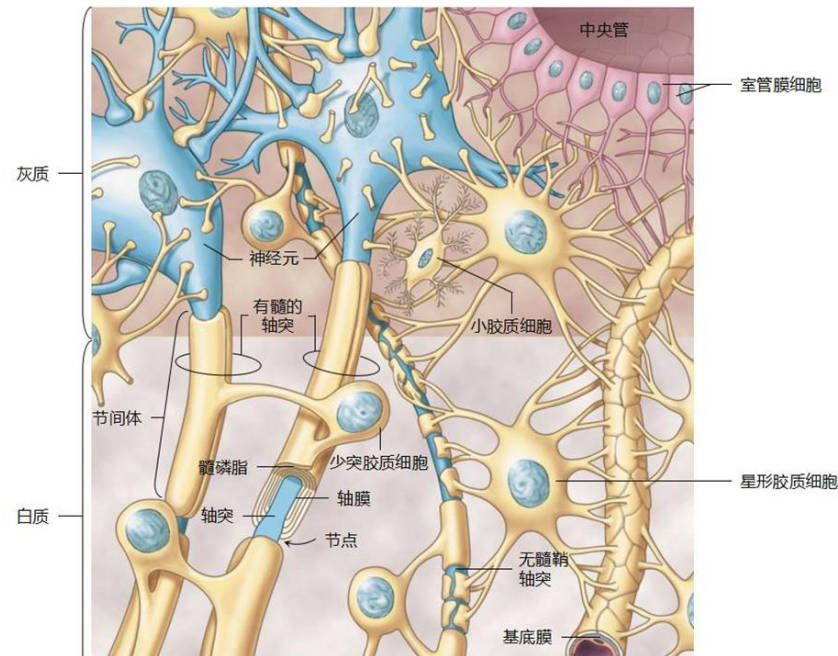
推动我国对大脑基本规律的理解

中国脑计划  
发展目标

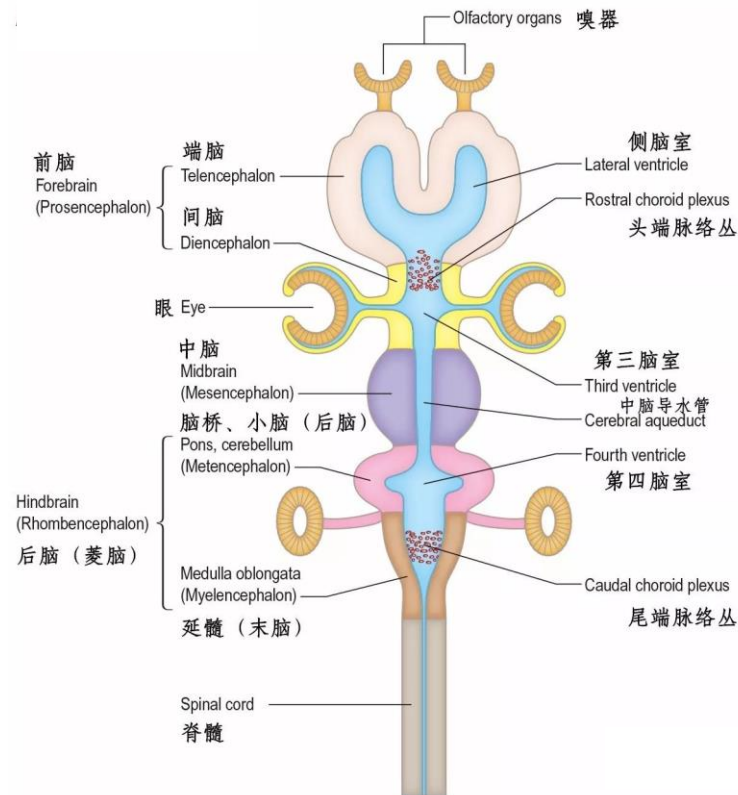
利用基础研究成果满足  
人民脑健康的改善需求

利用基础研究成果  
推动新技术的发展

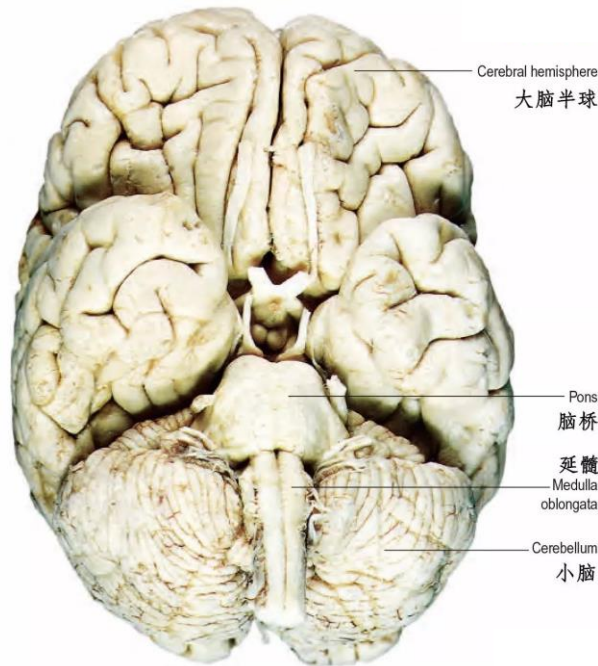
- 灰质 (grey matter)：由大量胞体集合形成的结构
- 神经核 (nuclei)：由具有相同功能作用的神经元胞体构成的小型聚集体
- 神经元的树突和突触联系大多都位于灰质内
- 白质 (white matter)：轴突集成束形成，因轴突常被髓鞘包裹且着色较浅而得名



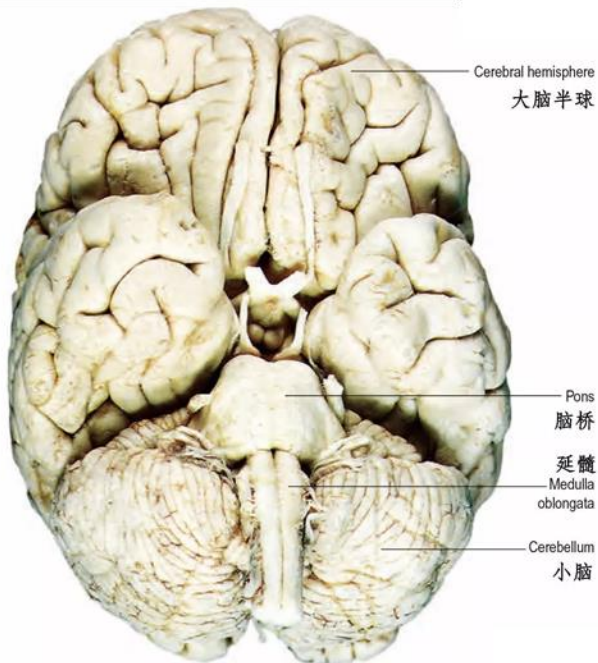
- 以个体发育和种系发生的原则为基础，沿着由脊髓向上的顺序，脑可分成菱脑（rhombencephalon）或称后脑（hindbrain）、中脑（mesencephalon或midbrain）和前脑（prosencephalon或forebrain）



- 菱脑 (rhombencephalon) : 延髓 (medulla oblongata)、脑桥 (pons) 和小脑 (cerebellum)
- 延髓、脑桥和中脑合称为脑干，位于枕骨和蝶骨的基底部(斜坡)之上
- 延髓是脑干的最尾侧部分，在枕骨大孔水平以下与脊髓相延续



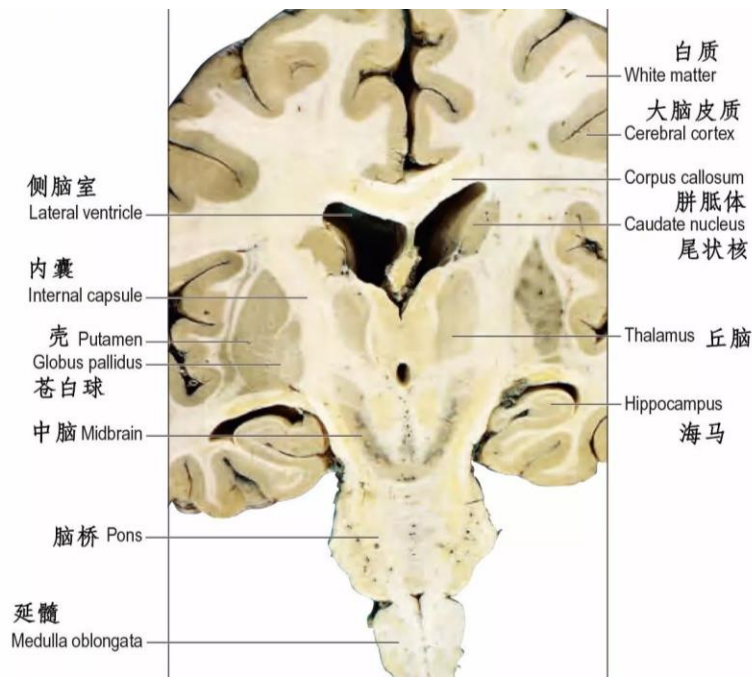
- 脑桥位于延髓的头侧，通过与小脑联系的大量横行纤维与延髓区分
- 中脑是脑干中较短的段，在脑桥的头侧
- 小脑由成对的半球和正中的蚓部相连而成位于颅后窝内，在脑桥、延髓和中脑尾部的背侧，小脑与脑干各部间有丰富的纤维联系



- 前脑可再分成间脑 (diencephalon) 和端脑 (telencephalon)
- 间脑主要是指丘脑 (thalamus) 和下丘脑 (hypothalamus)
- 端脑主要由两个大脑半球组成, 也称大脑 (cerebrum)
- 间脑几乎完全被埋入大脑半球内, 因此从外面很难看到

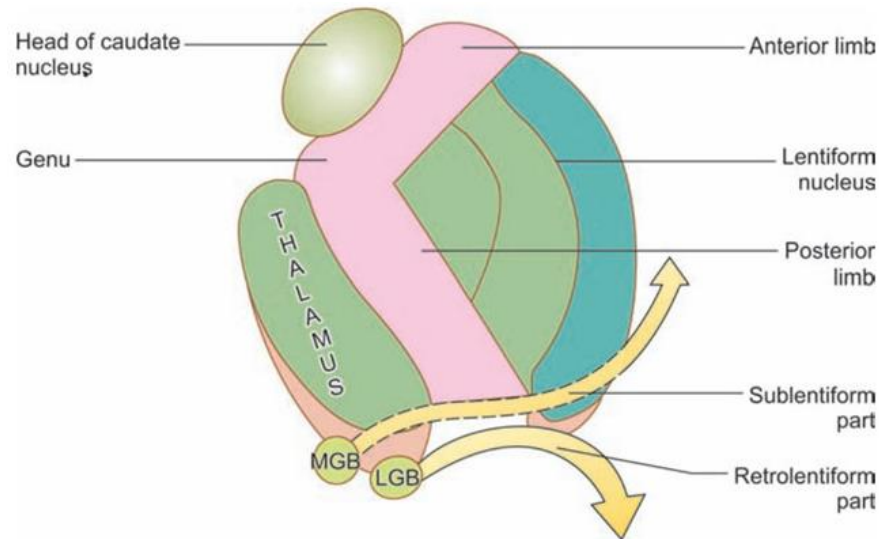


- 人类的大脑半球是脑的重要组成部分，它充满整个颅前窝和颅中窝
- 大脑半球左右各一，每侧半球的表面都以沟 (sulci) 和回 (gyri) 的复杂形式盘绕
- 从内部结构看，每侧半球都有灰质形成的外层，即大脑皮质 (cerebra cortex) 和其深部的大量白质

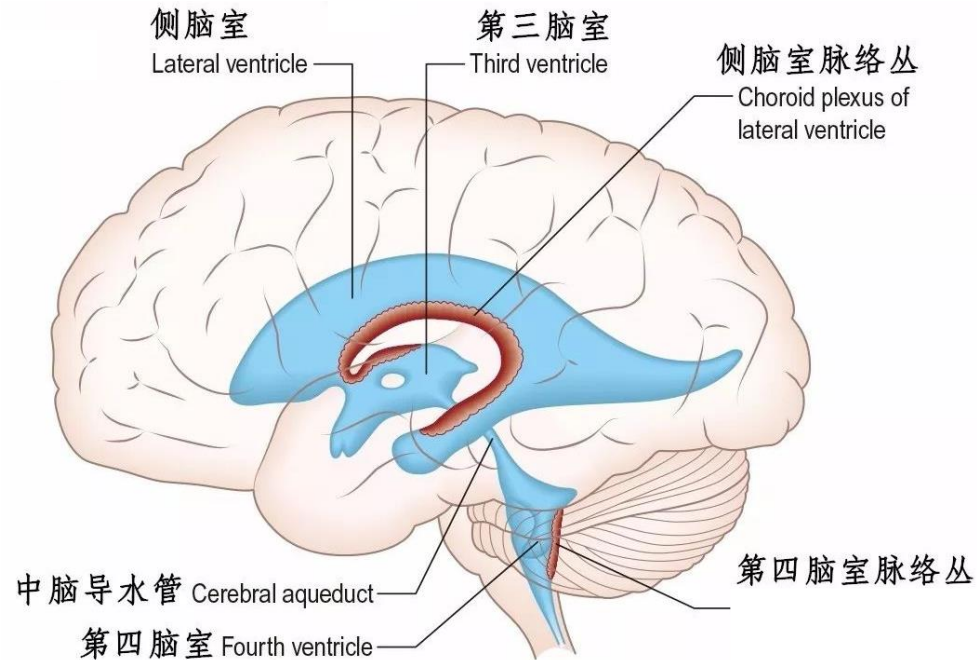




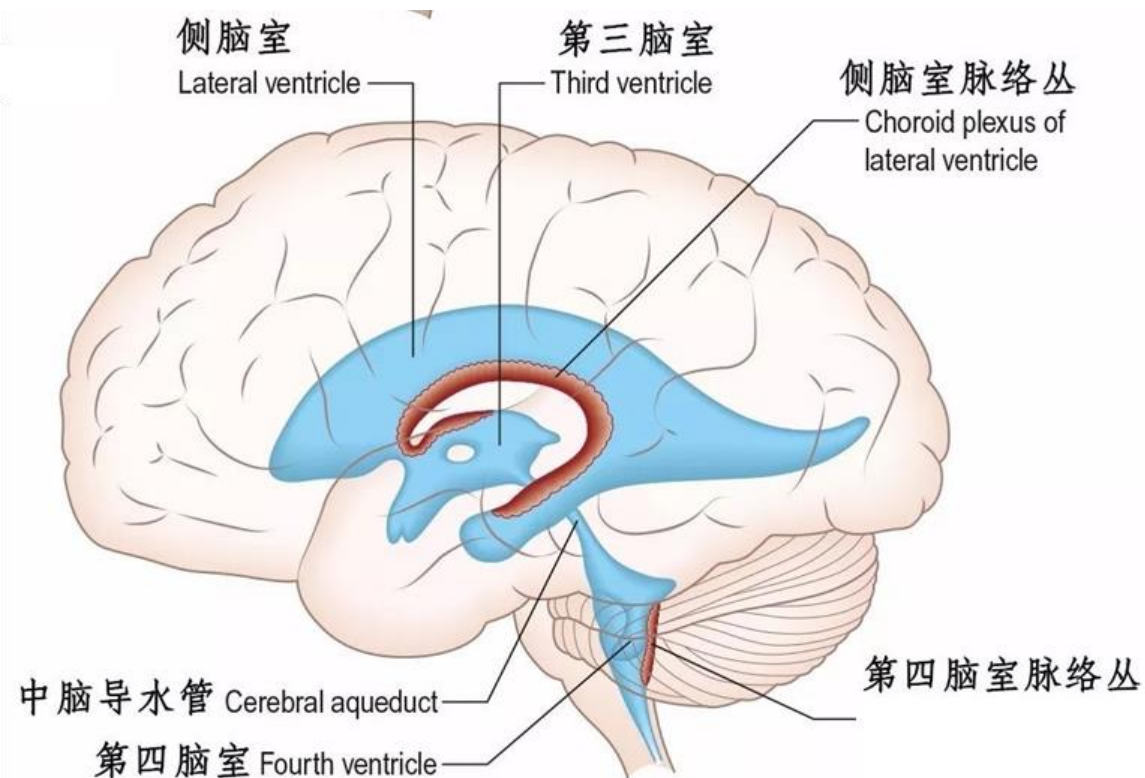
- 内囊(internal capsule)是大脑白质中最重要的成分之一，含有往来于脑皮质和中枢较低水平的传入神经纤维和大脑皮质发出至皮质下结构的传出神经纤维
- 基底节(basal ganglia)或称基底核(basal nuclei)，由几个大的灰质核团构成，部分包被于皮质下的白质内

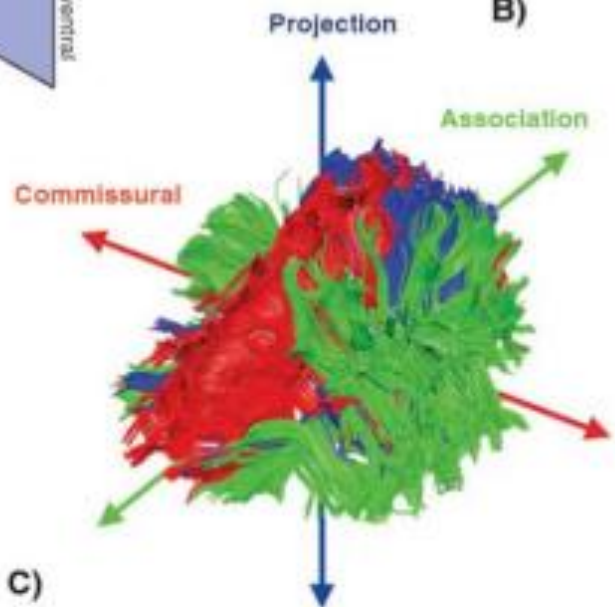
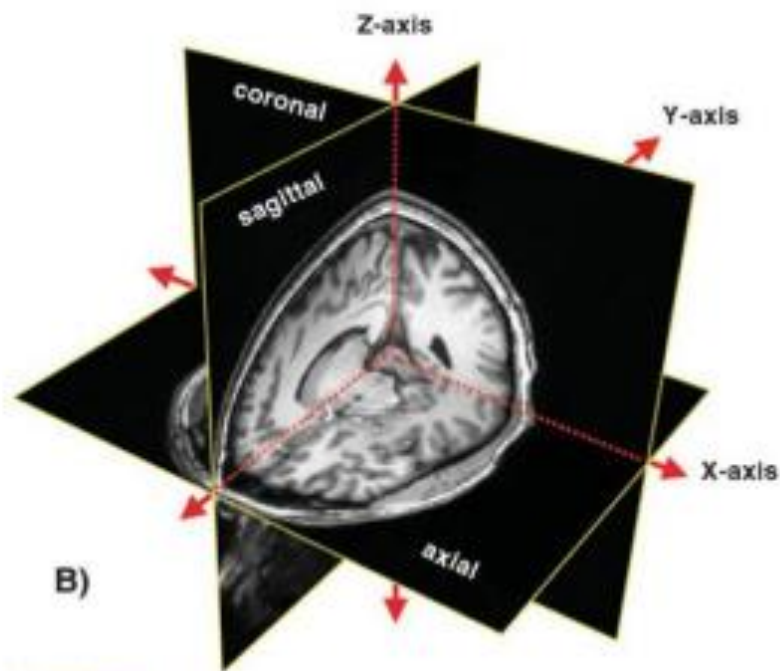
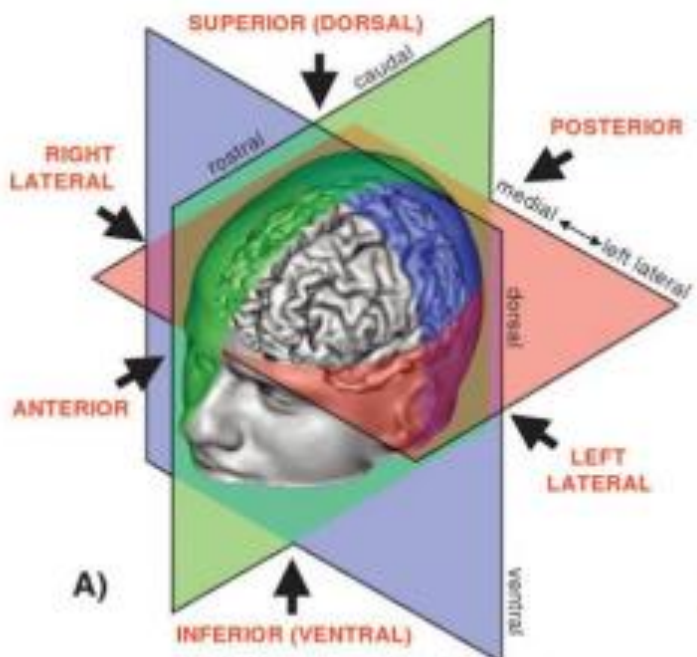


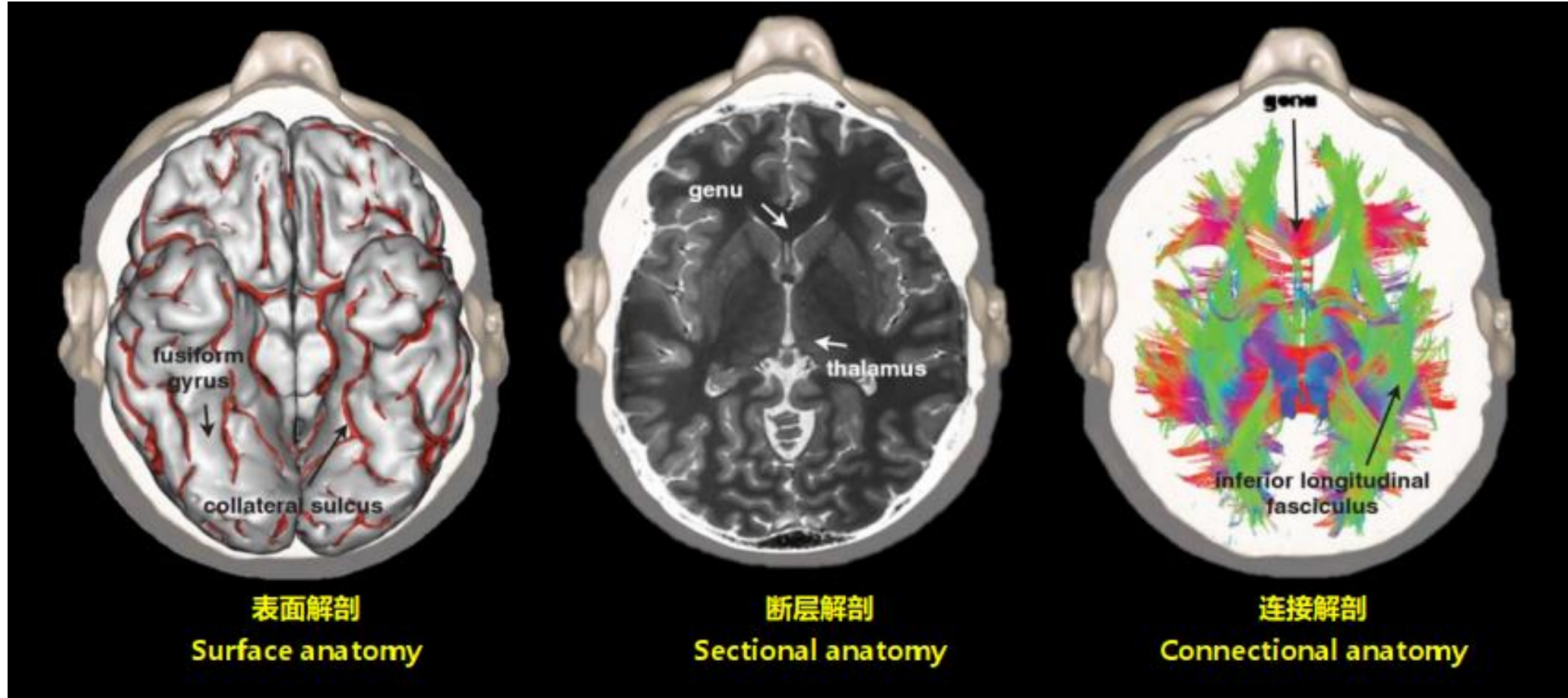
- 胚胎发育过程中，神经管的管壁显著增厚，但管腔却从未闭合，最终形成一系列相互连通的脑室 (ventricle) 腔隙
- 菱脑内的腔隙扩大形成第四脑室，位于脑桥和延髓上半部的背面
- 第四脑室的上部逐渐变细，最终形成贯穿中脑的狭窄管腔——中脑导水管 (cerebral aqueduct)



- 中脑导水管的上端开放扩大形成第三脑室，是位于两侧间脑之间的狭窄、缝隙状腔隙
- 每侧大脑半球内较大的侧脑室 (lateral ventricle)







## 大脑半球裂 Interhemispheric Fissure

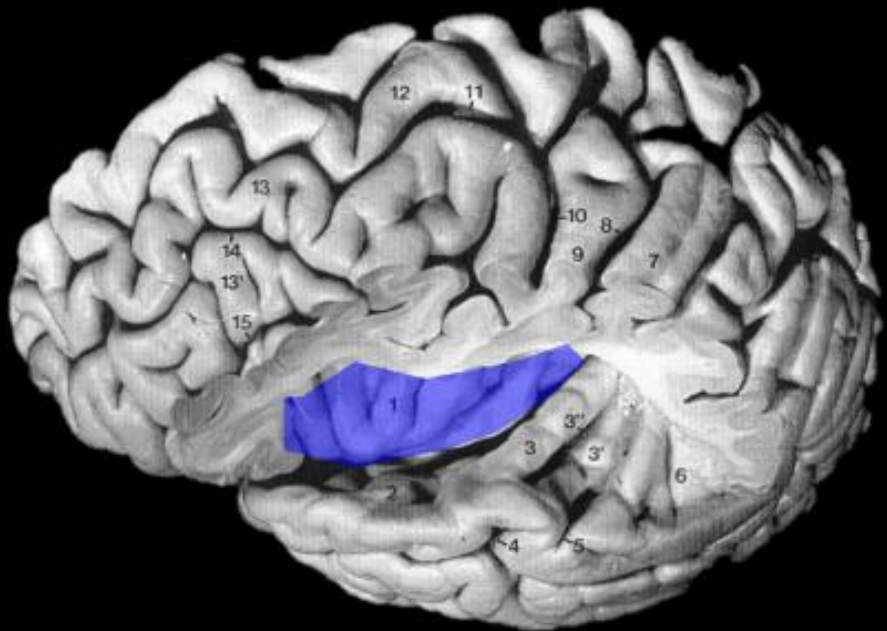
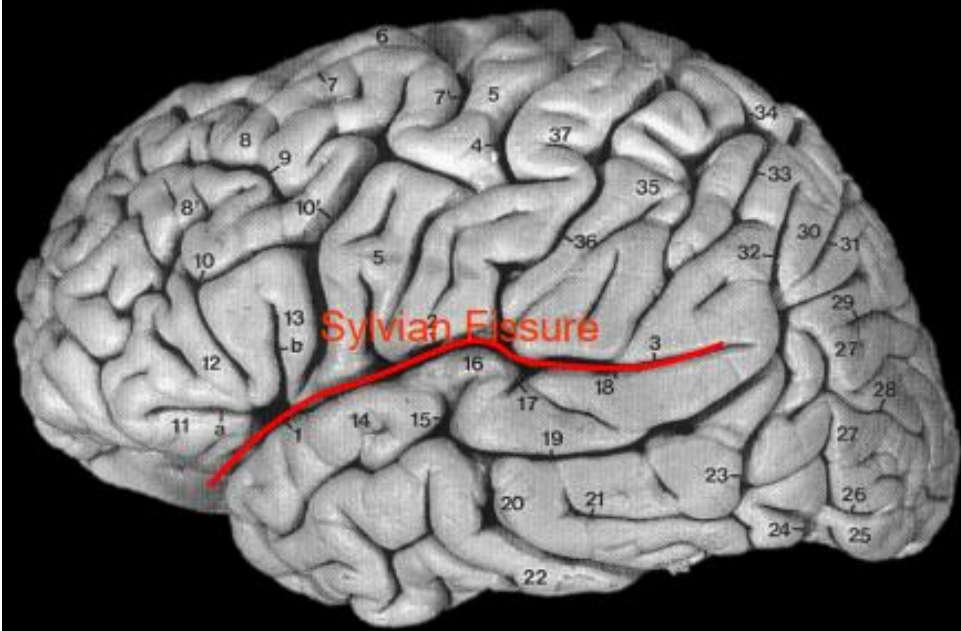
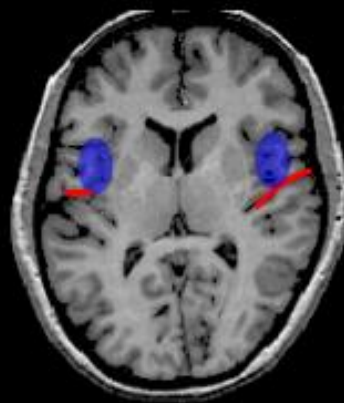


- hugely deep (down to corpus callosum)
- divides brain into 2 hemispheres

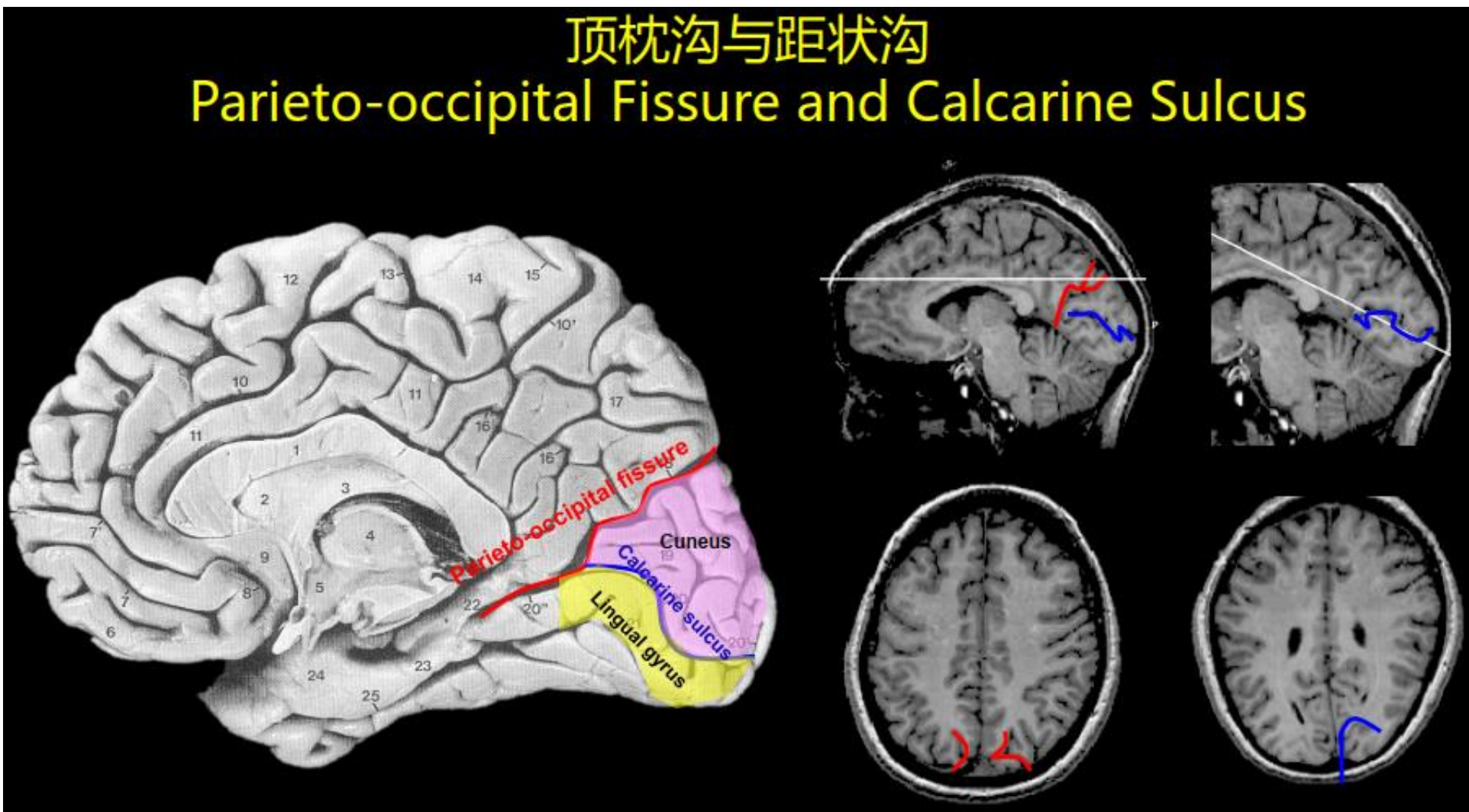


## 外侧裂 Sylvian Fissure

- hugely deep
- mostly horizontal
- insula (purple) is buried within it
- separates temporal lobe from parietal and frontal lobes

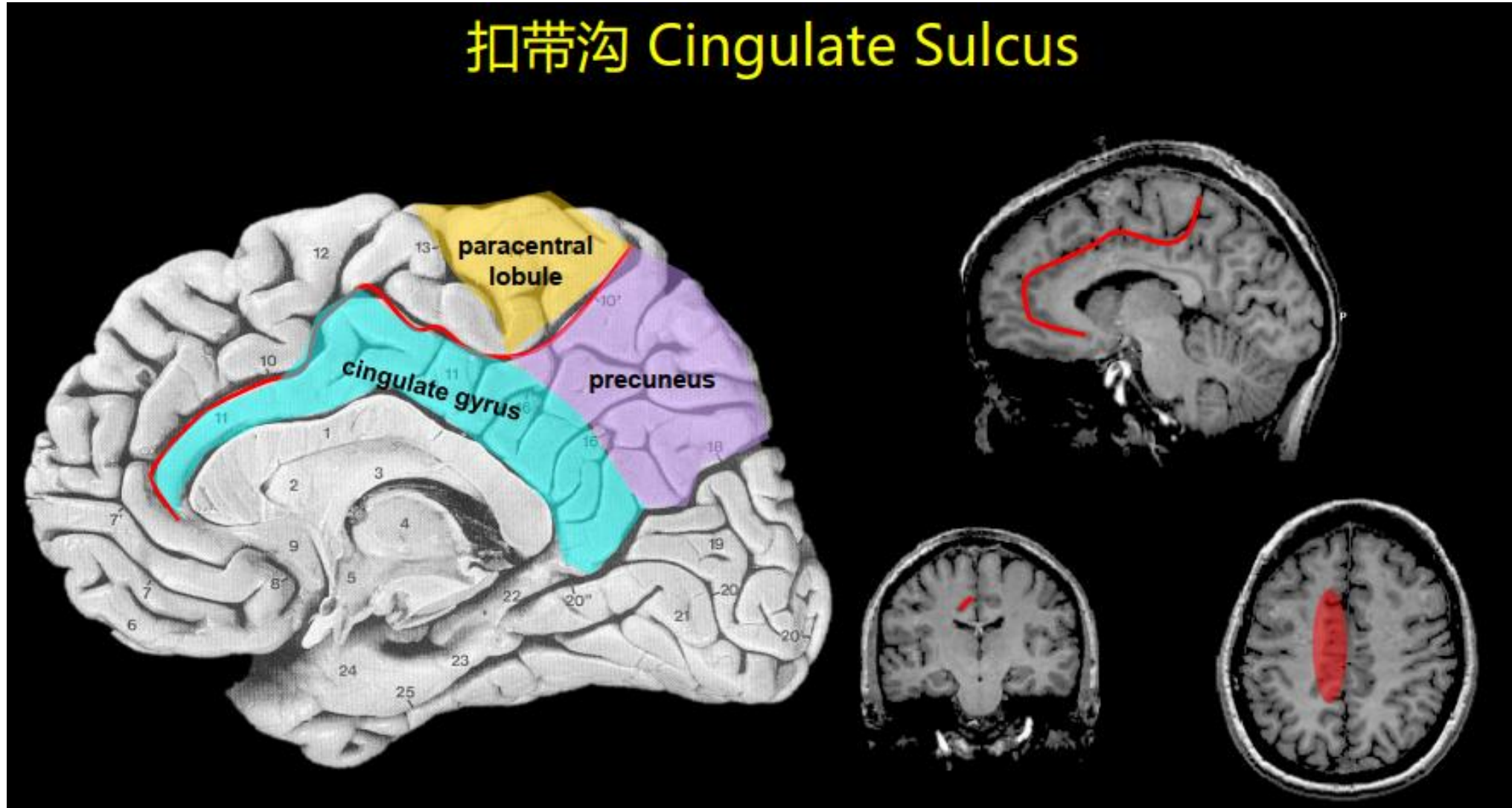


## 顶枕沟与距状沟 Parieto-occipital Fissure and Calcarine Sulcus

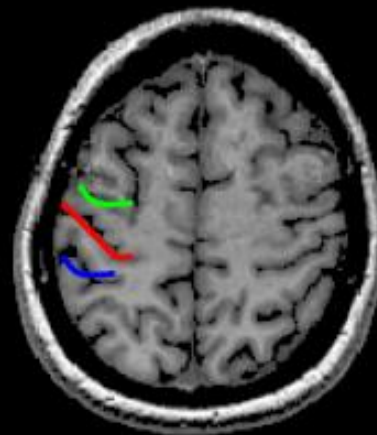
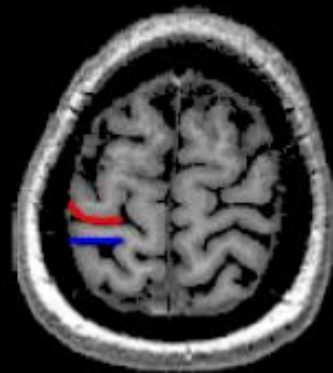
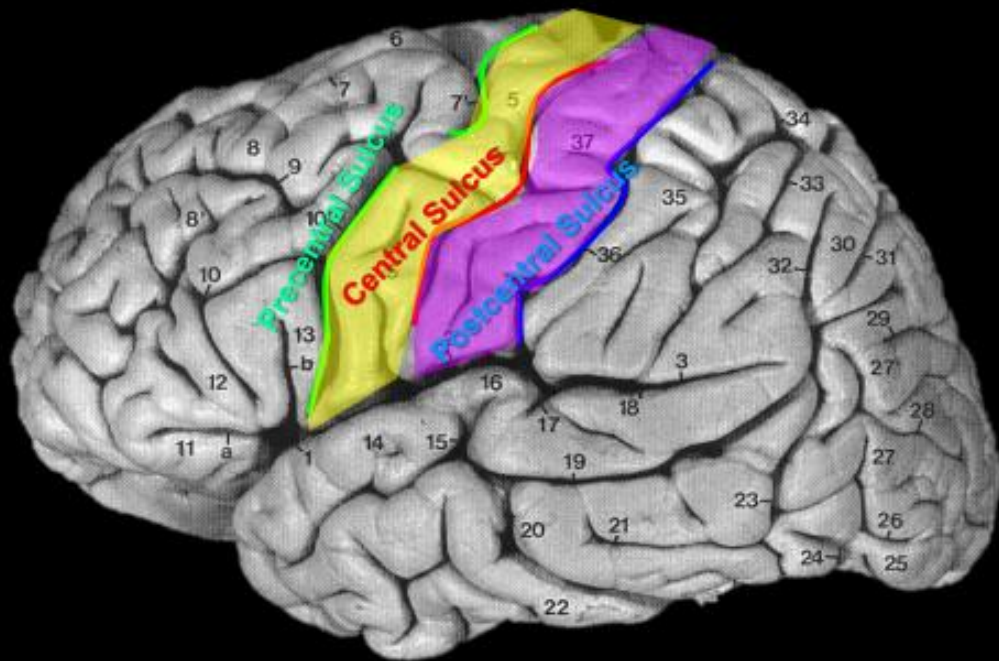




## 扣带沟 Cingulate Sulcus

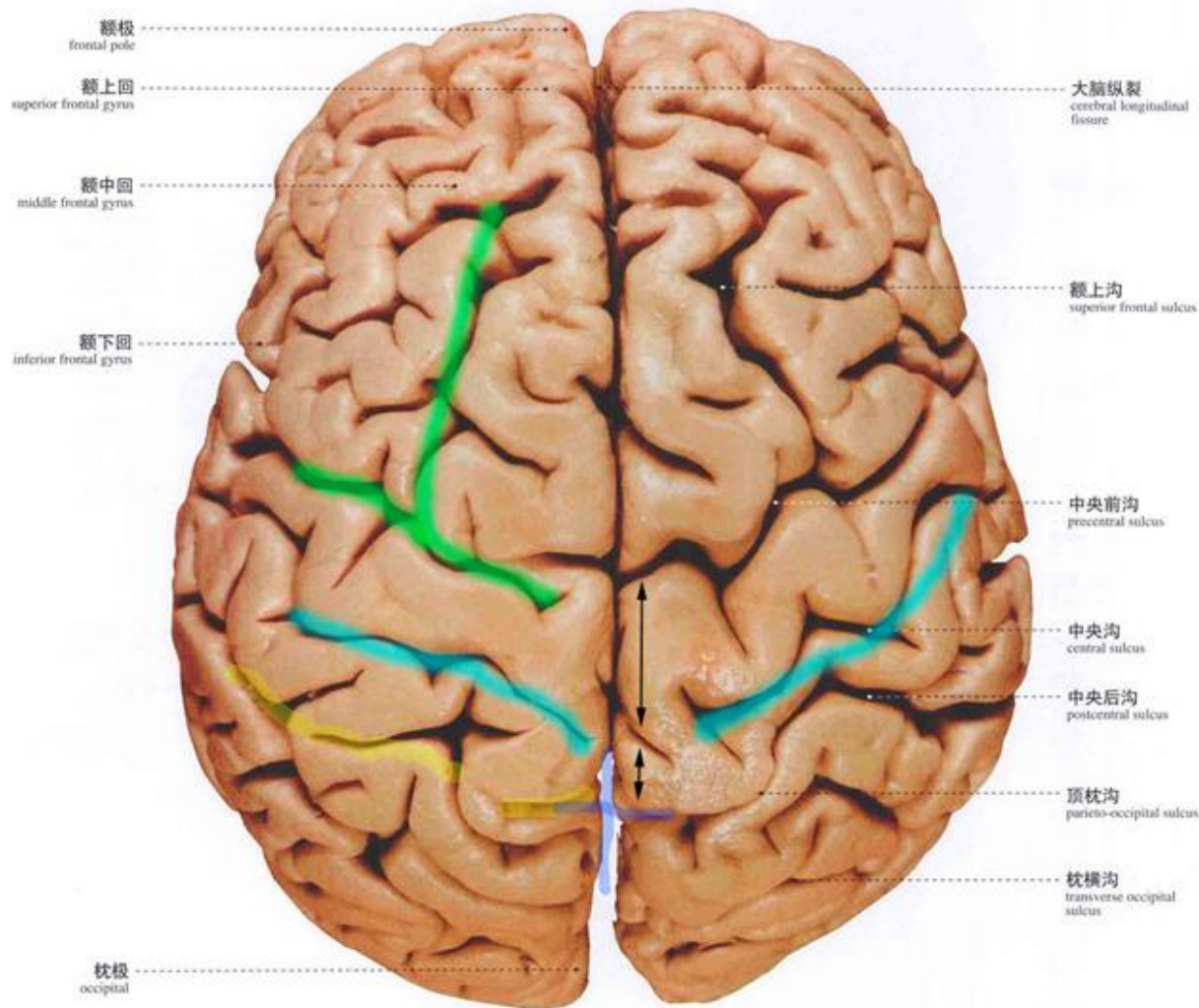


## 中央沟、中央前后沟 Central, Postcentral and Precentral Sulci



inverted omega  
= hand area of motor cortex

## 中央沟的识别方法总结



**驼峰征:** 两侧中央沟从中线部的后内上方走向前外下方, 呈倒“八”字形。【出现率98.5%】

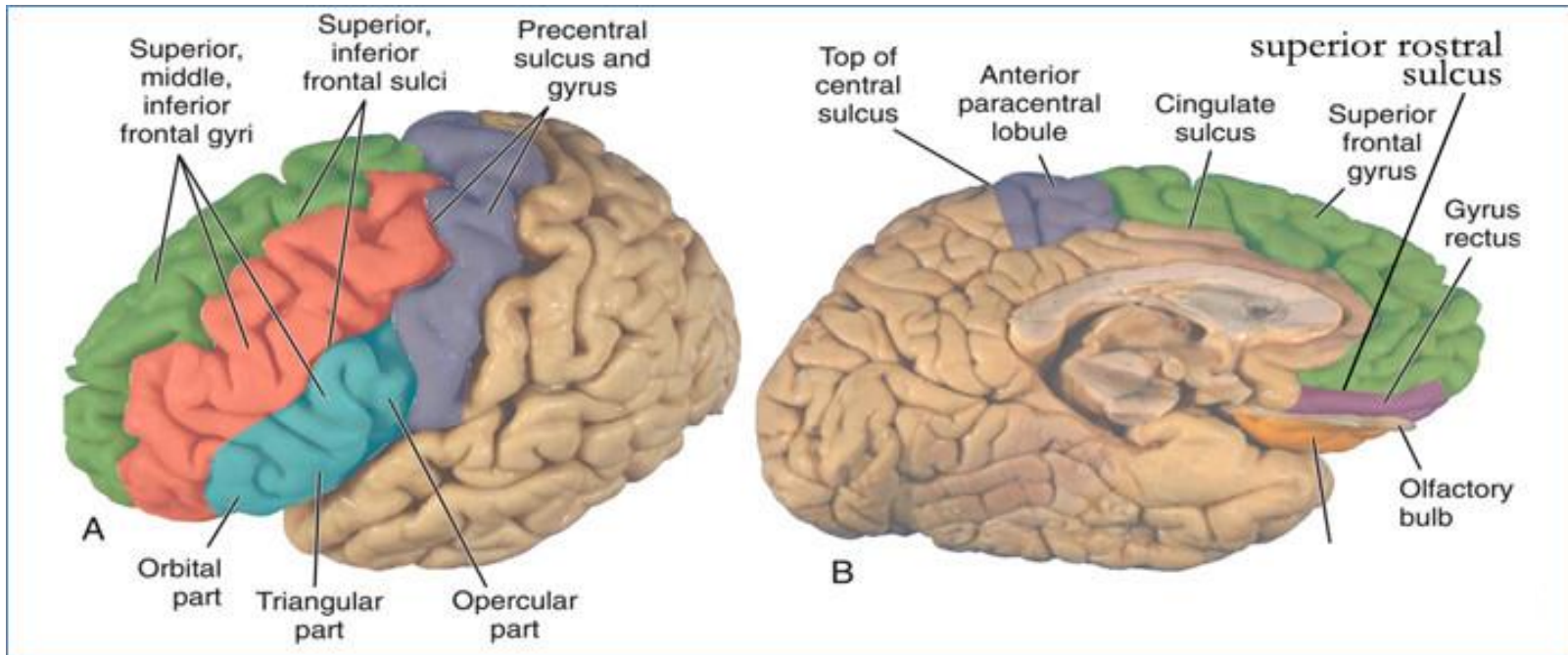
**倒“T”字征:** 额上沟呈前后走向, 以直角相交于中央前沟, 构成倒“T”字征。【出现率85%】

**十字征:** 两侧扣带沟的边缘支与大脑纵裂一起构成“十字征”, 【出现率97.5%】

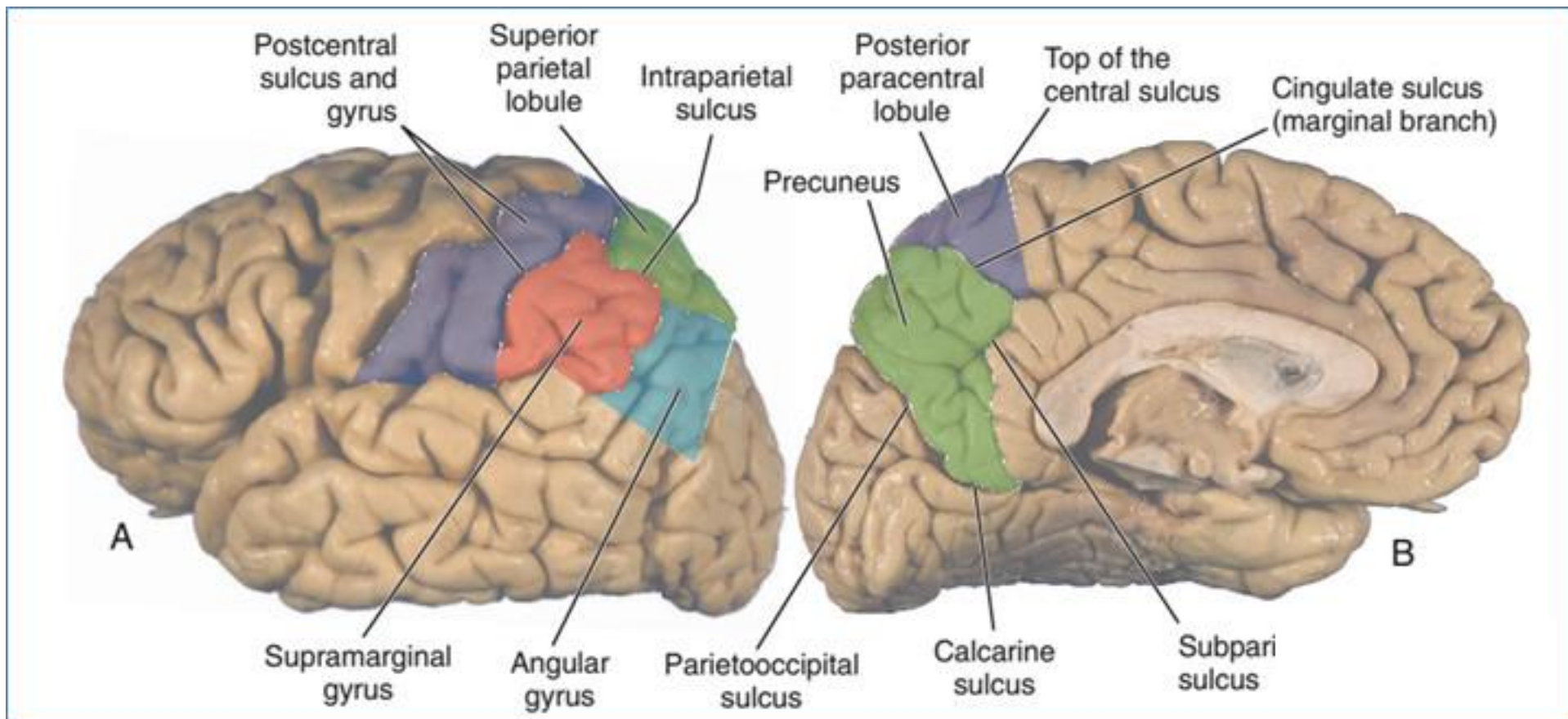
**宽带征:** 分列中央沟两侧的中央前、后回在图像上可明确辨认, 中央前回比中央后回明显宽阔, 因而称之为“宽带征”。【出现率100%】

**分隔征:** 中央后沟与扣带沟边缘支两者处于互为轴向延长线上, 但两者从不相通, 总有一纵向脑回使这两者分开, 该脑回连接中央后回和顶上回。【出现率98%】

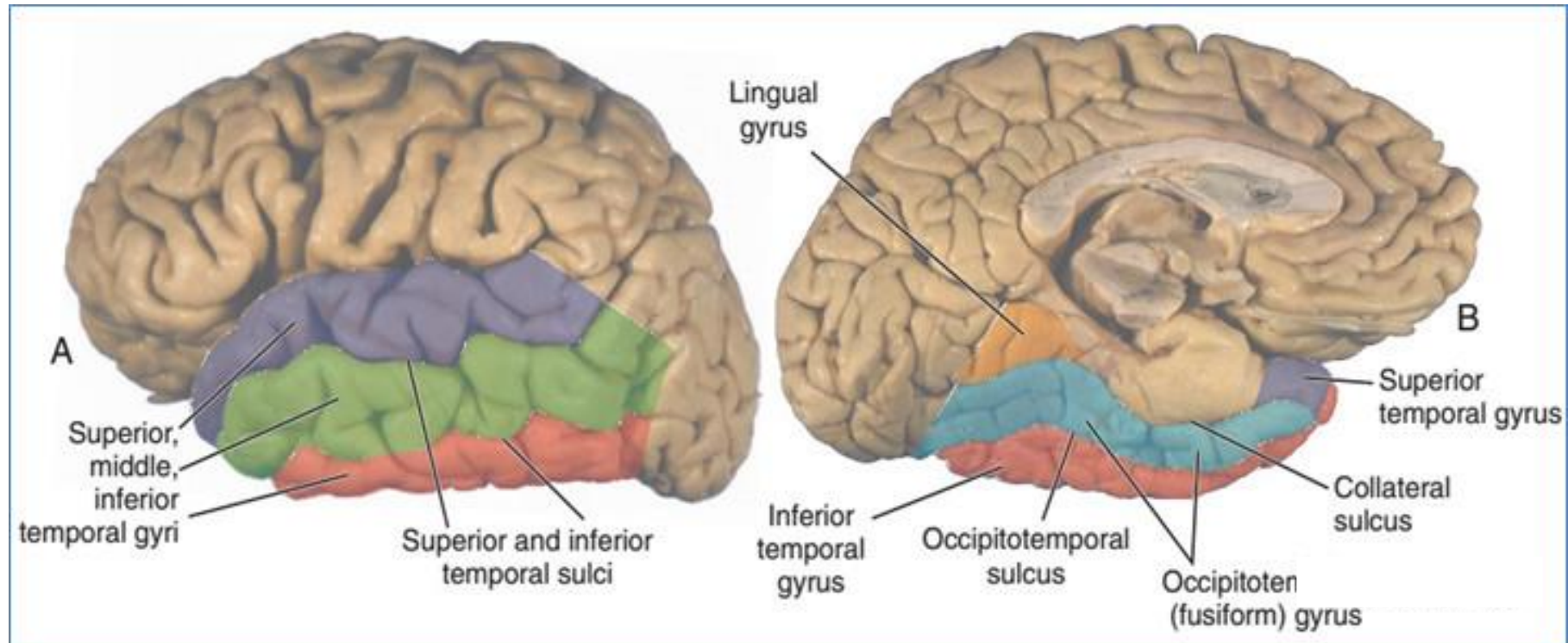
- 背外侧面：额上\中\下回、中央前回
- 内侧及底面：旁中央小叶前半部、额上回内侧面；直回、眶回
- 背外侧面：中央沟、中央前沟、额上\中\下沟、侧裂
- 内及底面：扣带沟、前\后旁嗅沟、嘴上\下沟、嗅沟、眶沟



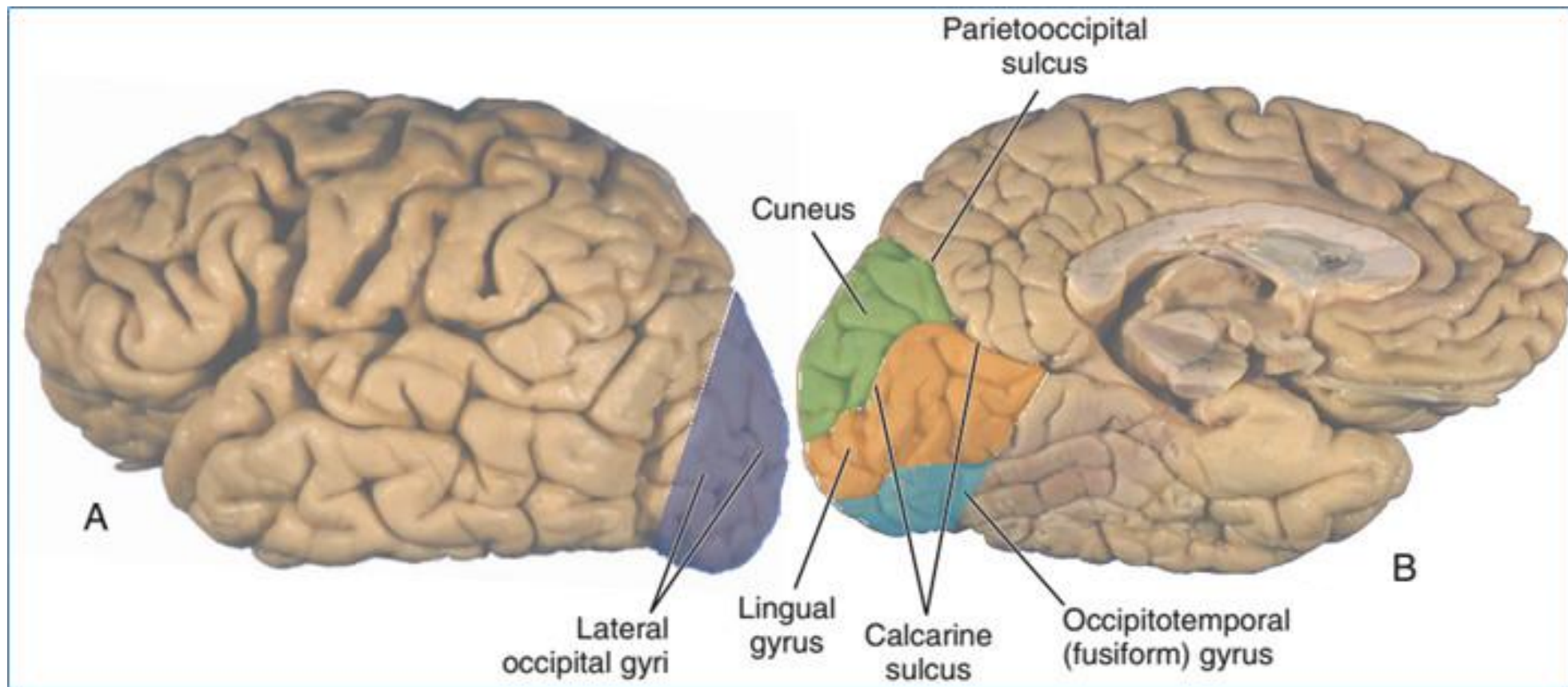
- 外面：中央后回、顶上小叶、顶下小叶（缘上回和角回）
- 内面：楔前叶、旁中央小叶后半部



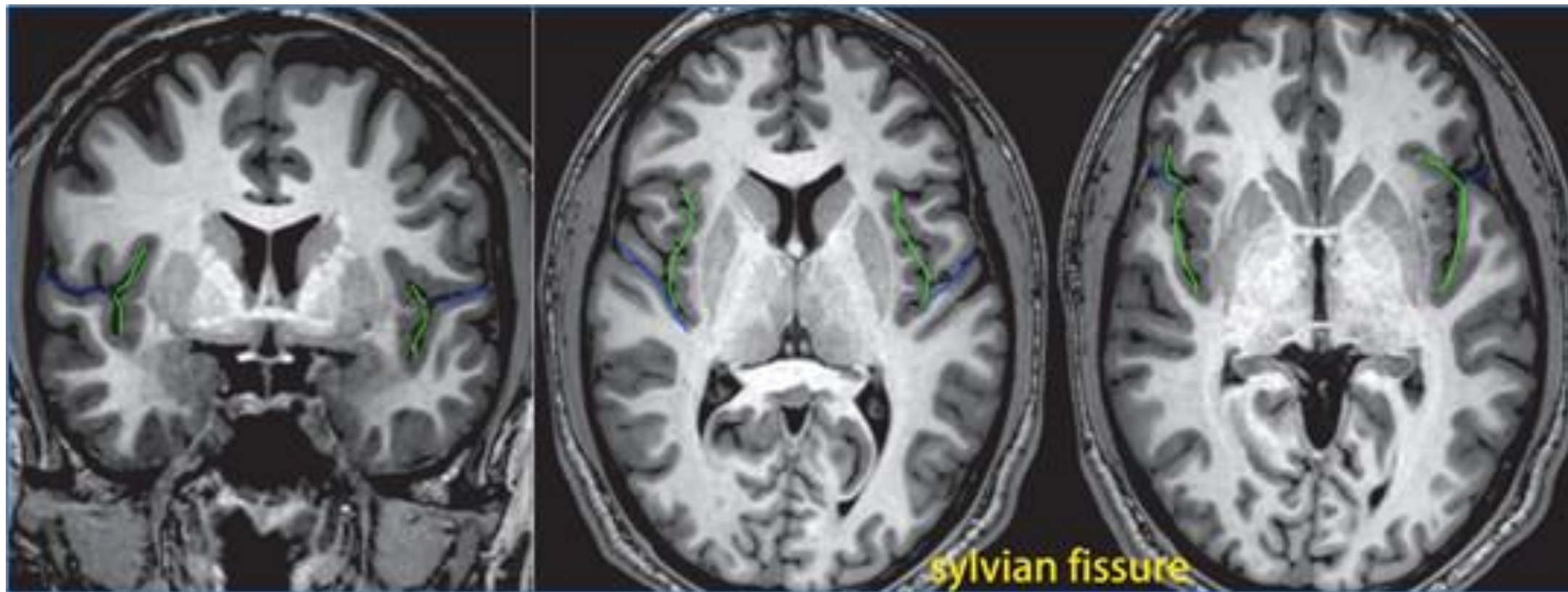
- 外面：颞上\中\下回
- 侧裂面：极平面、颞横回
- 下面：颞极、梭状回、舌回前部



- 外面：枕上、中、下（外侧）回
- 内、底面：楔叶、舌回、梭状回后部

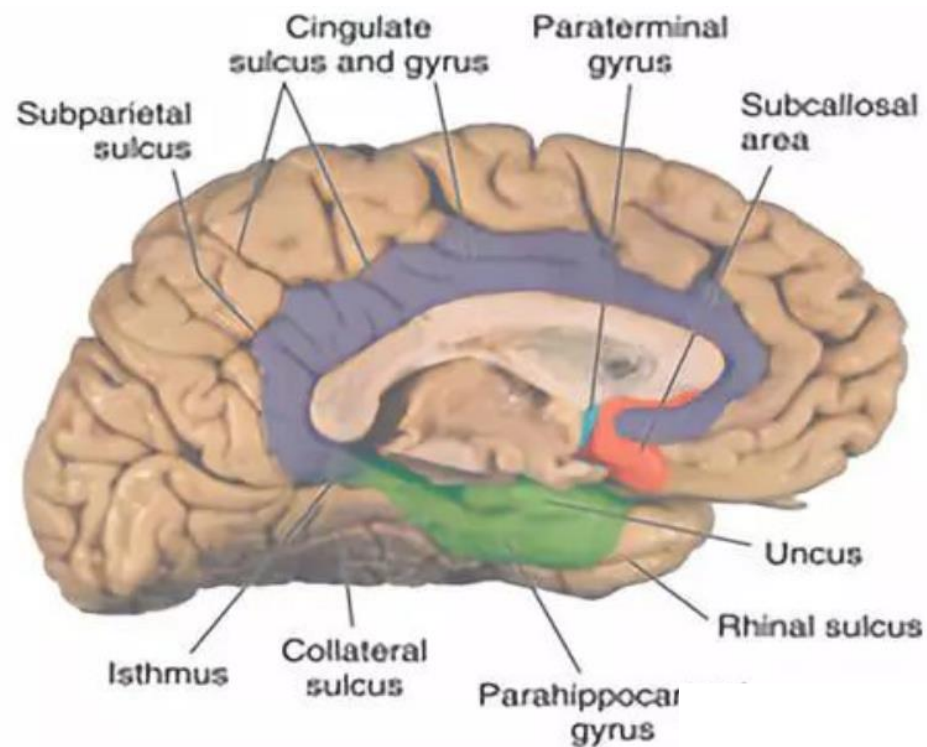
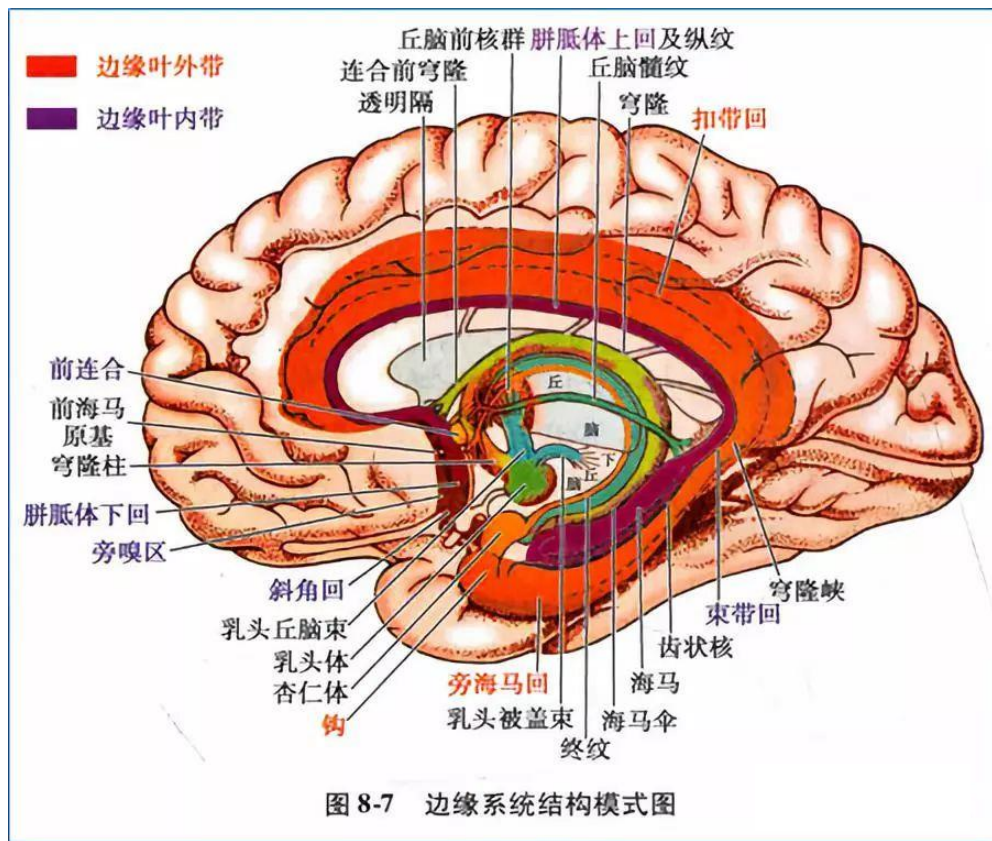


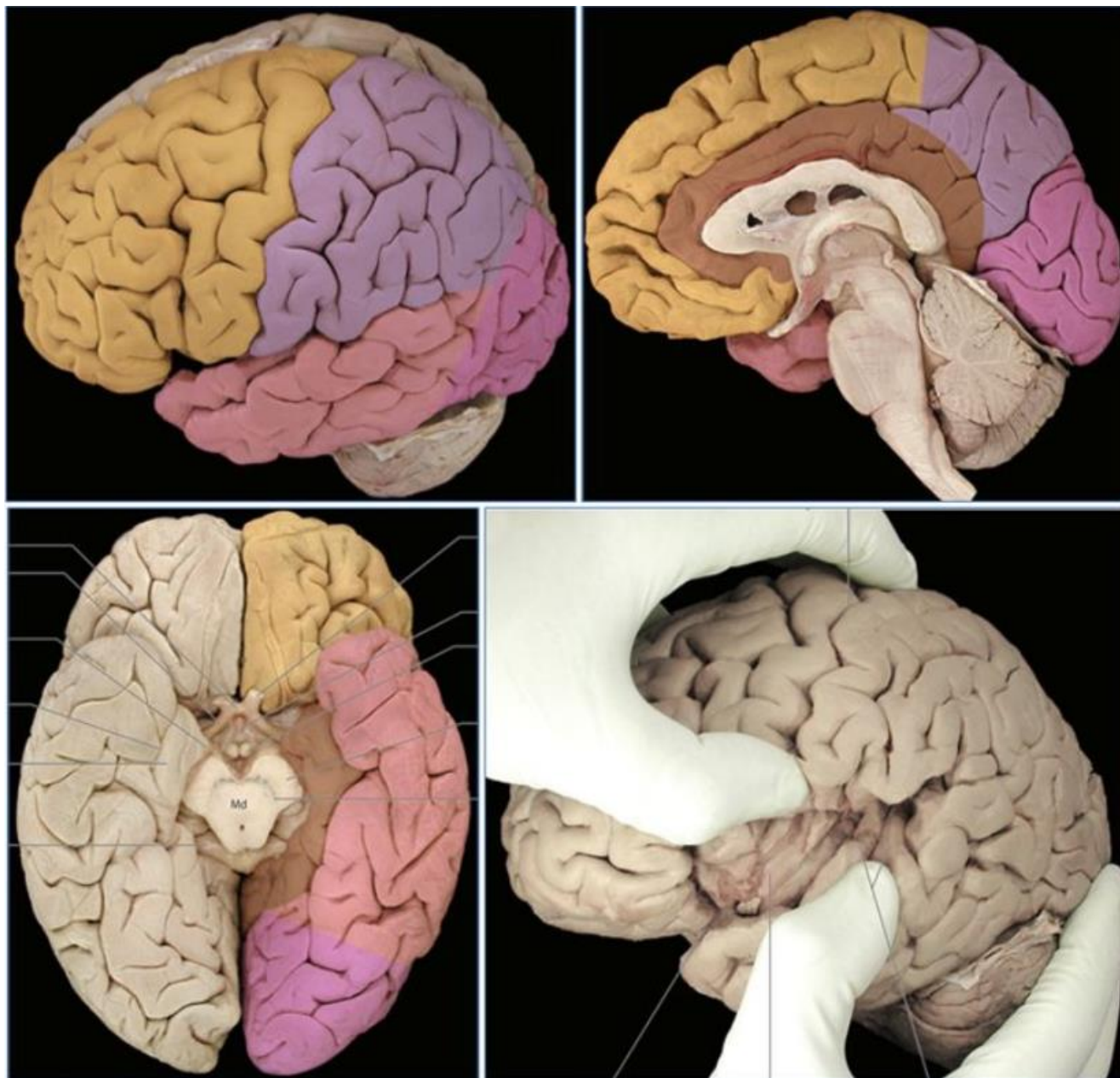
- 脑岛位于侧裂池的底部，在额叶和颞叶之间
- 前\中\后岛短回、前\后岛长回、岛横回





- 胼胝体下区又称为旁嗅区:扣带回、海马旁回、钩、梨形叶
- 斜角回、终板旁回、胼胝体上回、束状回、齿状回、海马、穹窿、乳头体





## BASAL NUCLEI

The basal nuclei (or ganglia) are large subcortical masses of grey matter located inside the white matter in the basal part of the cerebral hemisphere.

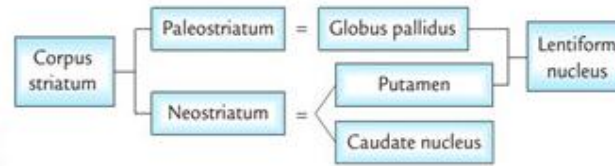
Anatomically, the term *basal ganglia* include:

- (a) corpus striatum, 纹状体
- (b) claustrum, and 屏状核
- (c) amygdaloid body. 杏仁体

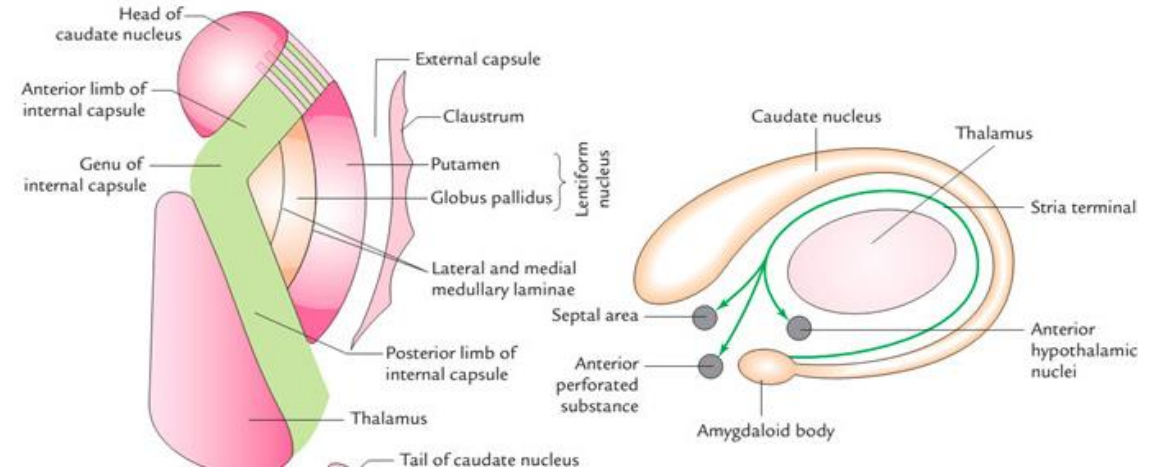
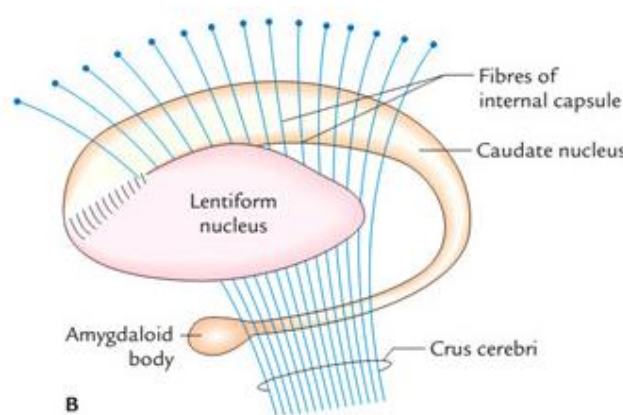
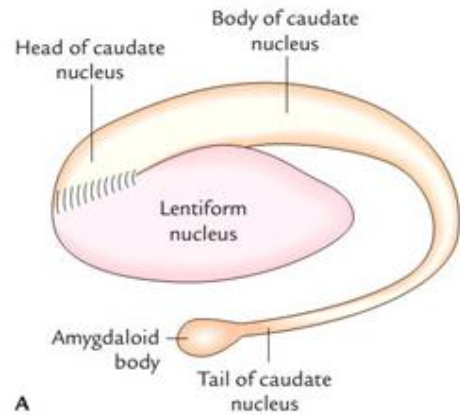
Functionally, basal ganglia also include **substantia nigra**, **red nucleus**, and **subthalamus**. 黑质、红核、底丘脑

The basal nuclei are important in organizing and coordinating motor movements. The major function of the basal nuclei is to decrease muscle tone and inhibit unwanted muscular activity.

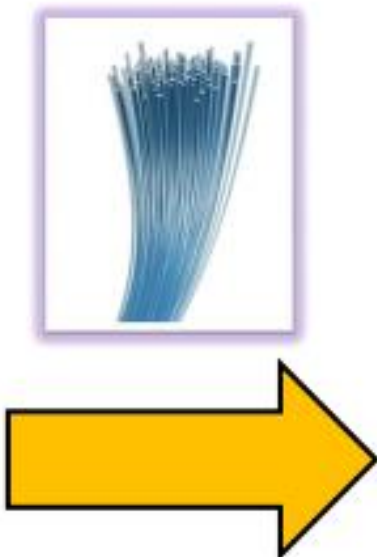
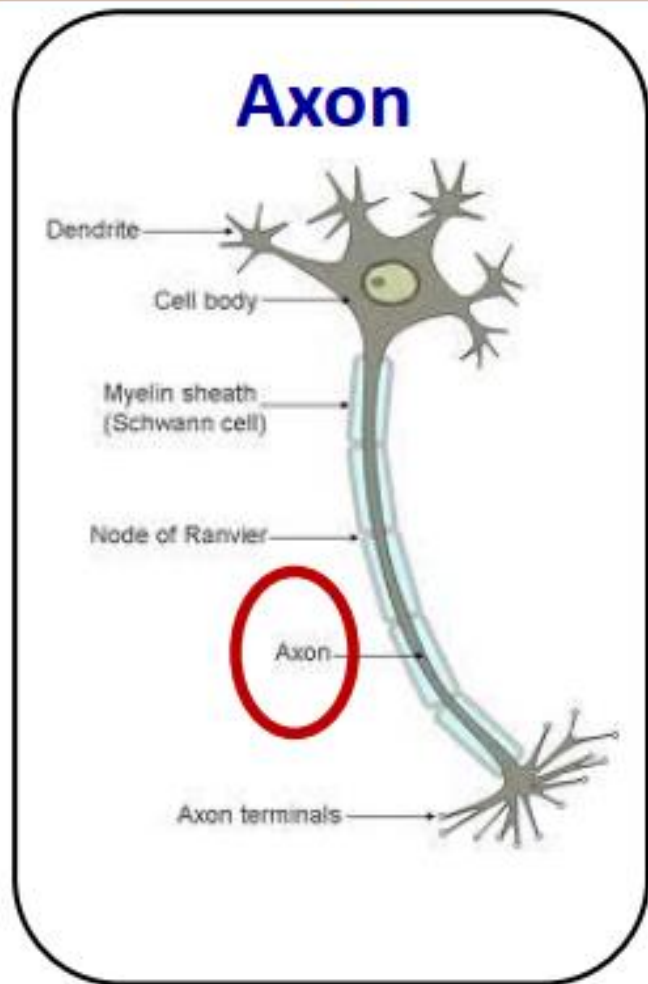
## 基底神经节的概念



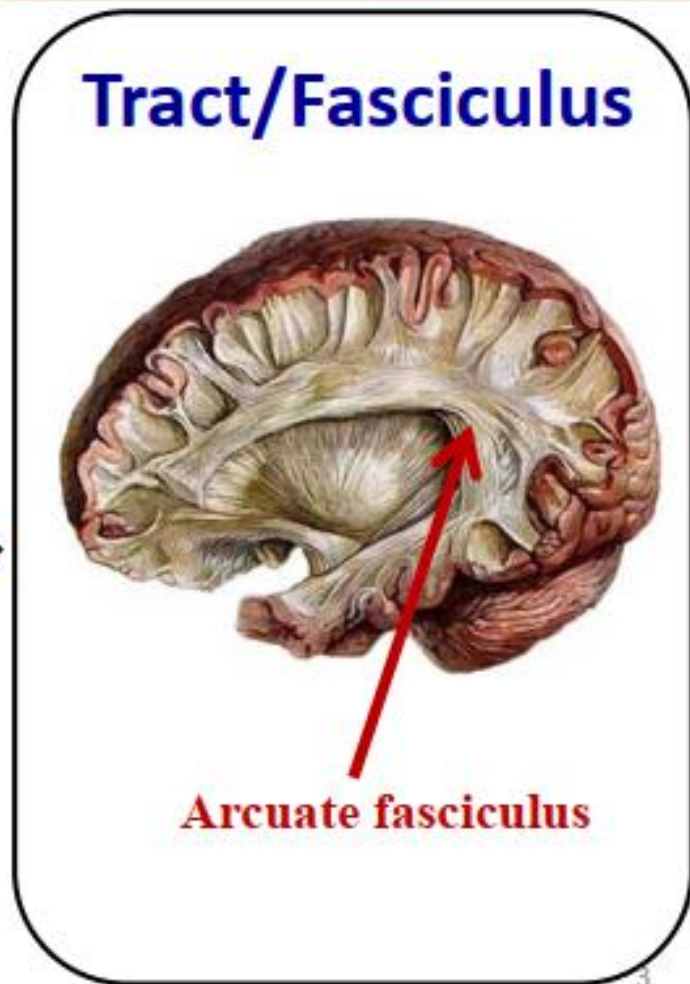
Flowchart 28.1 Features of the corpus striatum.



## Microscopic scale



## Macroscopic scale



## ➤ Association fibers

- ✓ Arcuate Fasciculus
- ✓ Cingulum
- ✓ Inferior frontoccipital Fasciculus
- ✓ Inferior Longitudinal Fasciculus
- ✓ Superior Longitudinal Fasciculus
- ✓ Uncinate fasciculus
- ✓ U fibers

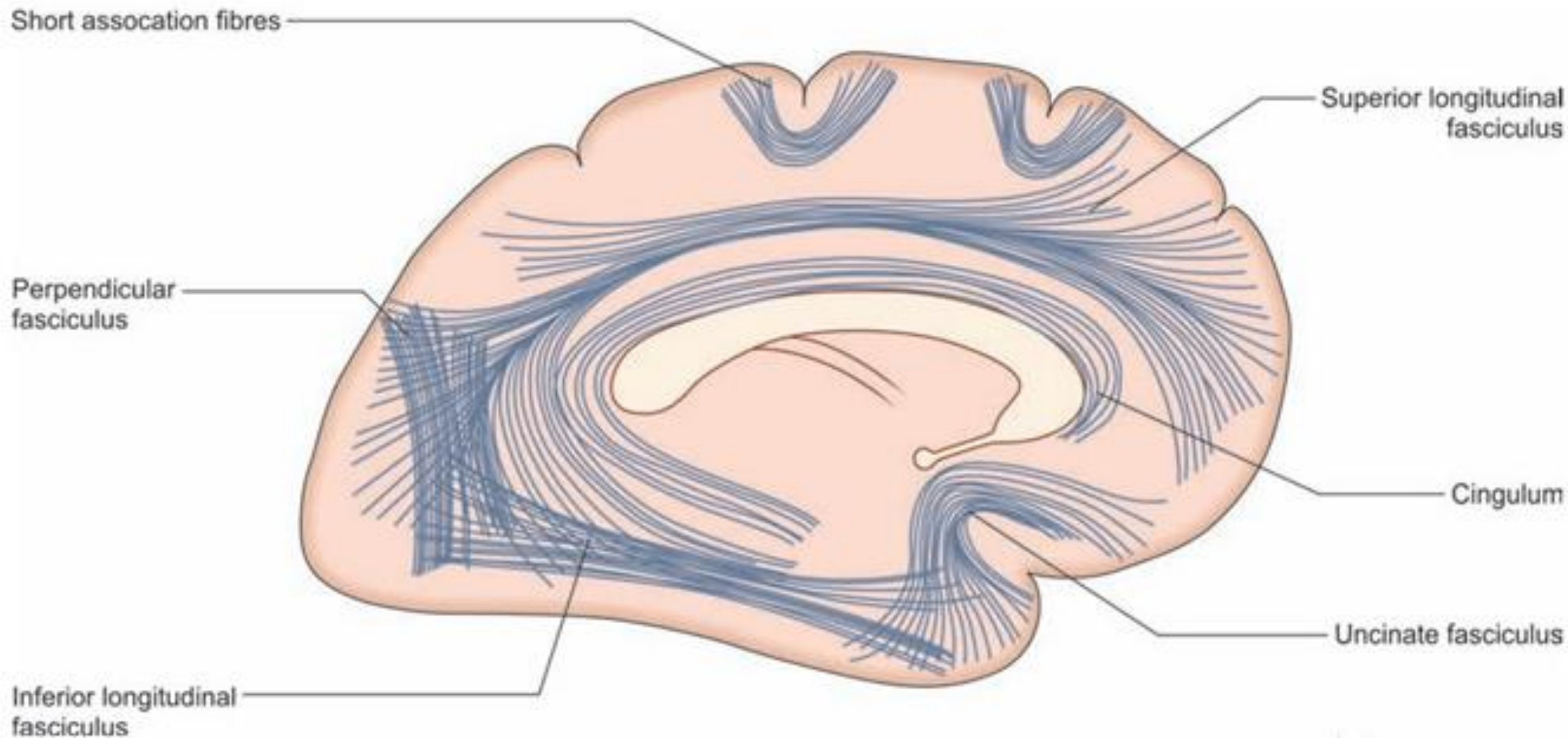
## ➤ Commissural fibers

- ✓ Corpus callosum
- ✓ Anterior commissure
- ✓ Fornix

## ➤ Projection fibers

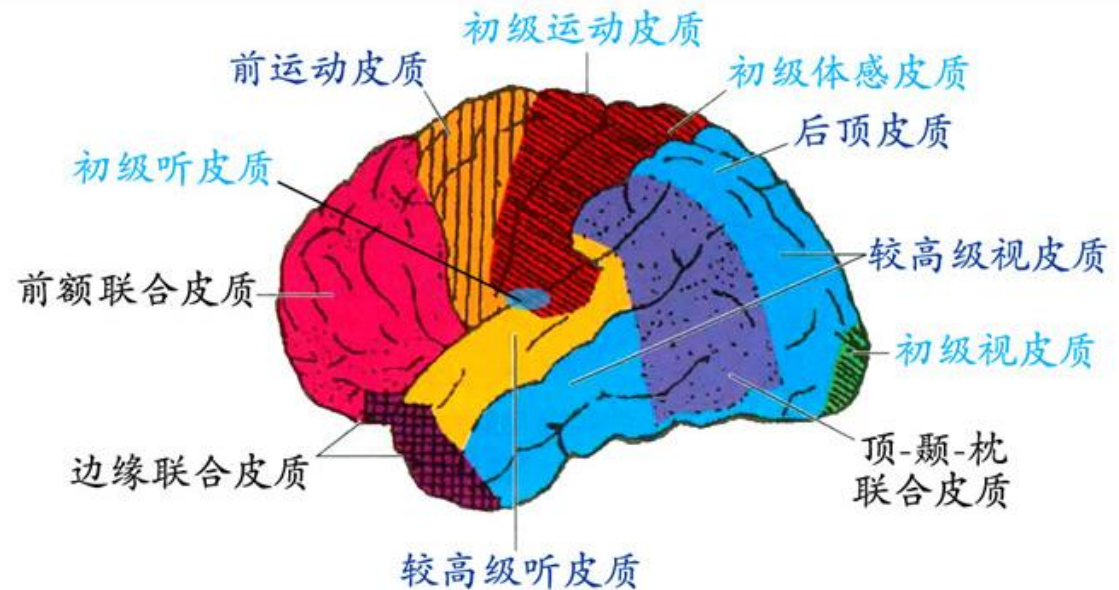
- ✓ pyramidal tract
- ✓ Thalamic radiation
- ✓ ...





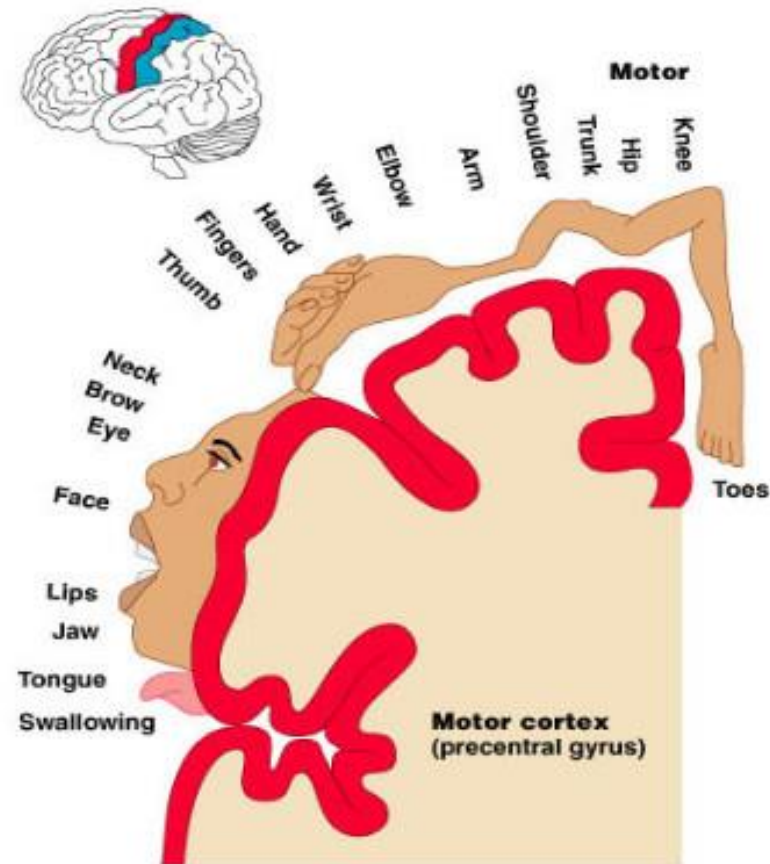
- 根据大脑皮质的结构与功能，将其分为躯体运动、躯体感觉、视觉和听觉等区，功能相对明确的部位称为**中枢center**，功能相对不明确的称为**哑区silent area**
- 各功能的主要投射部位为**中心区**，其周围的皮质称为**边周区**。边周区与中心区结构相似，功能也受其控制。各边周区之间的脑区称**联络区associational area**。它们多集中在额叶前部，顶、枕叶的中部和颞叶的中、下部等处。在种系发生上联络区是晚出现的，在人脑极为广阔，联系广泛，一般认为是高级的皮质，它们不局限于某种功能，而是完成高级的神经精神活动。联络区在高等动物显著增加

- 额叶的联络区：功能与躯体运动、发音、语言及高级思维运动有关
- 顶叶的联络区：功能与躯体感觉、味觉、语言等有关
- 枕叶的联络区：功能与视觉信息的整合有关
- 颞叶的联络区：功能与听觉、语言和记忆功能有关
- 边缘叶与内脏活动有关

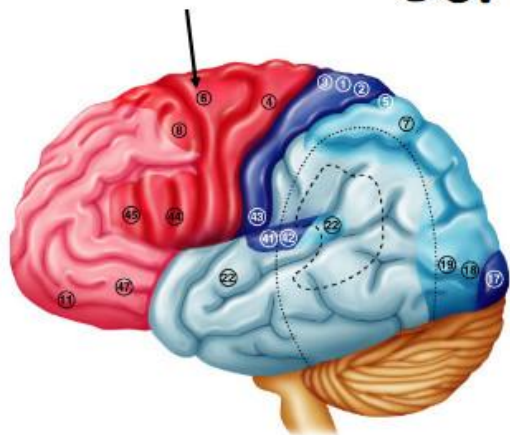




# Motor Homunculus

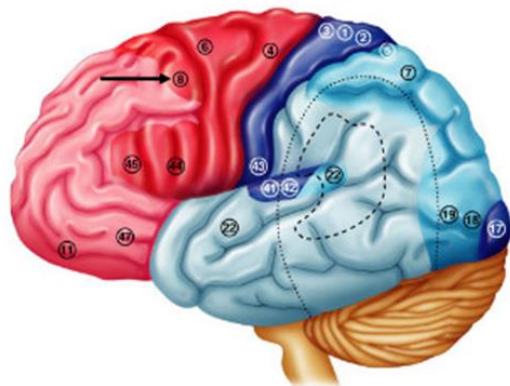


## Motor Areas - Premotor Cortex



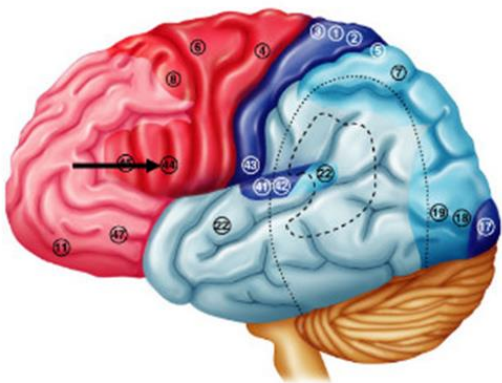
中央前回的前方  
控制更复杂的动作  
参与动作的计划性

## Motor Areas - Frontal Eye Field



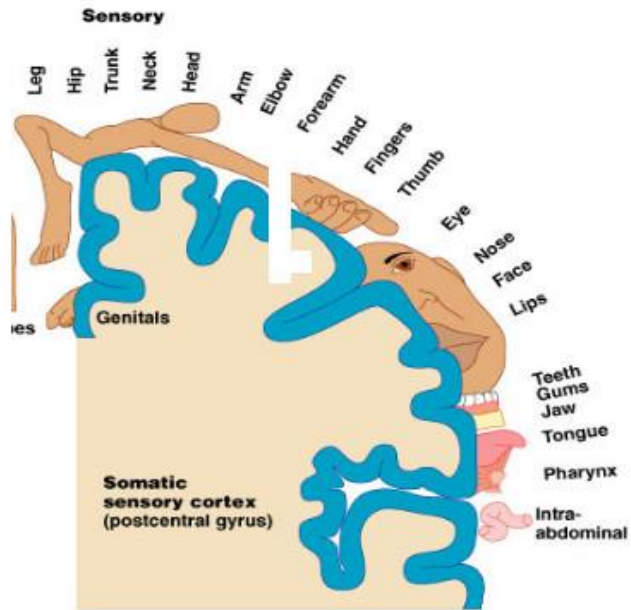
- 位于前运动皮层前方
- 控制眼球的随意运动
  - 尤其与眼球的追随运动有关

## Motor Areas - Broca's Area



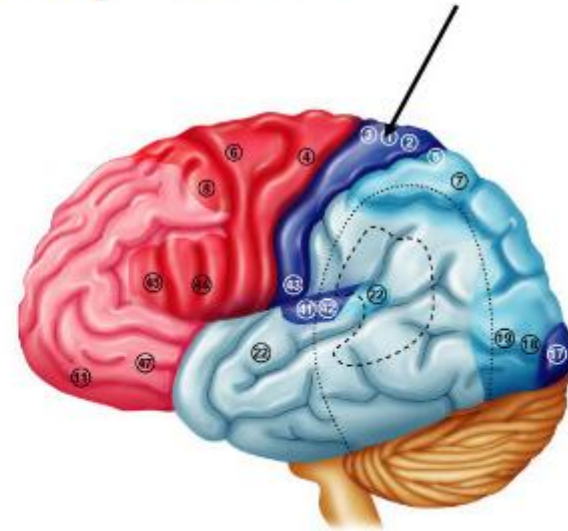
- 位于左侧大脑半球
- 语言的产生

## Sensory Areas - Sensory Homunculus



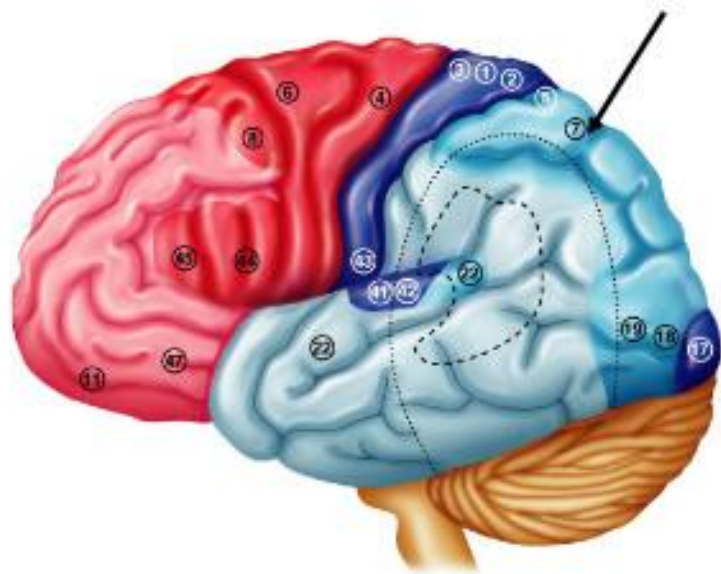
## Sensory Areas - Primary Somatosensory Cortex

- 位于中央后回或顶叶
- 一般躯体感觉



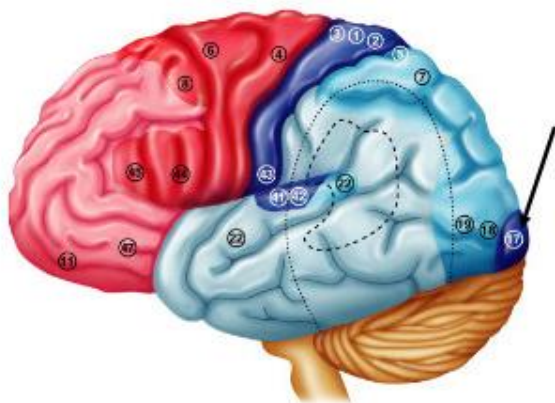
## Sensory Areas - Somatosensory Association Area

- 位于初级躯体感觉皮层后方
- 整合各种感觉传入
  - 触压觉、其它感觉
- 利用以往储存的感觉体验



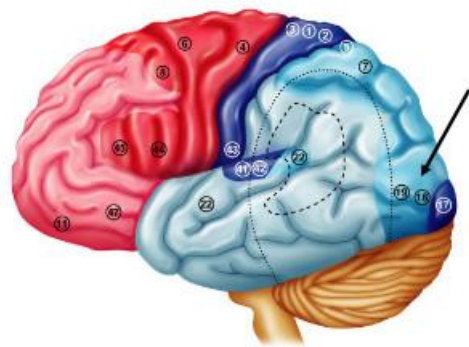
## Sensory Areas - Primary Visual Cortex

- 初级视觉皮层
  - 距状沟深部
    - 枕叶的后正中
  - 接受来自视网膜的视觉信息
  - 视觉传入的第一个加工区



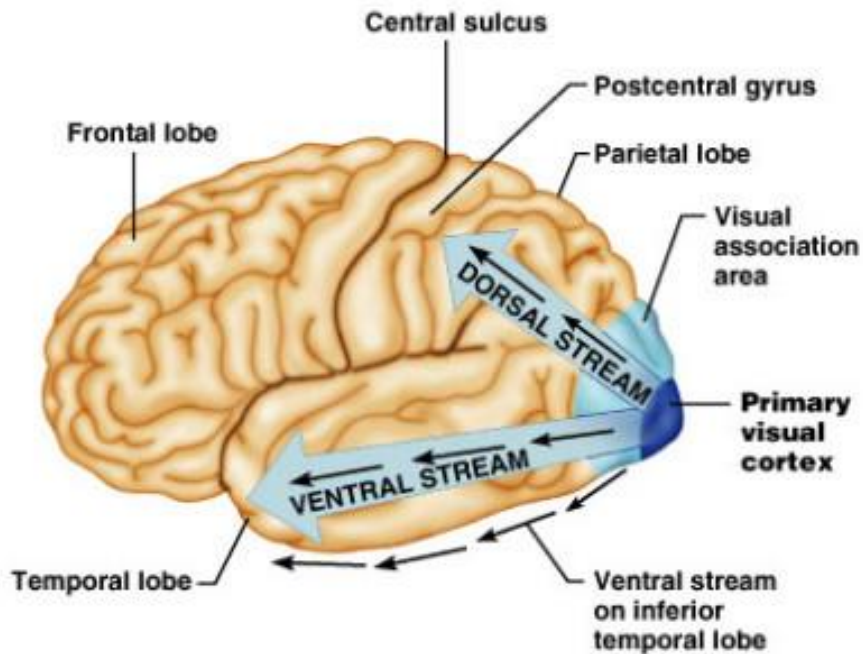
## Sensory Areas - Visual Association Areas

- 视觉联络区
  - 初级视觉区周围
  - 继续加工视觉信息
  - 复杂的视觉信息加工
    - 颞叶和顶叶的参与
- 接近30个皮层区域参与
- 两条通路进行视觉信息的加工



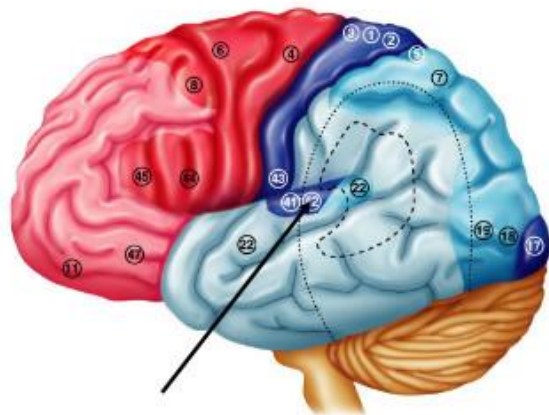
## Sensory Areas - Ventral and Dorsal Streams

- 腹侧通路- 进入颞叶下部  
- 负责物体、文字、面孔的识别, 即是什么
- 背侧通路- 延伸至中央后回  
- 感知空间关系, 即在哪里



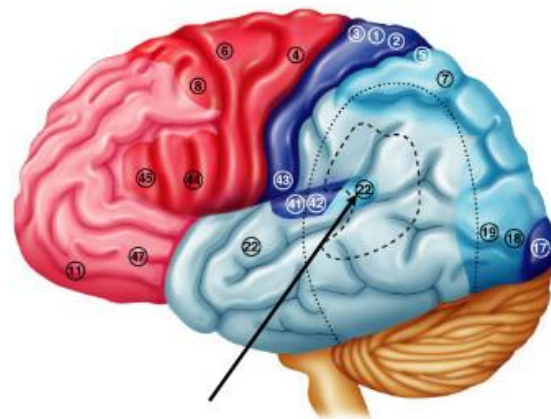
## Sensory Areas - Primary Auditory Cortex

- 初级听觉皮层
  - 功能 - 声音的感知
  - 位于颞叶上部的边缘



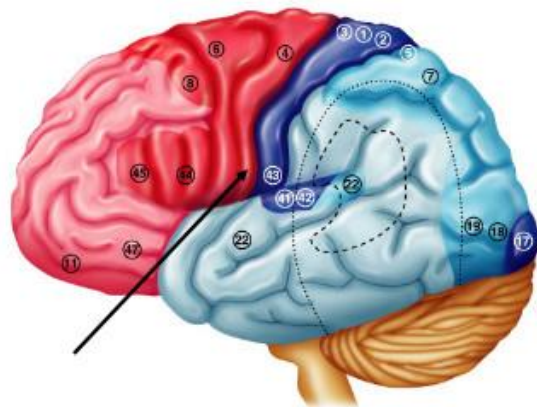
## Sensory Areas - Auditory Association Areas

- 听觉联络区
  - 位于初级听觉皮层后方
  - 评价不同的声音



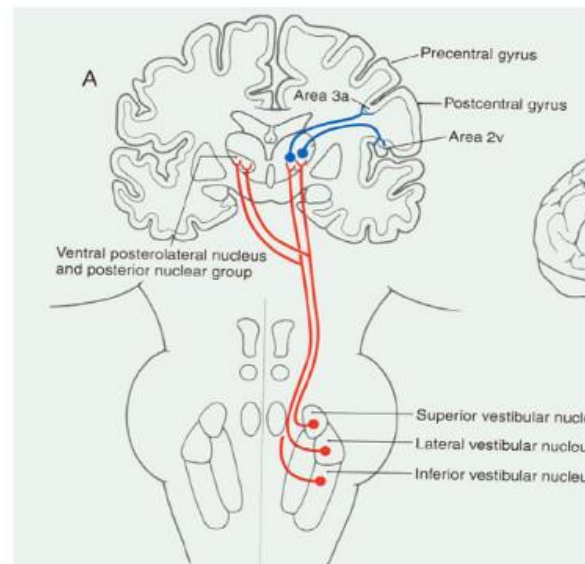
## Sensory Areas - Gustatory Cortex

- 对味觉刺激的感知
- 位于外侧裂的顶点, 颞叶海马回和岛叶的前部



## Sensory Areas - Vestibular Cortex

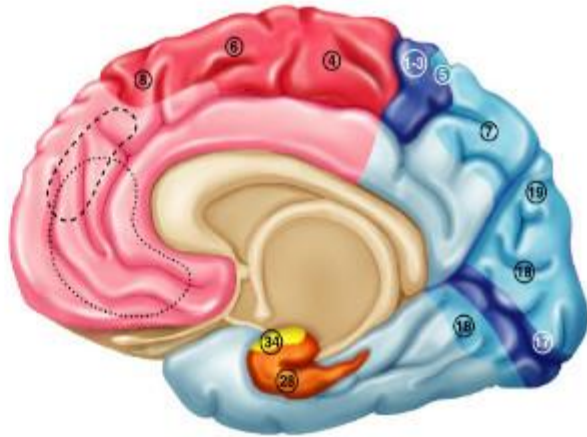
- 位于岛叶的后部
- 外侧裂的深部





## Sensory Areas - Olfactory Cortex

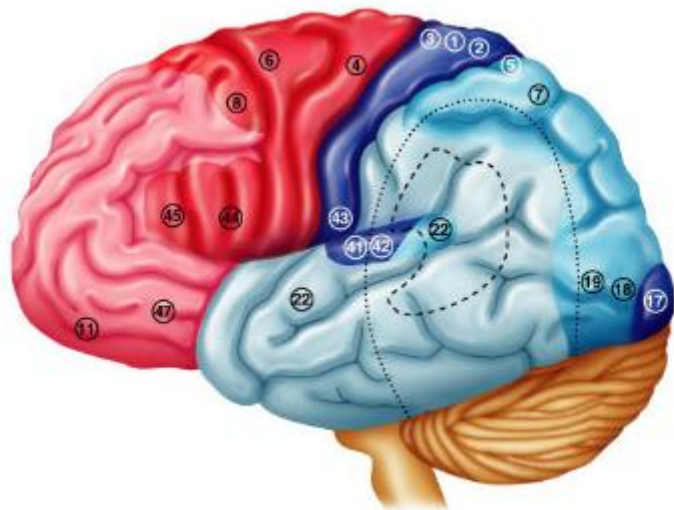
- 位于大脑的内侧面-梨状区(海马回的前端和沟回, Brogmann34区)
- 由嗅神经传递冲动到嗅皮层
- 对气味的感知



- 与边缘系统有密切关系
  - 气味可以触发情绪
- 眶额叶皮层
  - 与特殊气味的有意识的识别和回忆有关

## Association Areas - Prefrontal Cortex

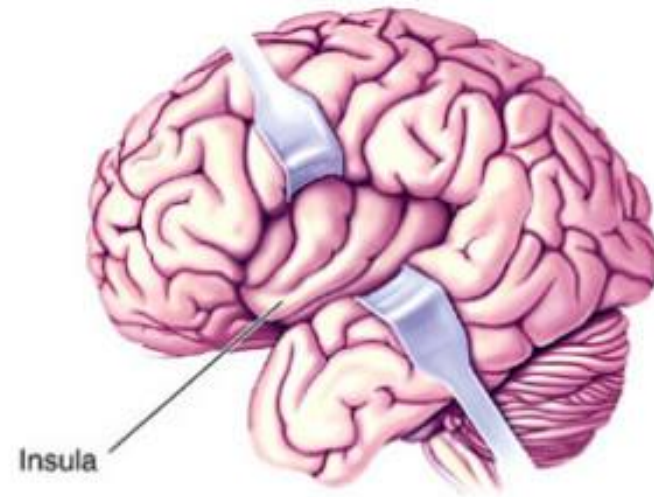
- 额叶运动区之前广泛的区域



- 执行认知功能
  - 思维和知觉的所有方面
  - 信息的记忆和回忆
  - 解决问题
  - 情绪
  - 与前脑的边缘部分有密切的联系

## Association Areas - Insula

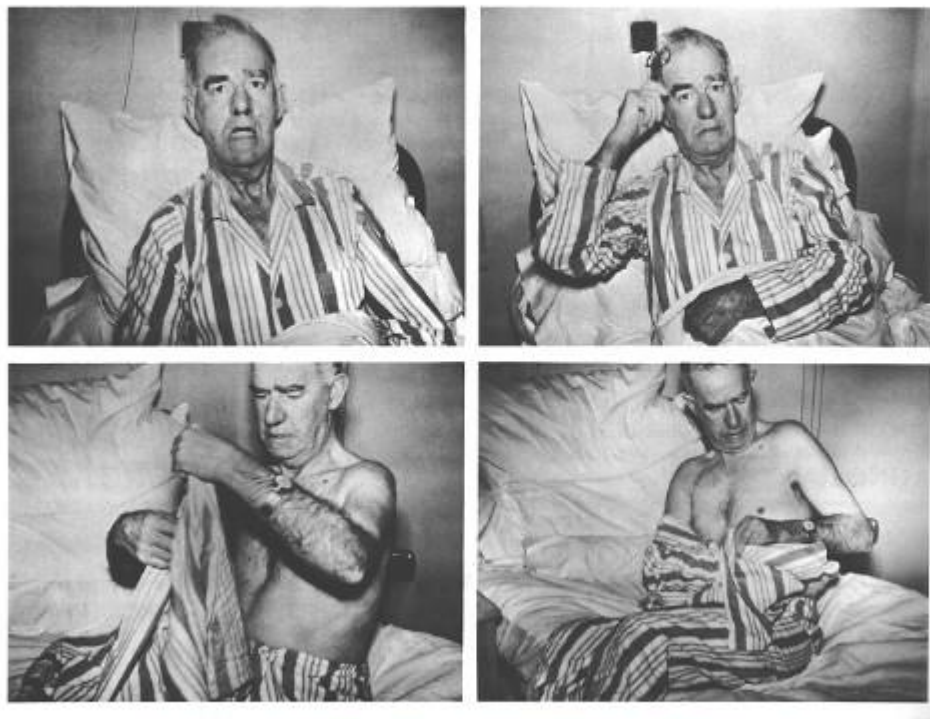
- 岛叶的皮层功能 – 尚未清楚
- 某些部分与语言 and 平衡觉有关
- 其它部分 – 内脏功能
  - 可以感知的部分
    - 胃部不适
    - 膀胱充盈
    - 嗅觉的某些方面



## 联络区病变

- ❖ 失认症 (Agnosia)
  - 触觉失认 Tactile agnosia
  - 视觉失认 Visual agnosia
  - 失读 Alexia
  - 听觉失认 Auditory agnosia
- ❖ 失用症 Apraxia
- ❖ 失语症 Aphasia
  - Wernicke's (receptive) ap
  - Broca's (Motor) aphasia
  - conduction aphasia
  - global aphasia

## 失用症

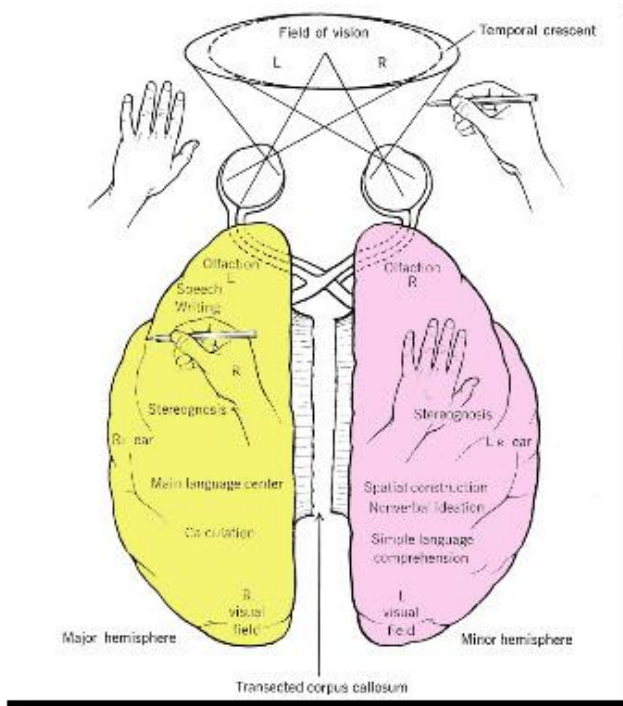


患者肌肉功能正常，但不能执行随意运动

## Lateralization of Cortical Functioning

- 两侧大脑半球分别控制对侧身体
- 两侧半球分别负责不同的认知功能
  - 左侧大脑半球
    - 语言能力、数学和逻辑
  - 右侧大脑半球
    - 视空间技巧
    - 面部表情的理解
    - 直觉、情绪、艺术和音乐技巧

语言  
口语  
书写  
数学  
逻辑



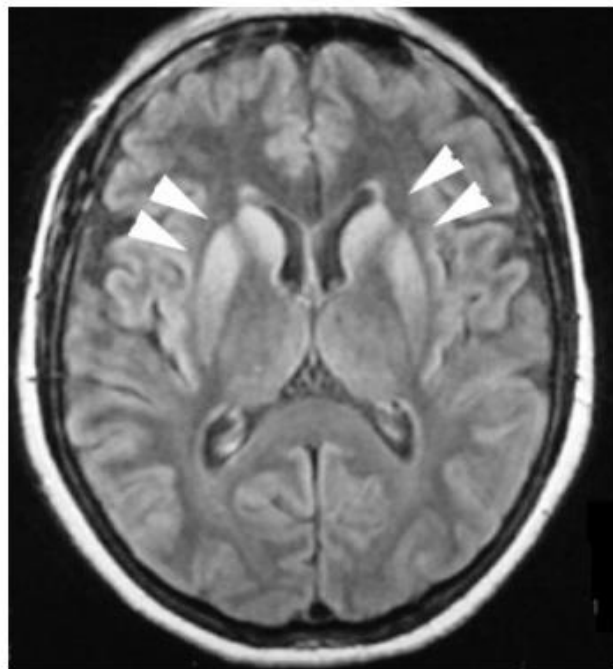
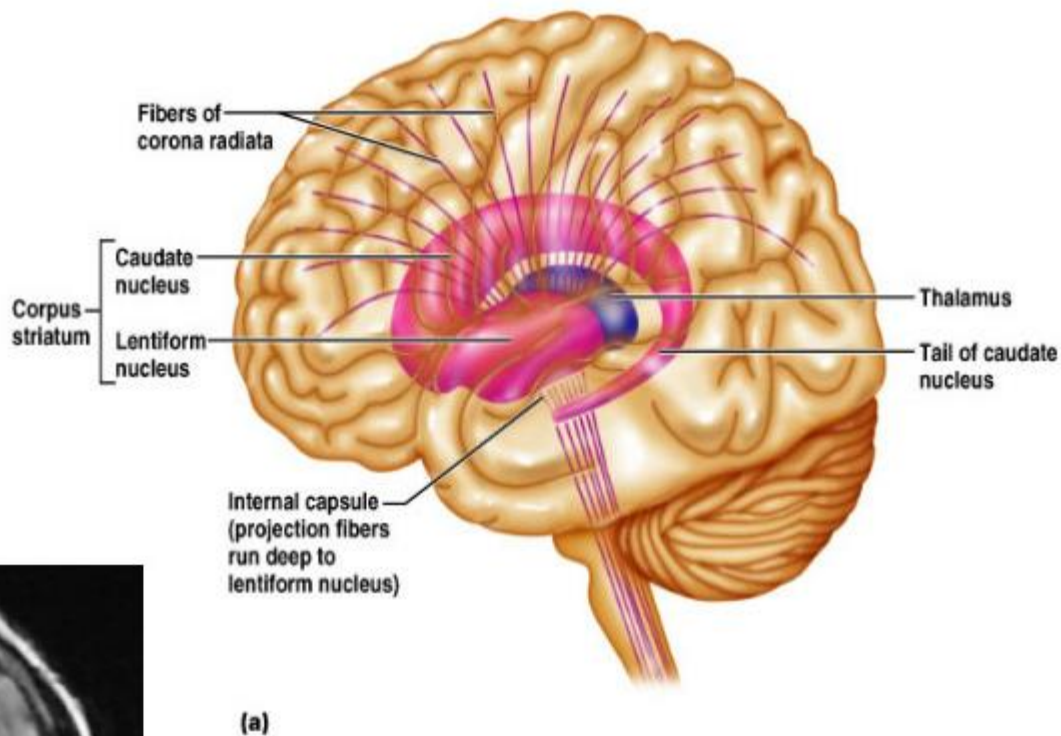
视空间技巧  
直觉  
情绪  
艺术  
音乐技巧

# Deep Gray Matter of the Cerebrum

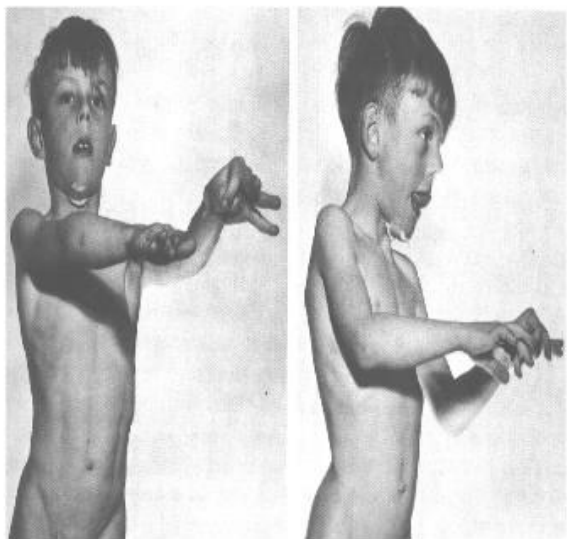
- 包括
  - 基底前脑核团（隔核） –与记忆有关
  - 基底神经节 – 与运动的控制有关
  - 屏状核 –功能不清楚
  - 杏仁核 – 位于大脑，但是目前认为是边缘系统的一部分

## Basal Ganglia

- 与大脑皮层共同来控制运动
- 接受多个皮层的传入
- 功能
  - 启动、终止和调节随意运动的强度



## SYDENHAM'S CHOREA — 小舞蹈病



杂乱的、随机的、无目的的动作，主要累及肢体、面部、舌等部位

伴随肌张力低下

随意运动时舞蹈样动作增强

通常数月内可自行恢复

**主要的病变部位**

大脑皮层、基底节、脑干、小脑

## Huntington's Chorea



常染色体显性异常

慢性致死性疾病

中年隐袭起病

舞蹈样动作

伴随情绪障碍、智能衰退

**主要的病变部位**

纹状体 (尤其尾状核) 和大脑皮层



## Parkinson's Disease - Paralysis Agitans



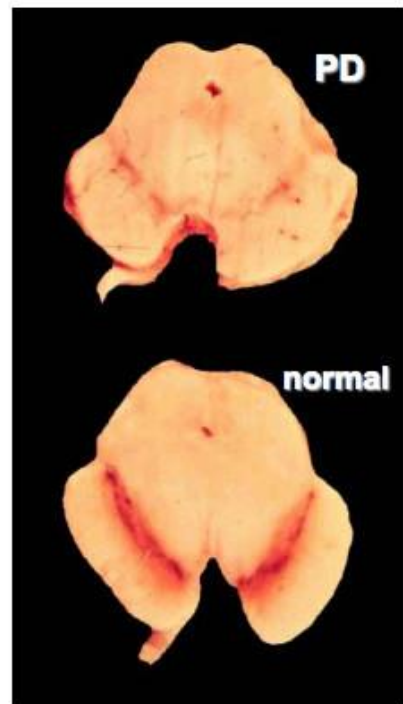
动作迟缓 (起动和停止困难)  
静止性震颤  
帕金森姿势及步态  
齿轮样强直

## Parkinson's Disease

主要病变部位

病变部位以中脑黑质最为明显

黑质多巴胺神经元变性、缺失



## Diencephalon – 间脑

- 位于脑干和大脑之间
- 周围包绕大脑半球
- 组成
  - 丘脑、下丘脑和上丘脑
- 两侧间脑之间是第三脑室
- 主要由灰质构成

## Thalamus-丘脑

- 占间脑的80%
- 由多个核团组成
- 发出轴突至大脑皮层
- 这些核团是传入的感觉信息的中继站

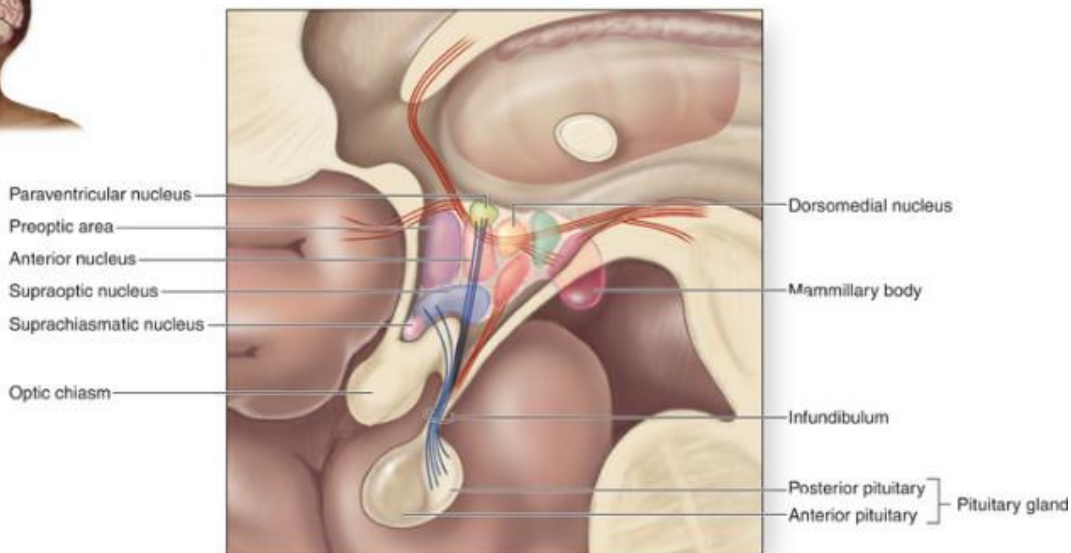
## Thalamus

- 传入冲动在丘脑集中，各种感觉的中继站，投射到大脑皮层
- 接受小脑、基底神经节和边缘系统的传入，控制运动
- 维持觉醒状态

## Hypothalamus-下丘脑

- 位于视交叉和乳头体之

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Sagittal section of hypothalamus

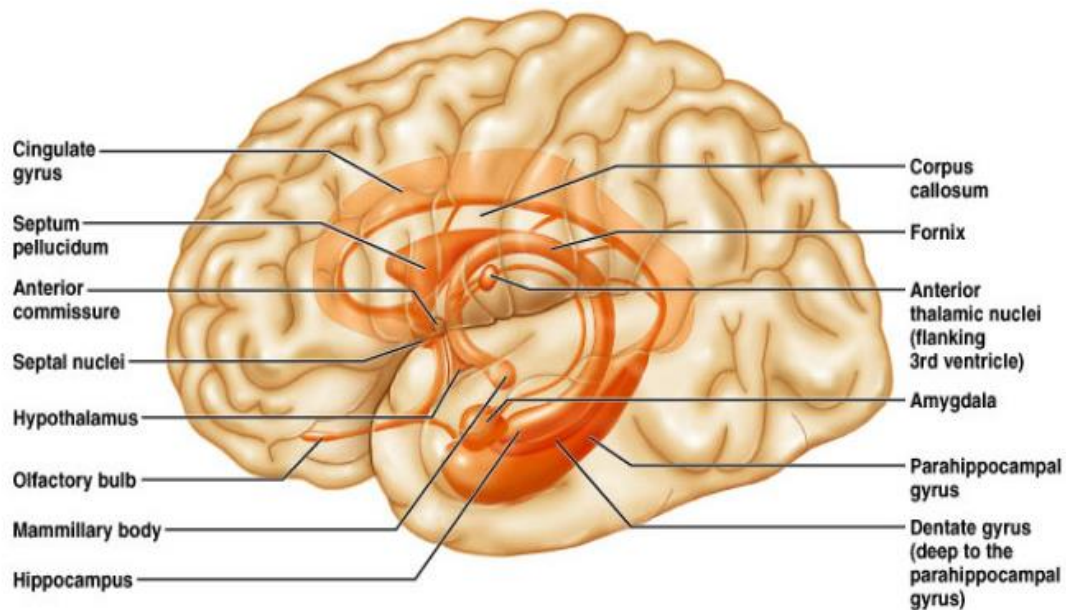
## Hypothalamus

- 功能

- 神经内分泌功能
- 控制自主神经系统 控制迷走神经背核和脊髓的交感系
- 调节体温 体温调节中枢位于该区域
- 摄食调节 进食中枢和饱食中枢
- 水平衡调节 抗利尿激素
- 调节睡眠觉醒周期 与脑干中缝系统、丘脑和边缘系统共同构成睡眠带
- 记忆的形成、控制行为、控制情绪反应
- 生殖调节

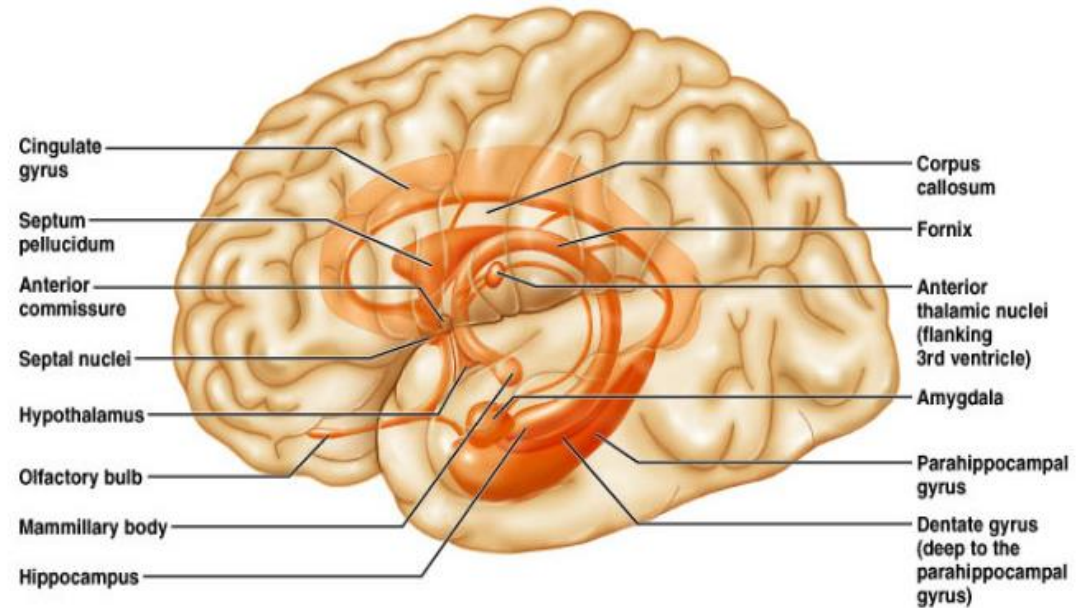
## Limbic System

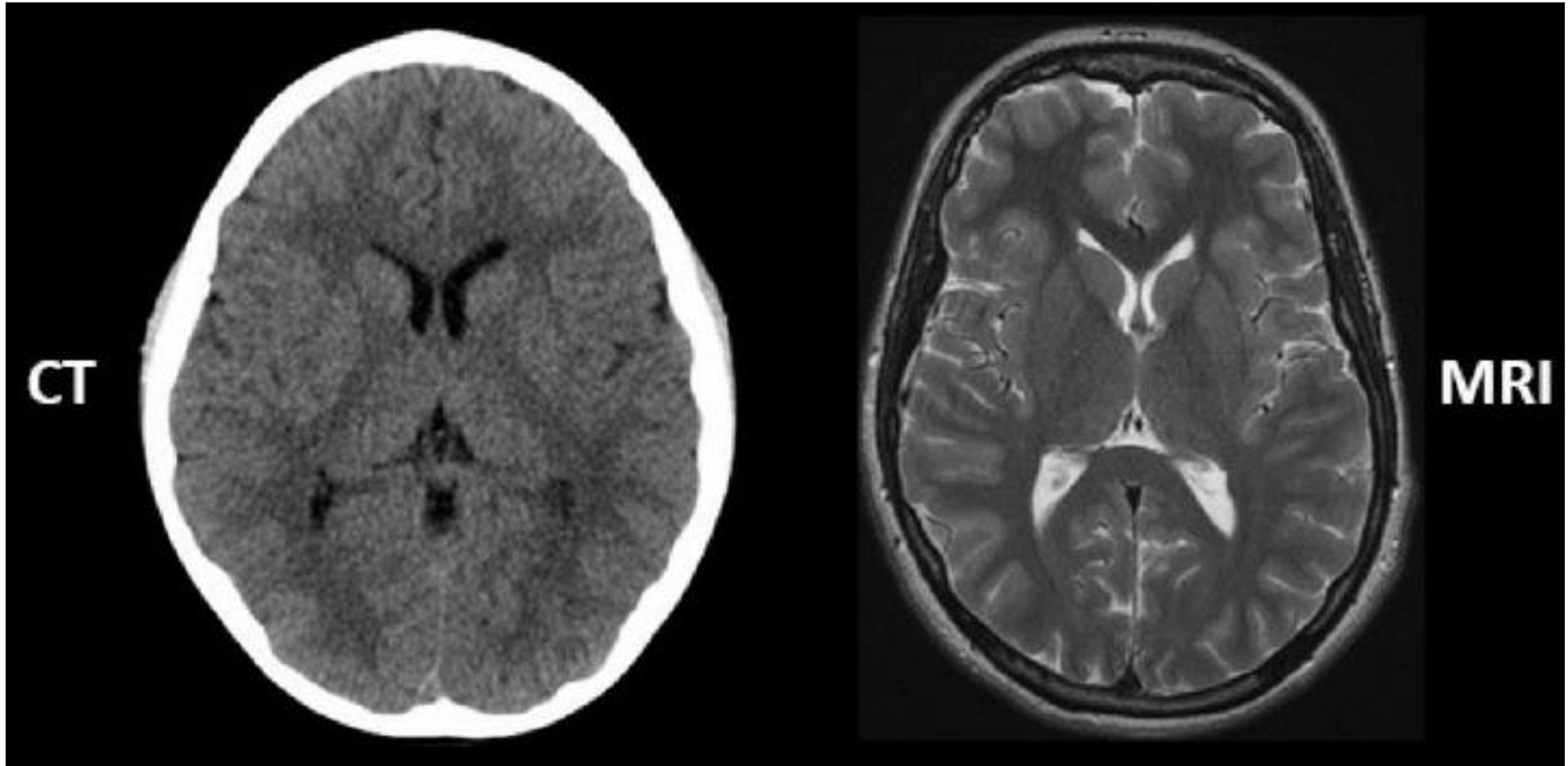
- 位置
  - 大脑半球的内侧部分
  - 也位于间脑中间
- 组成 (非常广泛)
  - 岛叶皮层、眶额部皮层、前颞叶皮层
  - 隔核,扣带回, 海马结构 (海马体、海马旁回)
  - 杏仁核
  - 丘脑下部、丘脑前核等
  - 中脑背盖、脚间核
- 穹隆和其它纤维束与边缘系统相连

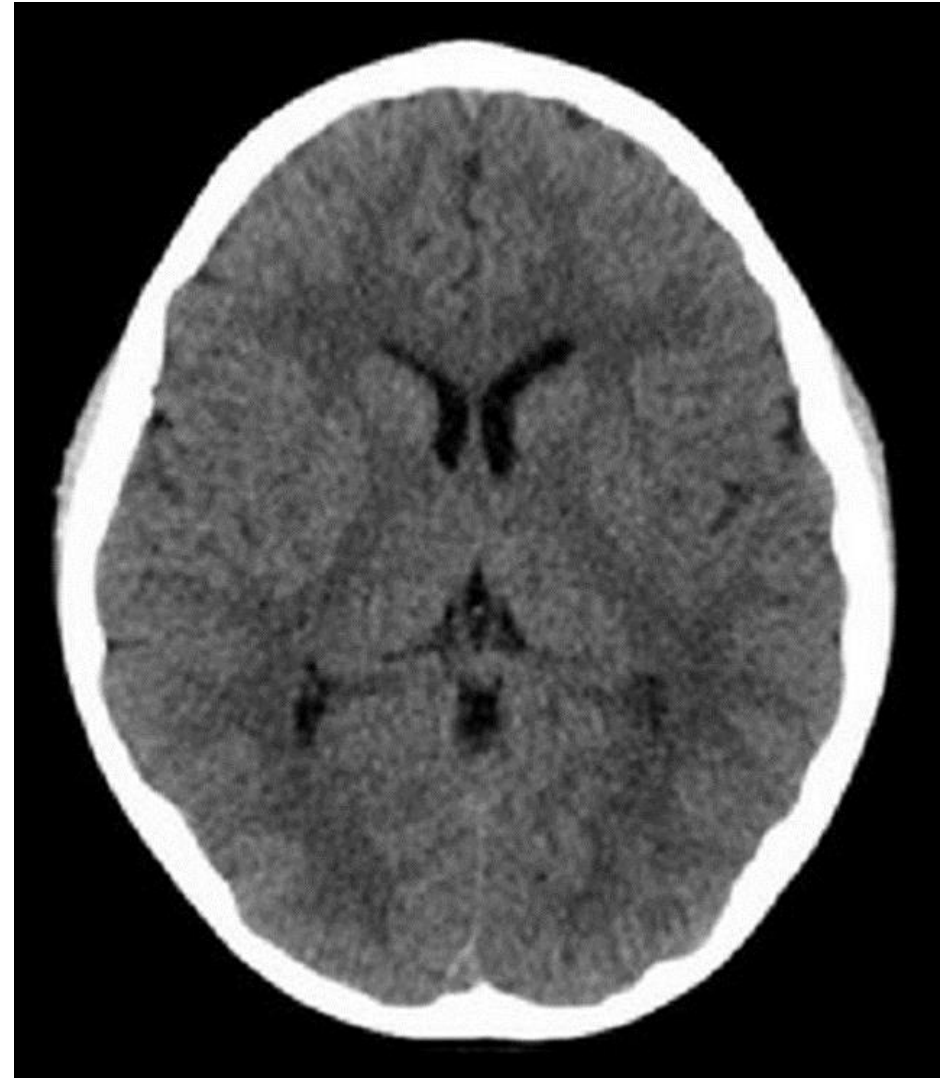
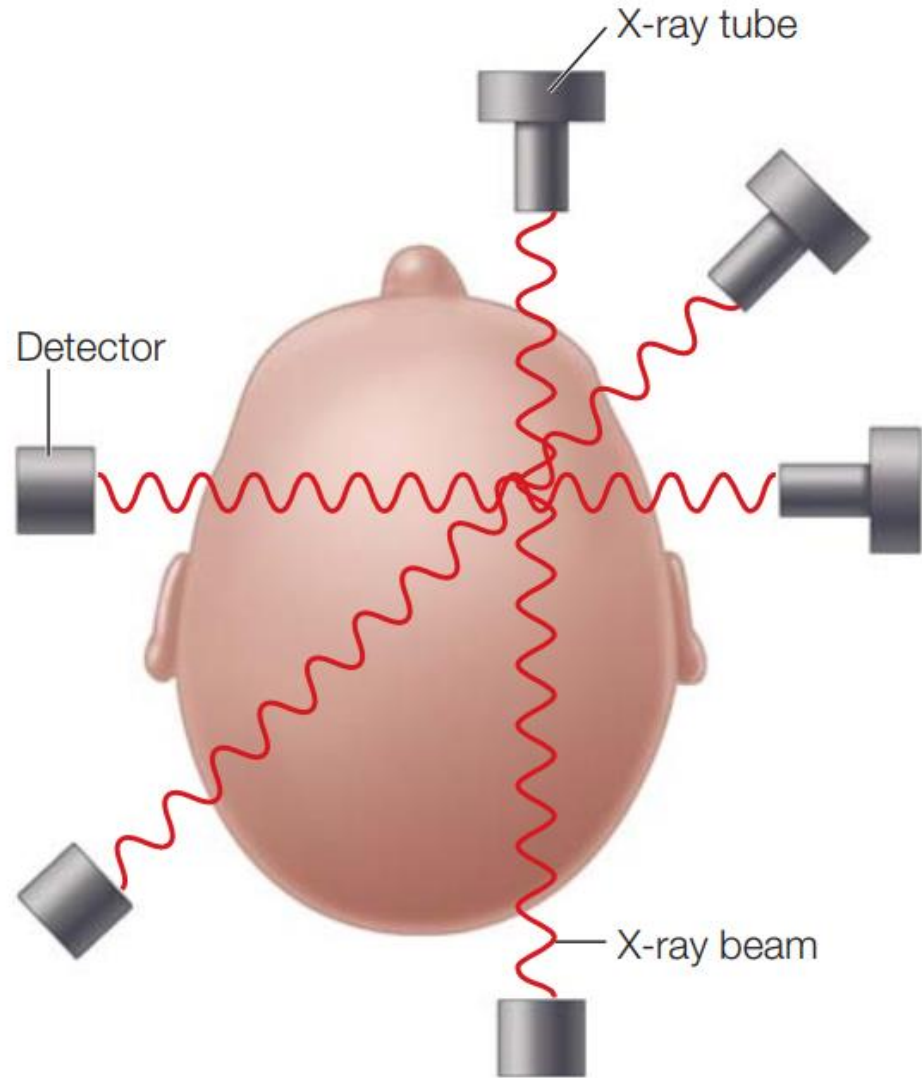


## Limbic System Function

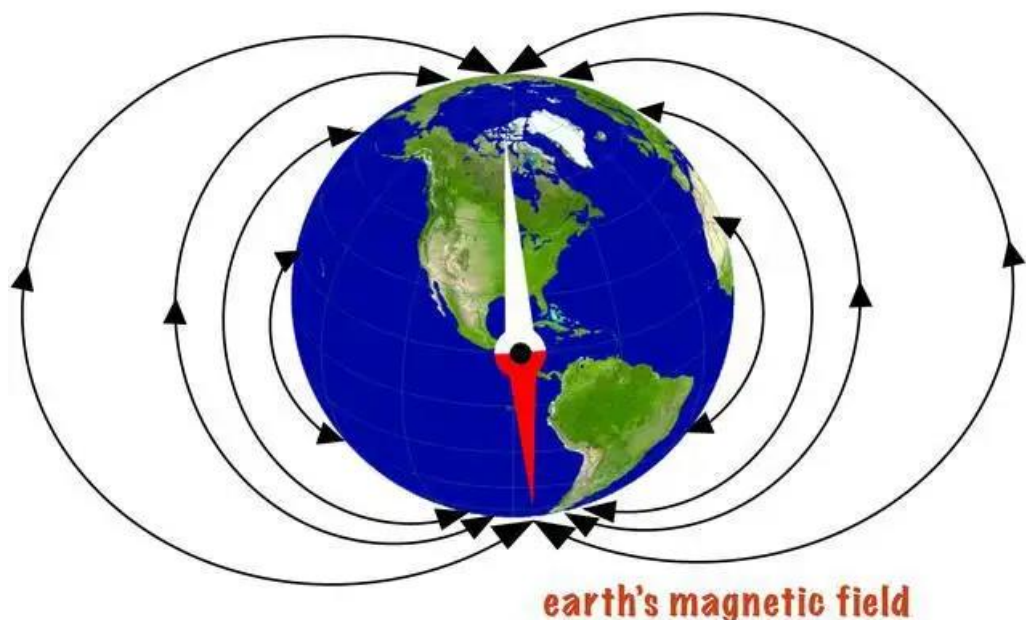
- 情绪、情感行为 (杏仁核)
- 愿望、动机、有目的的行为 - 前额部皮层
- 维持个体的存在 (摄食)、维持种群的存在 (性活动) - 下丘脑
- 记忆和学习 - 海马结构





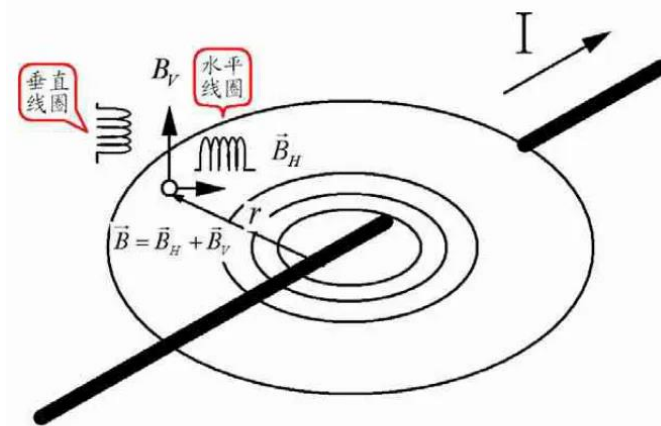
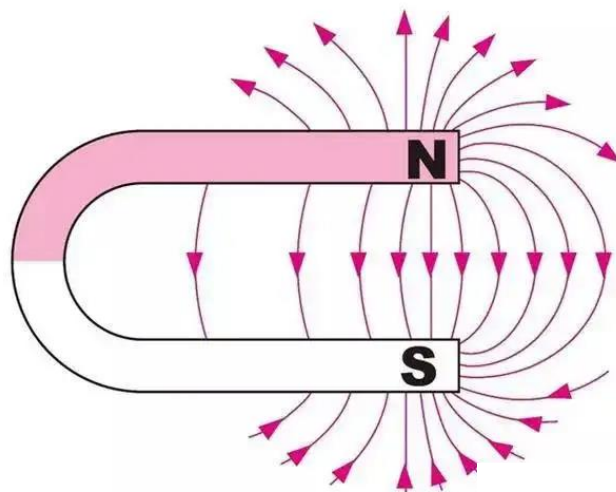






在赤道附近的磁场强度是0.3高斯

北级是0.7高斯



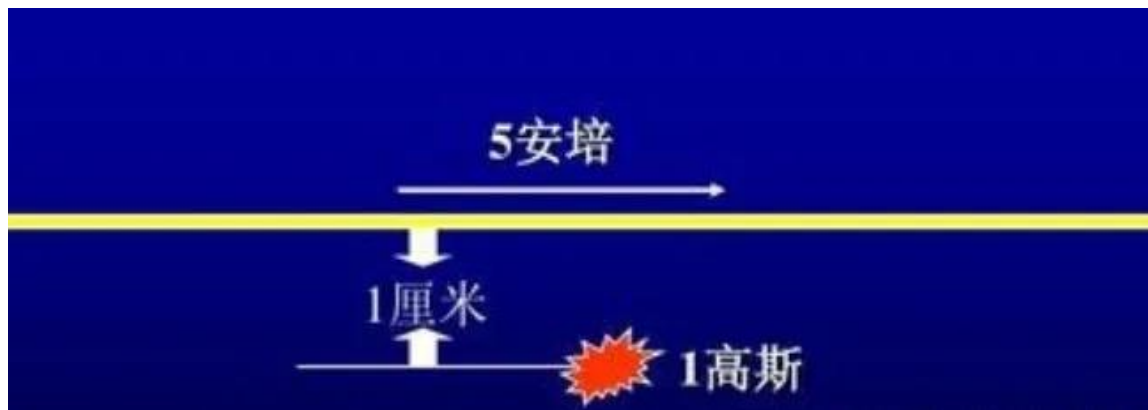
导线周围的感应电磁场

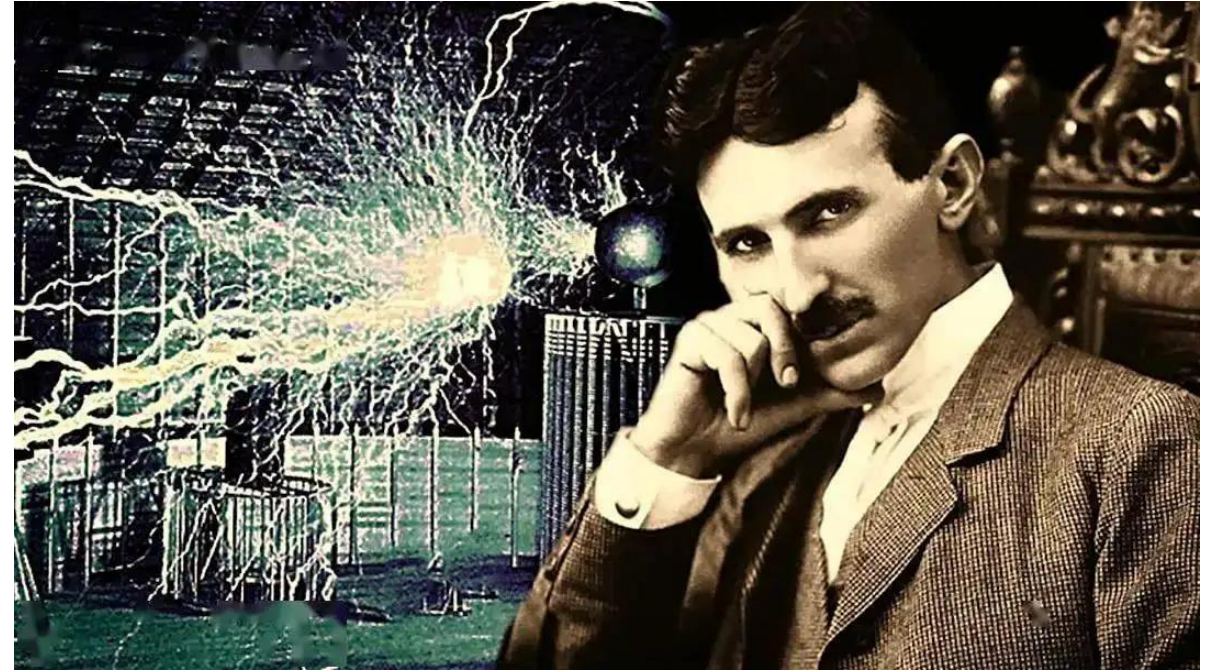


## 高斯 (Gauss)

德国数学家

1832年, 高斯建立了地磁场的球谐分析方法, 证实了关于地磁场起源于地球本身的论断, 奠定了地磁场分析的理论基础。为了纪念他, 磁场强度的单位以他的名字来命名



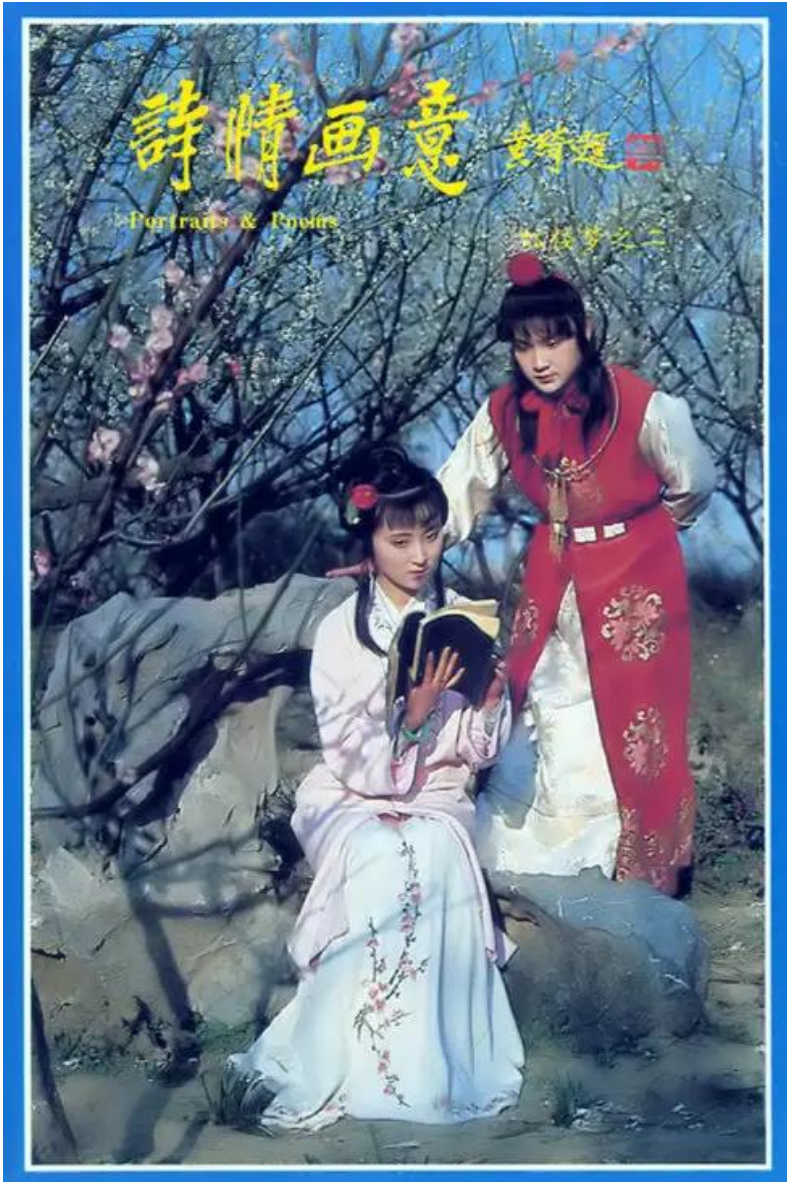


美籍塞尔维亚发明家、机械工程师、电气工程师，是旋转磁场的原理及其应用的先驱。磁共振的信号探测，就用到了旋转磁场

0.5T磁共振，1.5T磁共振，3.0T磁共振，7.0T磁共振

T 的全称是Tesla(特斯拉)；磁场的强度单位；特斯拉是标准国际单位

$1\text{T}=10000\text{Gs}$      $1\text{T}=1000\text{mT}$      $1\text{mT}=10\text{Gs}$



贾宝玉：女儿是水作的骨肉，男人是泥作的骨肉。我见了女儿，我便清爽，见了男子，便觉浊臭逼人

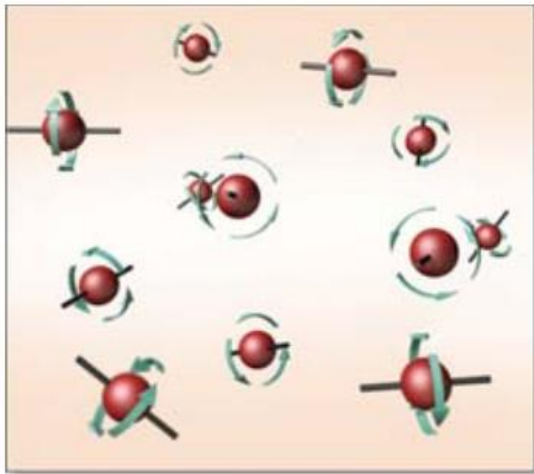
成年男性体内水含量约占体重的60%

女性约为50%-55%

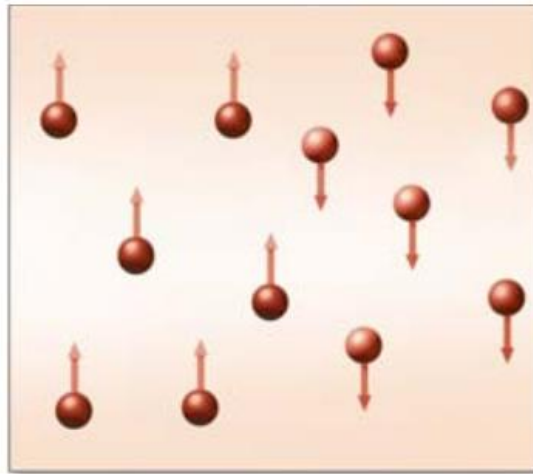
男女体内脂肪、肌肉比例不同，男性以肌肉为主，女性以脂肪为主，而肌肉组织的含水量相对较高，脂肪组织的含水量相对较低

磁共振最常用的核是氢原子核质子 ( $^1\text{H}$ )

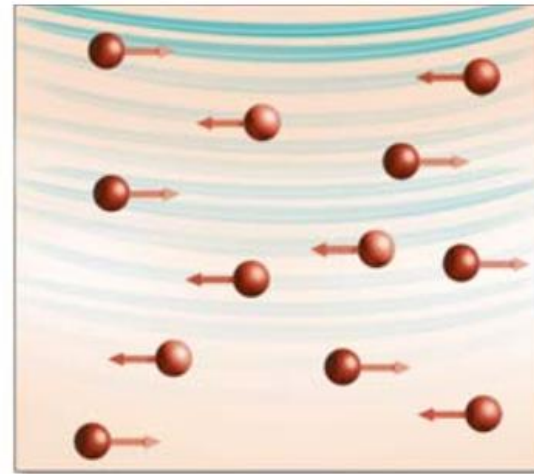
信号最强，在人体组织内也广泛存在



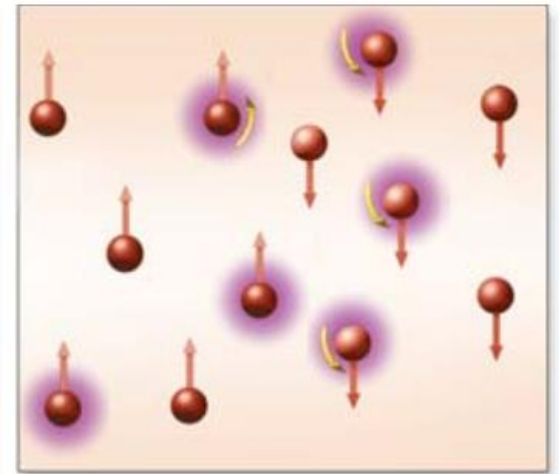
In normal state, the orientation of spinning protons is randomly distributed.



Exposure to the magnetic field of the MRI scanner aligns the orientation of the protons.

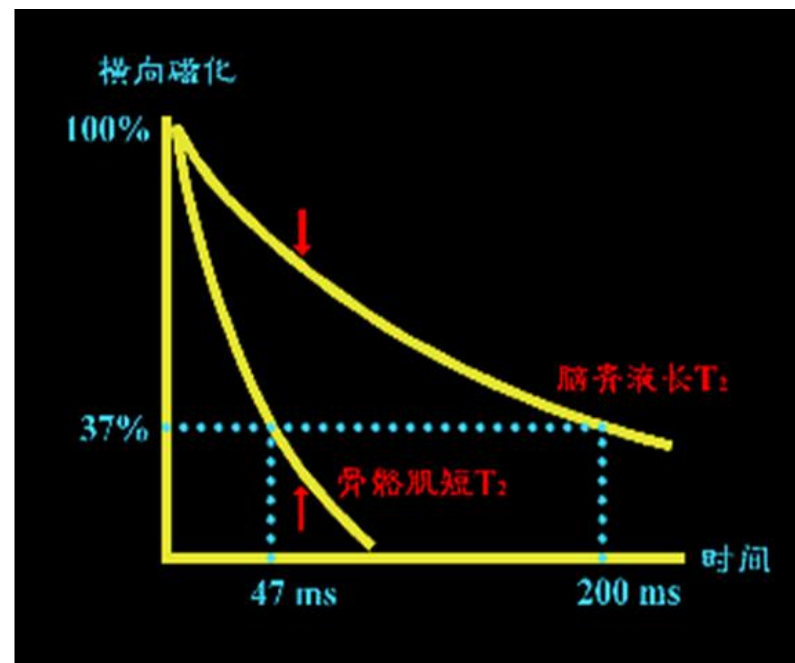
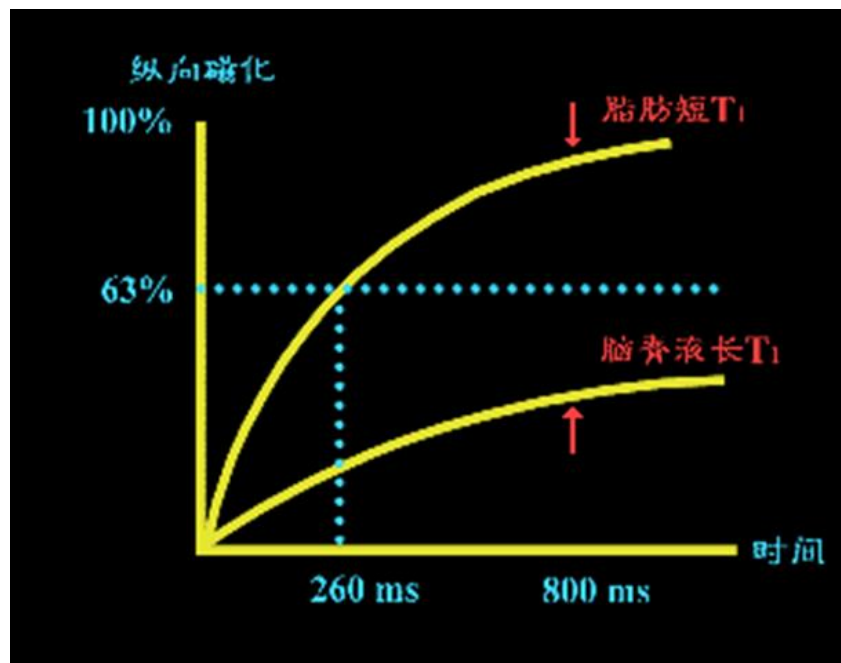


When a radio frequency pulse is applied, the axes of the protons are shifted in a predictable manner and put the protons in an elevated energy state.



When the pulse is turned off, the protons release their energy as they spin back to the orientation of the magnetic field.

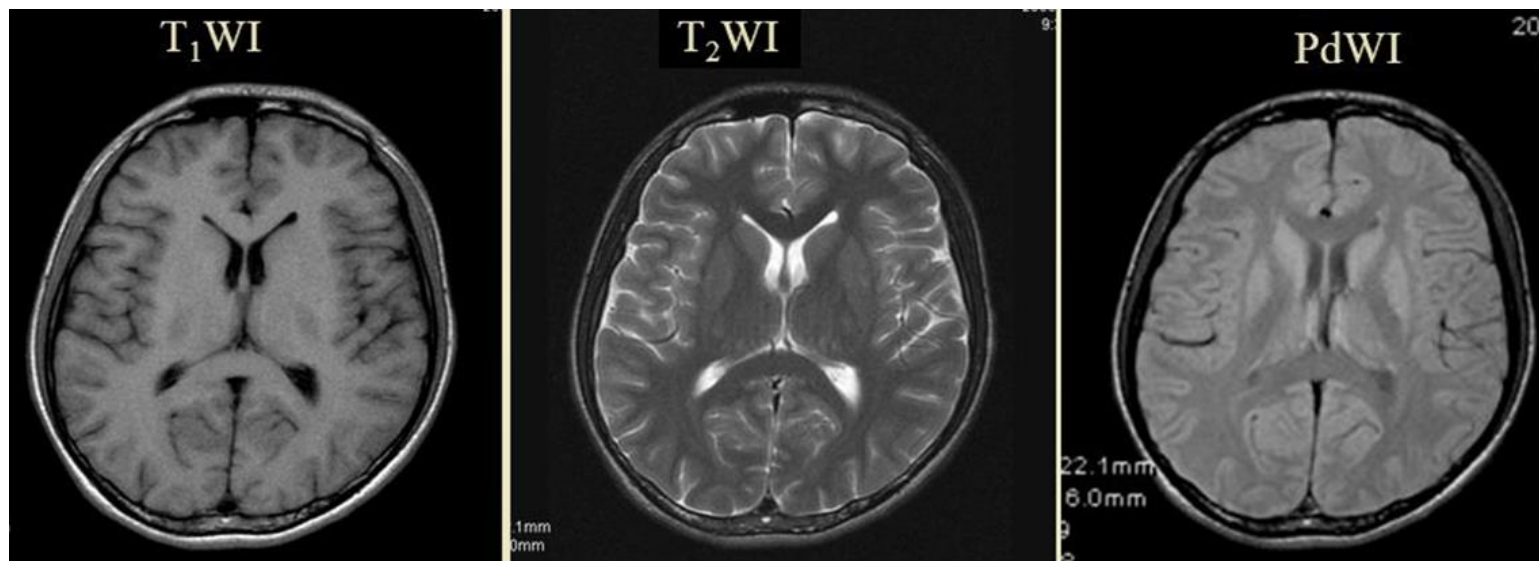
磁共振成像的基本原理是将人体置于特殊的磁场中，用无线电射频脉冲激发人体内氢原子核，引起氢原子核共振，并吸收能量。在停止射频脉冲后，氢原子核按特定频率发出射电信号，并将吸收的能量释放出来，被体外的接受器收录，经电子计算机处理获得图像，这就叫做核磁共振成像（magnetic resonance imaging, MRI）



人体不同器官的正常组织与病理组织的T<sub>1</sub>是相对恒定的，并有一定的差别，T<sub>2</sub>也是如此  
这种组织上弛豫时间上的差别是MR成像的基础

正常颅脑的 $T_1$ 与 $T_2$ 值 (ms)

组织	$T_1$	$T_2$	组织	$T_1$	$T_2$
大脑	600	100	脑脊液	<b>1155</b>	<b>145</b>
胼胝体	380	80	头皮	235	60
脑桥	445	75	脊髓	320	80
小脑	585	90			

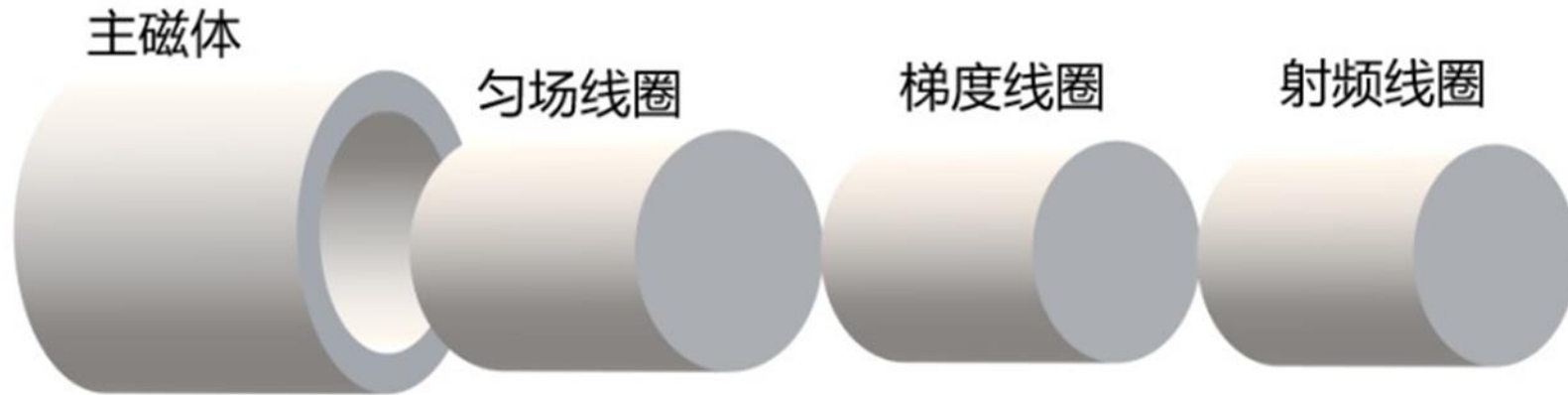
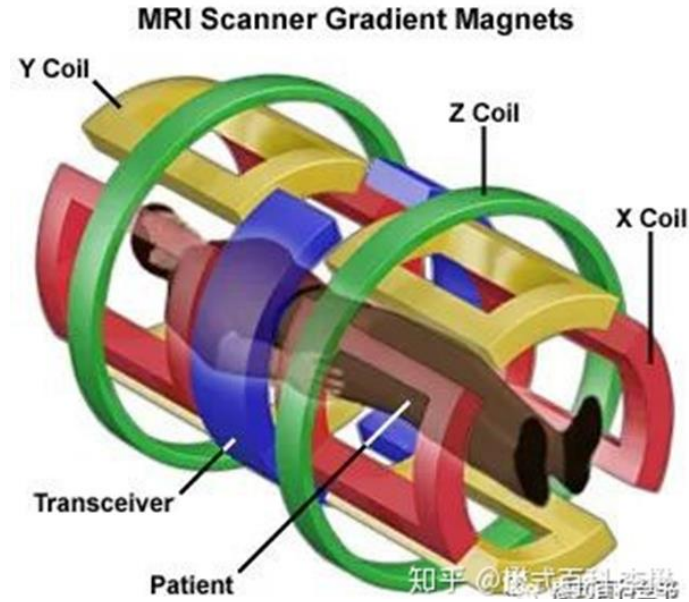


加权图像：主要由组织的某种成像参数的差别所形成的图像称为某种参数的加权图像

如由T1差别形成的图像称为T1加权图像（T1 weighted image, T1WI），同理则有T2加权图像（T2WI）、质子密度加权图像（PdWI）等等



- 磁体系统
- 梯度系统
- 射频系统
- 计算机系统



## 一、磁体系统

- 主磁体 ( $B_0$ ): 产生静磁场, 使组织磁化 (MZ)
- 主磁场场强采用高斯 (Gauss, G) 或特斯拉 (Tesla, T) 来表示,  $1T=10000G$ 
  - ✓ 永磁型
  - ✓ 电磁型
    - ✓ 常导型
    - ✓ 超导型

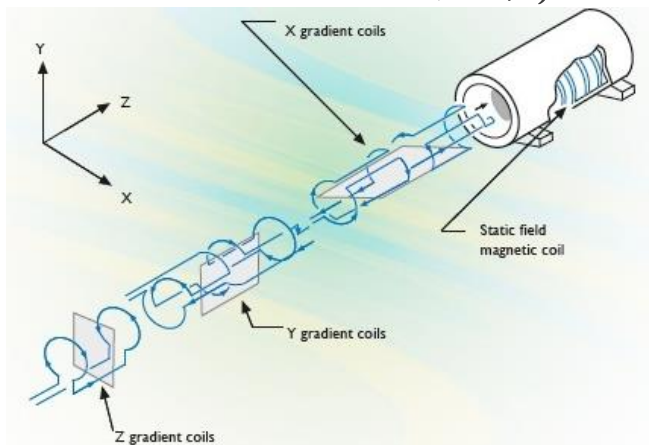
## 一、磁体系统

- 主磁体—永磁型  
永磁材料制作，场强较低，0.2-0.5T
- 主磁体—常导型  
用铜线成空心线圈并加大电流产生磁场
- 主磁体—超导型  
由超导材料制成，在低温条件下  
( $-270^{\circ}$ )，线圈对电流失去阻力。  
通电一次，电流就持久在线圈内流动，  
形成恒定磁场



## 二、梯度系统

- 主要由梯度线圈、梯度控制器、数模转换器（DAC）、梯度放大器（又称梯度电源）和梯度冷却系统等部分组成
- 引进梯度磁场来改变MRI成像空间各点的磁场强度，再用适当的电磁波照射这一物体，这样根据物体释放出的电磁波就可以绘制成物体某个截面内部的二维核磁共振图像
- 梯度线圈绕在主磁体和匀场补偿线圈内，按三个基本轴线X、Y、Z轴方向设计



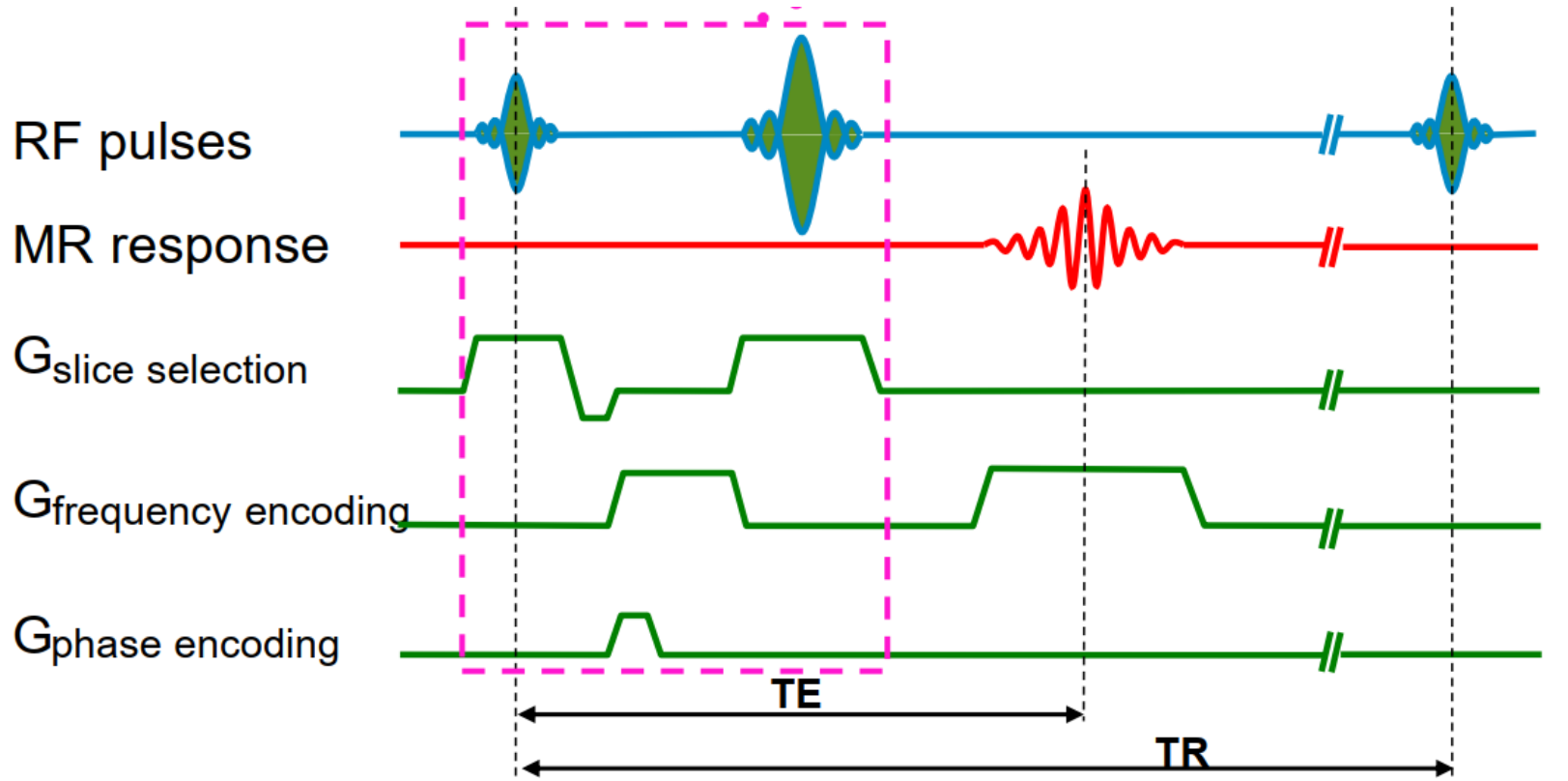
## 三、射频系统

- 发射射频脉冲 (Radio frequency)，将能量转递给质子，使质子吸收能量并产生共振，同时又作为接受线圈，接受质子弛豫时释放的信号
- ✓ 发射线圈
- ✓ 接收线圈

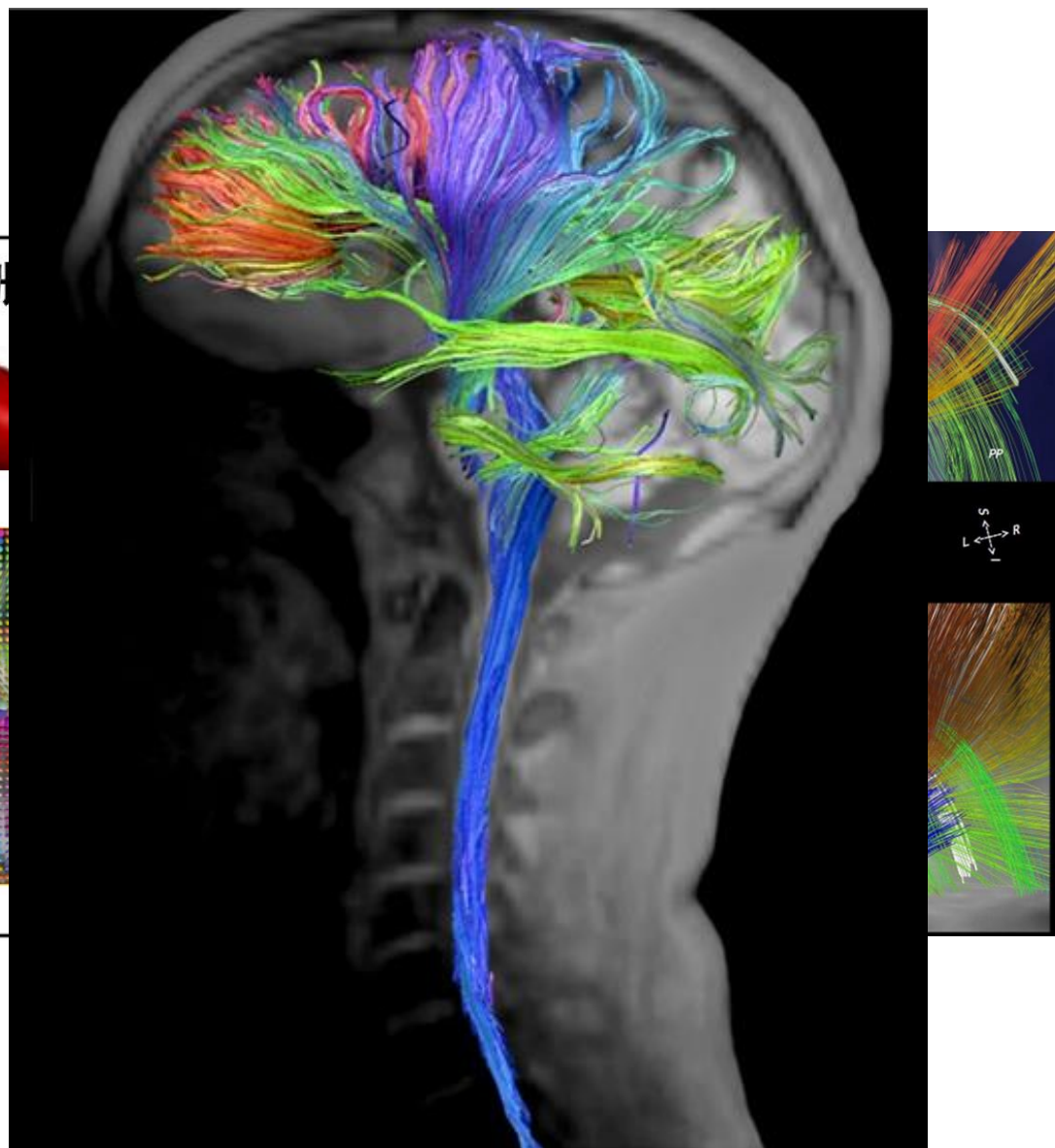
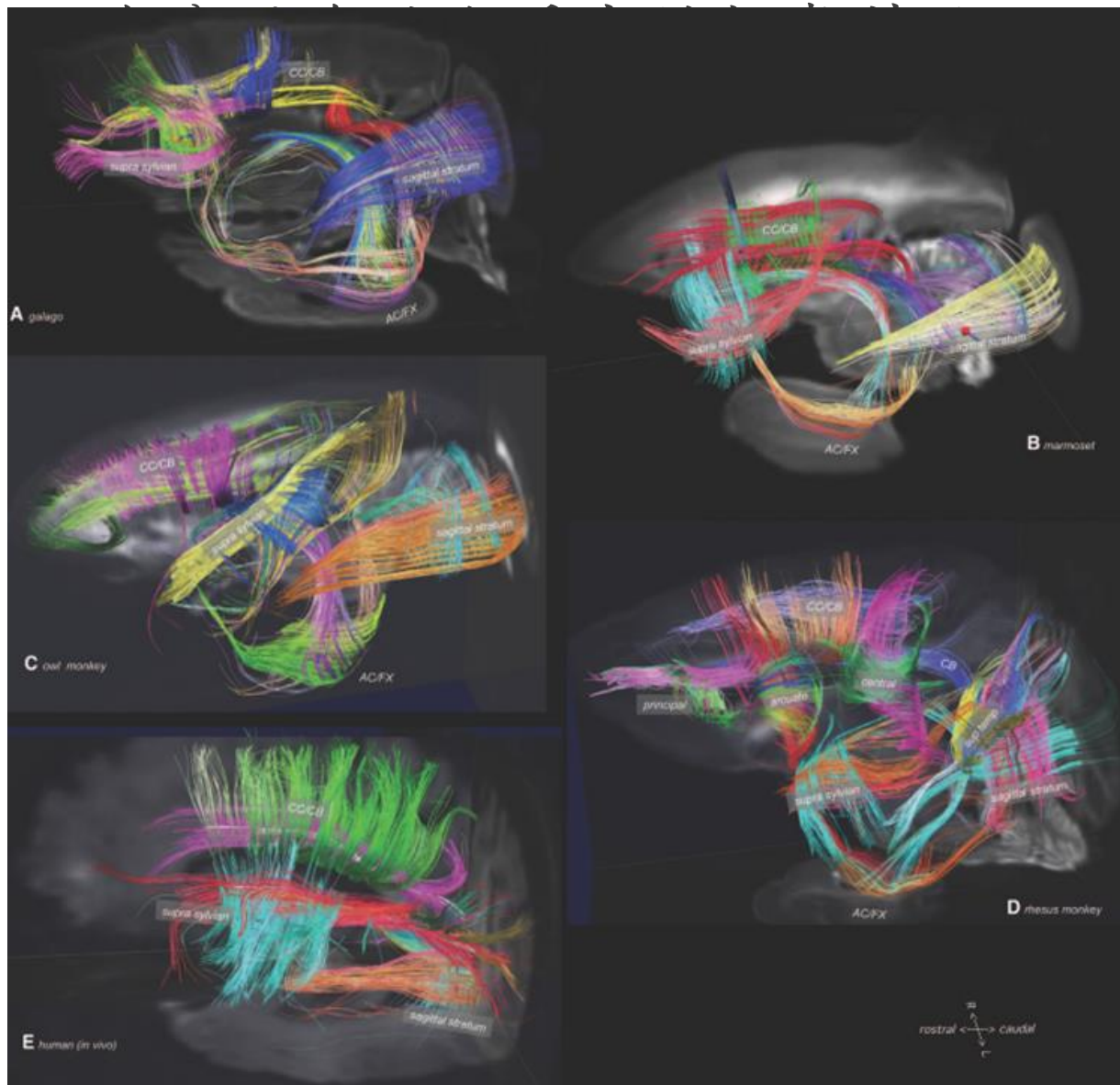
## 四、主计算机和图象处理、显示储存系统

- 大容量的计算机和高分辨的模-数 (A/D) 转换器，完成数据采集、处理，图象重建、图象显示和存储

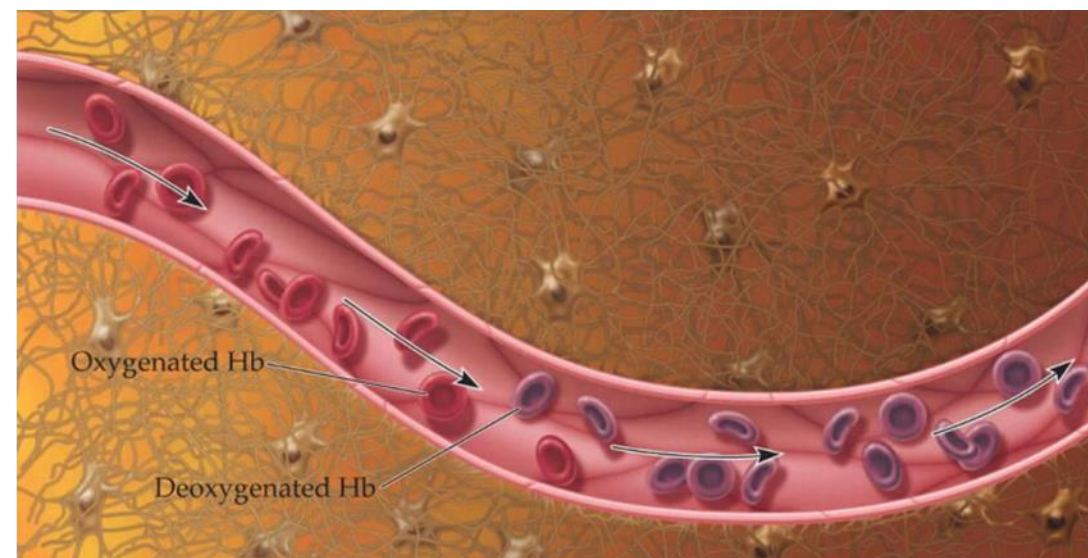
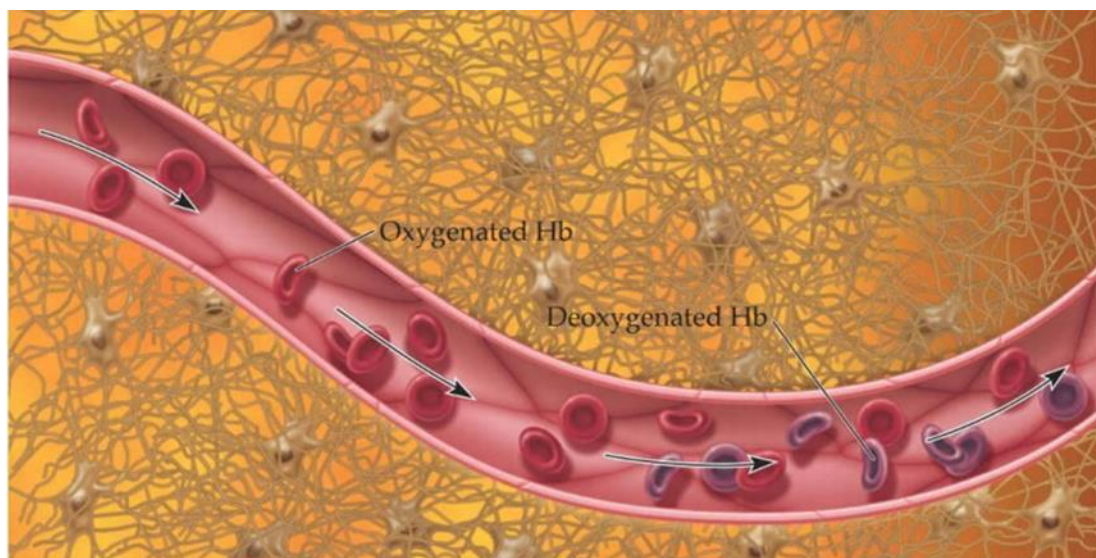
- 将射频脉冲、梯度磁场和信号采集时间等相关各参数的设置及其在时序上的排列称为MR的脉冲序列 (pulse sequence)



# MRI 成像技术—扫描序列 (DTI)

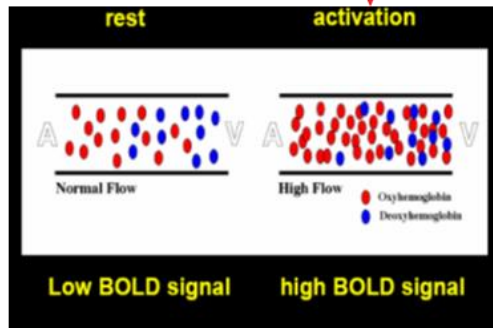
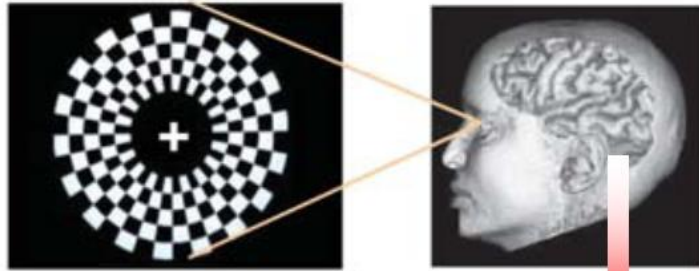


## ➤ 血氧水平依赖成像技术 (blood oxygen level dependent BOLD)



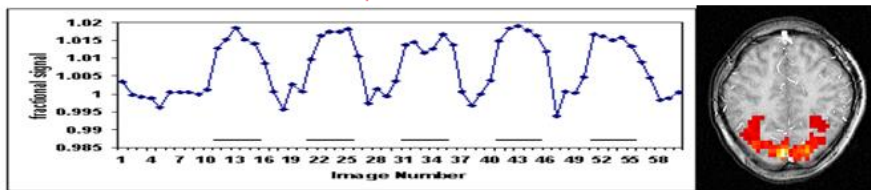


## ➤ 血氧水平依赖成像技术 (blood oxygen level dependent BOLD)



Bold  
信号

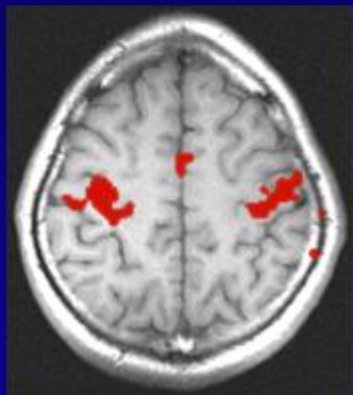
局部去氧  
血红蛋白  
比例



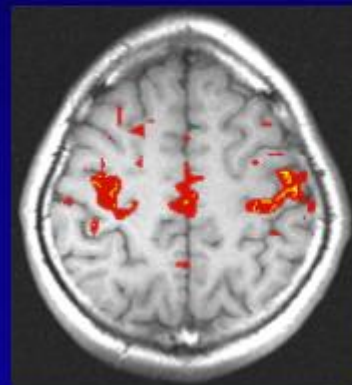
- 血氧水平依赖成像技术 (blood oxygen level dependent BOLD)

## Low-frequency BOLD fluctuations by resting-state fMRI

Biswal et al. (1995) for the first time showed that functionally related brain regions exhibit correlation of low-frequency ( $<0.1\text{Hz}$ ) BOLD fluctuations as detected by resting-state fMRI, and concluded that low-frequency fluctuations of blood flow and oxygenation is a neurophysiological index.

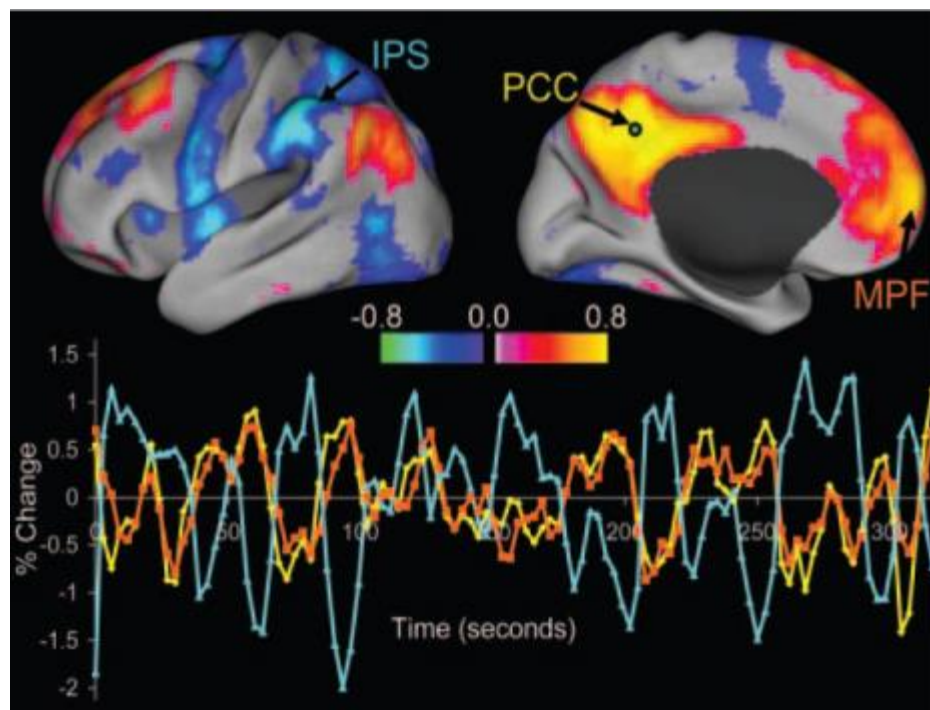
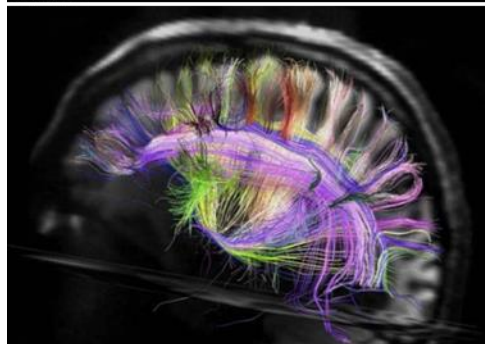
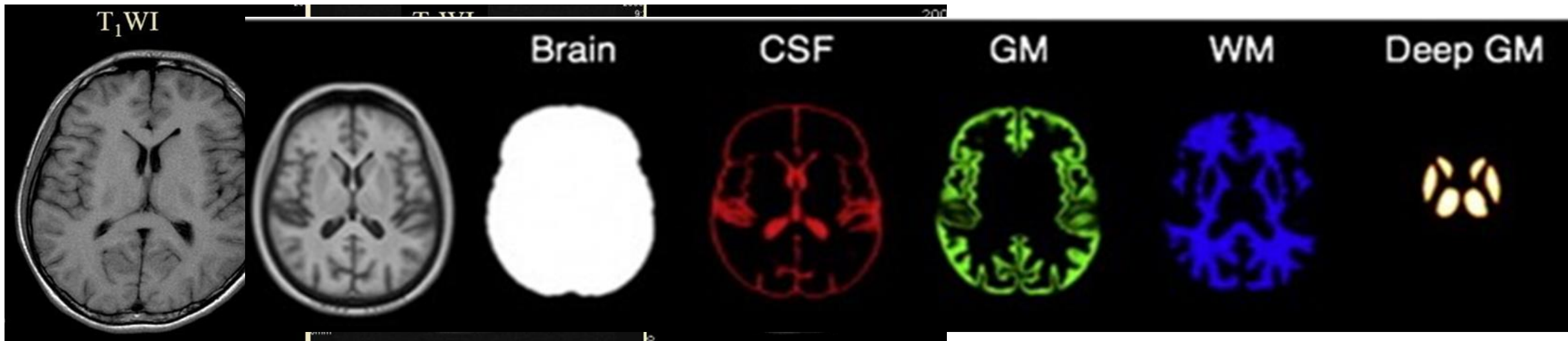


Task-related activation



Correlation of low frequency fluctuations

Biswal et al (1995) MRM




## nature

[Explore content](#) ▾ [About the journal](#) ▾ [Publish with us](#) ▾

[nature](#) > [articles](#) > [article](#)

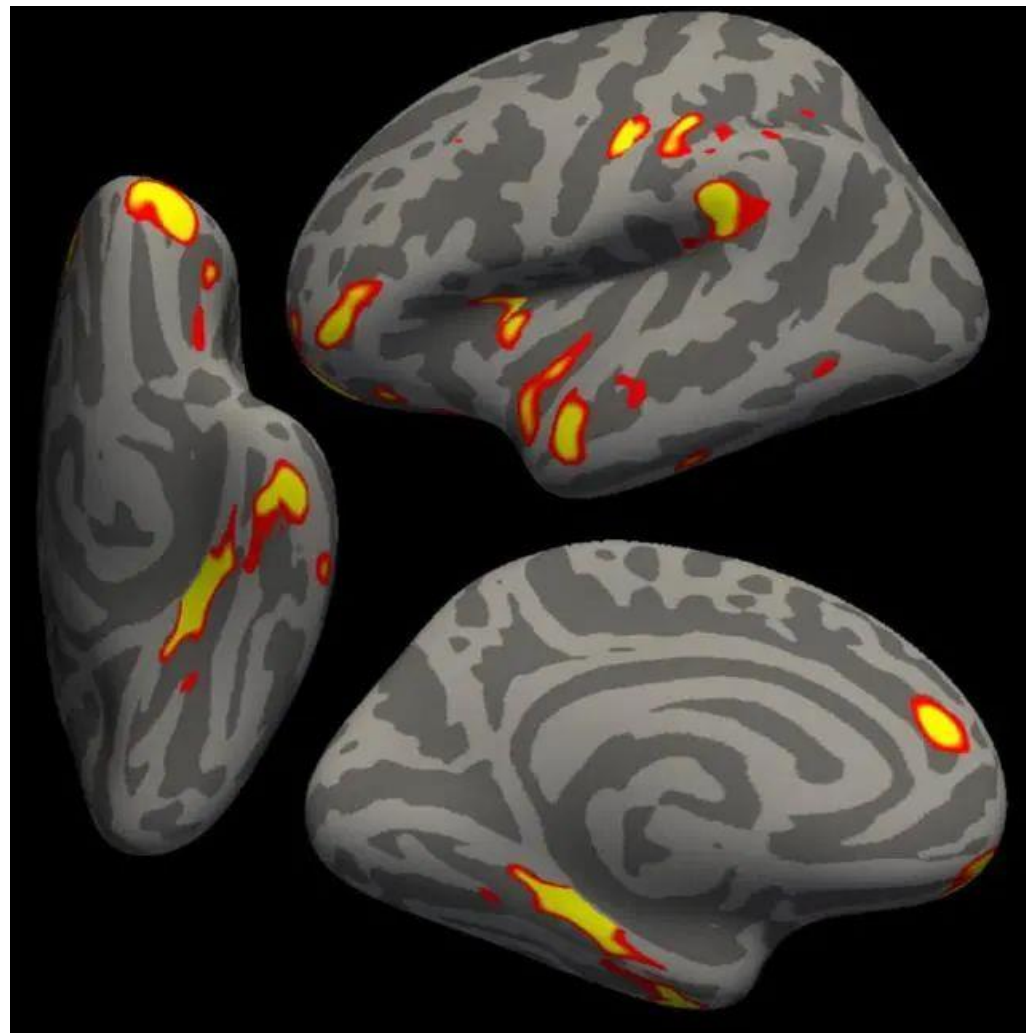
Article | [Published: 07 March 2022](#)

### SARS-CoV-2 is associated with changes in brain structure in UK Biobank

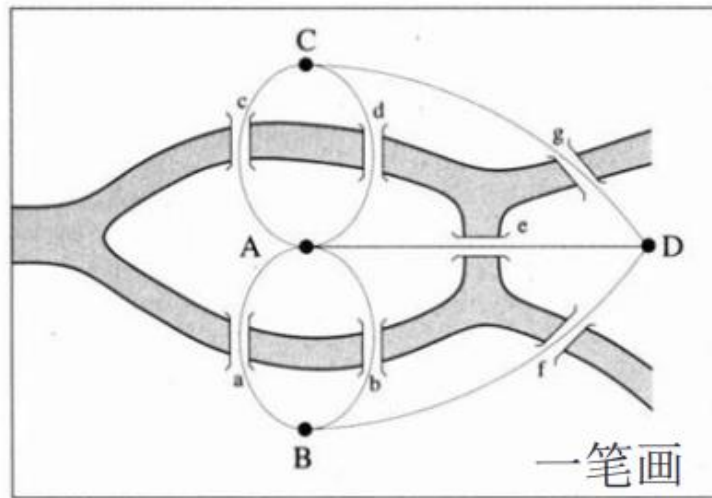
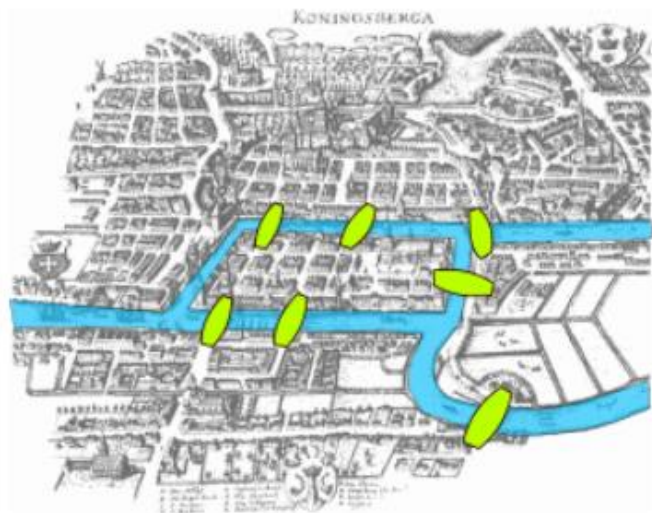
[Gwenaëlle Douaud](#) , [Soojin Lee](#), [Fidel Alfaro-Almagro](#), [Christoph Arthofer](#), [Chaoyue Wang](#), [Paul McCarthy](#), [Frederik Lange](#), [Jesper L. R. Andersson](#), [Ludovica Griffanti](#), [Eugene Duff](#), [Saad Jbabdi](#), [Bernd Taschler](#), [Peter Keating](#), [Anderson M. Winkler](#), [Rory Collins](#), [Paul M. Matthews](#), [Naomi Allen](#), [Karla L. Miller](#), [Thomas E. Nichols](#) & [Stephen M. Smith](#)

[Nature](#) (2022) | [Cite this article](#)

5559 [Altmetric](#) | [Metrics](#)



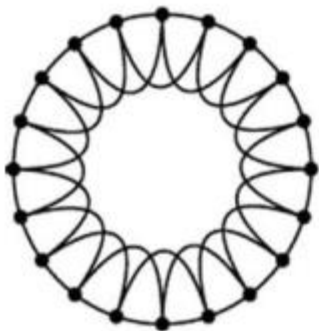
- 图论的研究最早起源于1736年数学家欧拉研究哥尼斯堡七桥问题



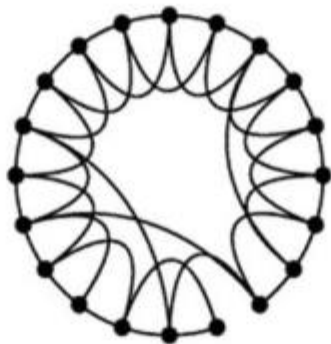
- 图：对系统中基本单元及相互间关系的描述
  - 节点(Node)：构成系统的基本单元
  - 边(Edge)：基本单元之间的关系

- 小世界网络 (Small-world network) Watts and Strogatz (1998) *Nature*

Regular



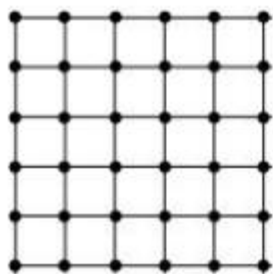
Small-world



Random



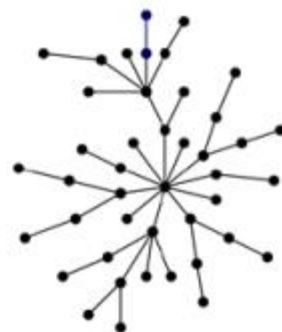
- 无标度网络 (Scale-free network) Barabasi and Albert (1999) *Science*



Regular

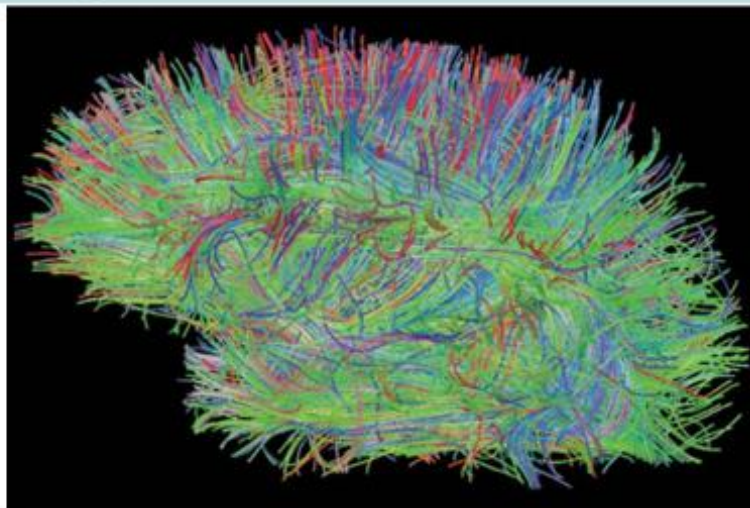


Random

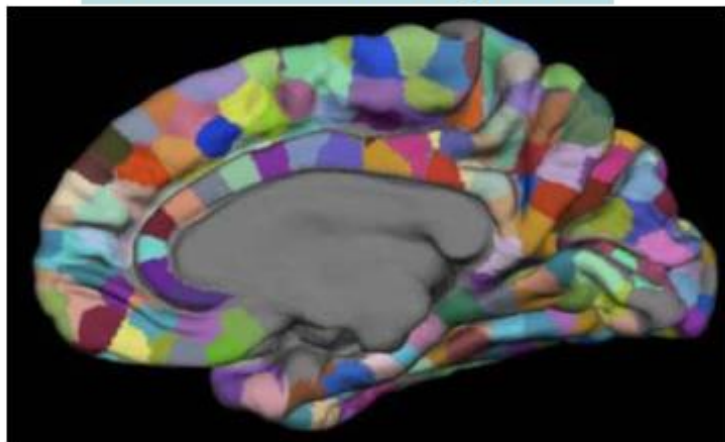


Scale-free

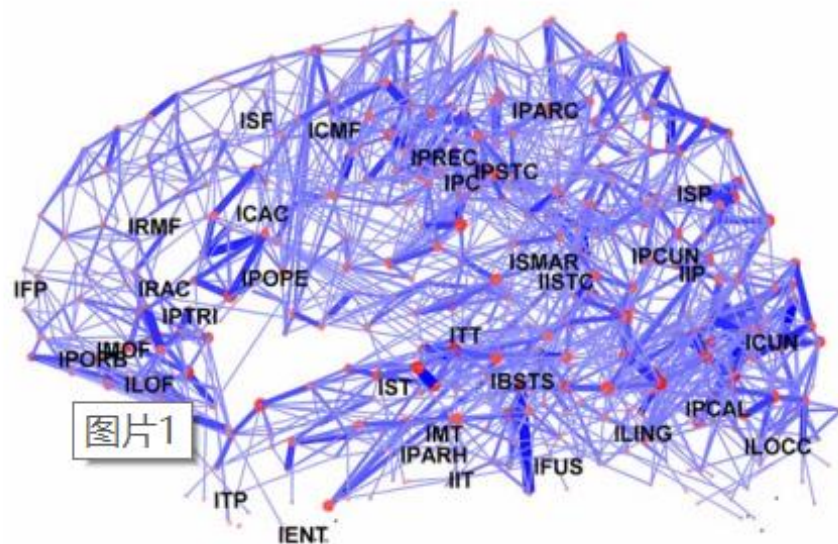
Edge: white matter connectivity

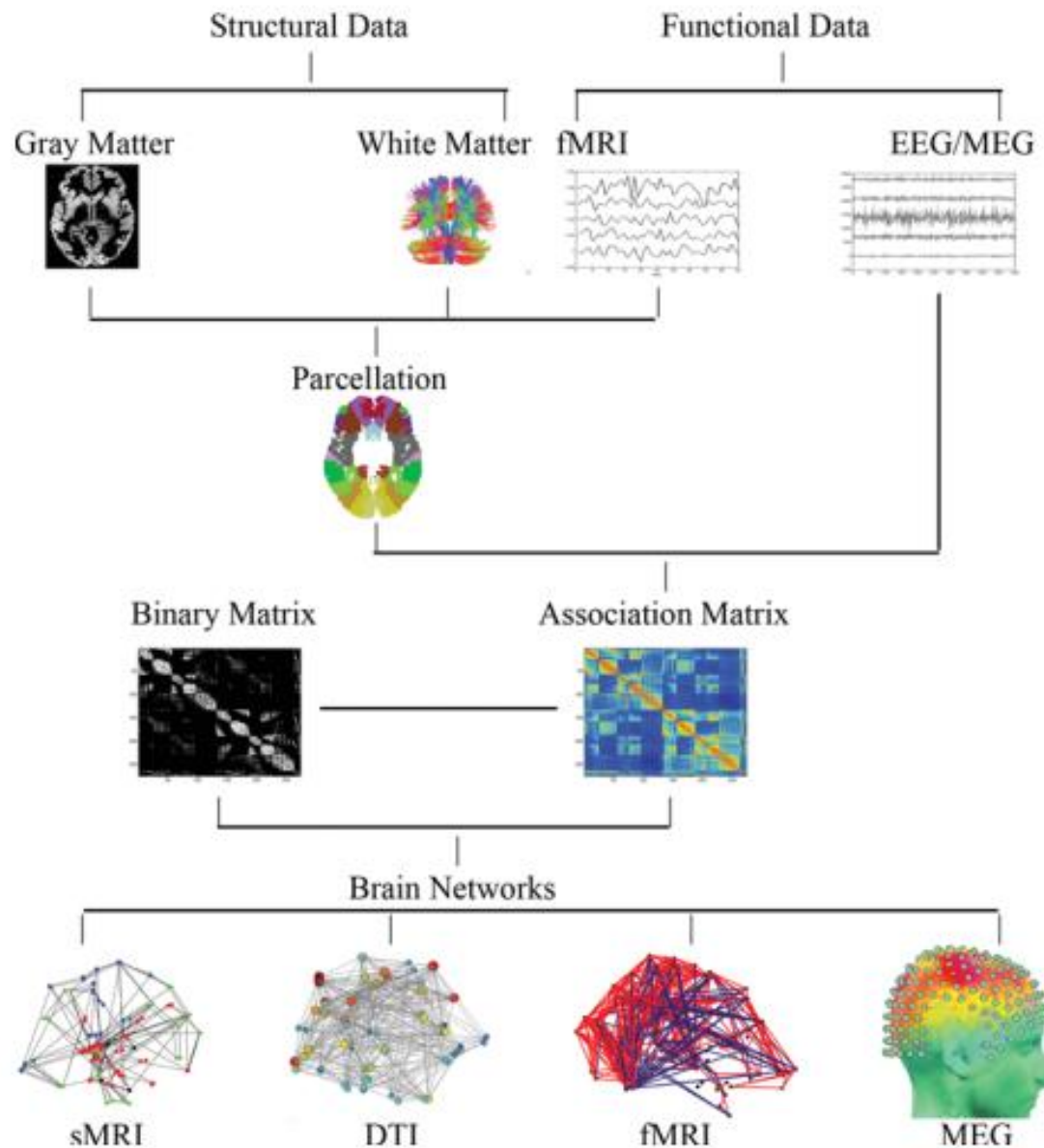


Node: brain regions



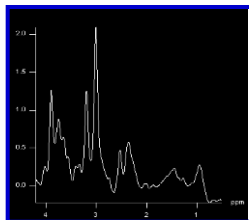
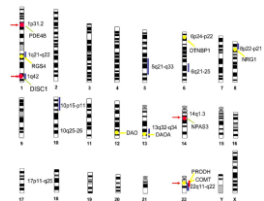
White matter structural network





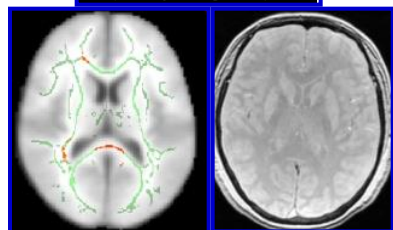
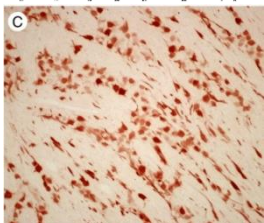


分子



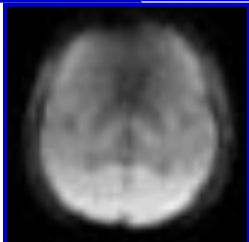
MRS模态

细胞



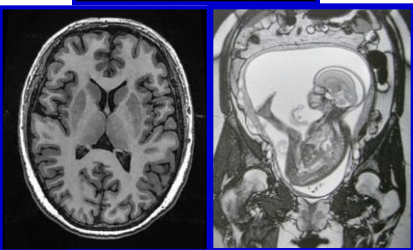
DTI/MT模态

组织



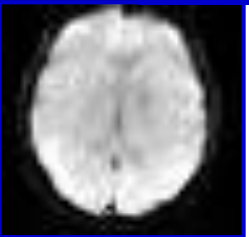
PMR模态

结构



SMR模态

功能



FMR模态

多模  
MR影像技术提供不同  
层面的  
隐匿性生理病理信息

项目	X-CT	MRI
手段	X射线	磁场
基础	组织密度	质子的质、量
单位	CT值	信号强度
副作用	辐射损害	无辐射

- MR 成像的优点

- 高的软组织对比分辨力
- 多参数成像
- 任意方位成像
- 无骨伪影干扰

- MRI 成像的缺点

- 成像时间较长
- 对钙化、骨化的显示不够敏感，并有某些伪影



uDR 哪吒



uDR 盘古



uDR 磐石



uDR 擎天



uMammo 嫦娥



uCT 760

uMR 570

uMI 510

uMR 770

uMI 780

uMR 560

uCT 510



- **联影医疗** 主打高端医疗设备市场，有国内唯一设计、研发、制造医用1.5T、3.0T超导磁体的能力。联影医疗主营业务为高端医学影像诊断产品、放射治疗产品及高端生命科学仪器的设计、研发、生产和销售，并提供配套智能化、信息化解决方案
- 我国高端医疗器械市场长期受到国外品牌的垄断，例如，一台1.5T核磁共振，在美国售价为75万美元，在中国市场则超过200-300万美元，产业链层层叠加
- 一举打破了国际厂商几十年的垄断



## 当心电离辐射

Caution, ionizing radiation

**磁共振**

警示通告:

磁共振磁场 **1.5T** 高场强 高频率磁场

**危险! 禁止携入:**

-  植入物易受到电磁场的影响  
如:心脏起搏器、除颤器、助听器、胰岛素泵、药物治疗泵
-  体内的金属植入物和其它金属物质, 如金属裂片
-  金属部件和各种类型的医疗器械
-  明火 禁止吸烟
-  机械表、电子数据载体、如:小型计算器, 数字显示时钟等
-  具有可磁化金属外壳的灭火器
-  数据载体, 如: 带有磁条、磁带的信用卡和身份证

**Unauthorized entry forbidden**  
未经授权不得进入

CT有辐射, 因此在检查室门口有辐射警示

MR是强磁场, 因此检查室门口有强磁场警示



由于成像原理不同：**CT**通常走地下线路与设备间连接

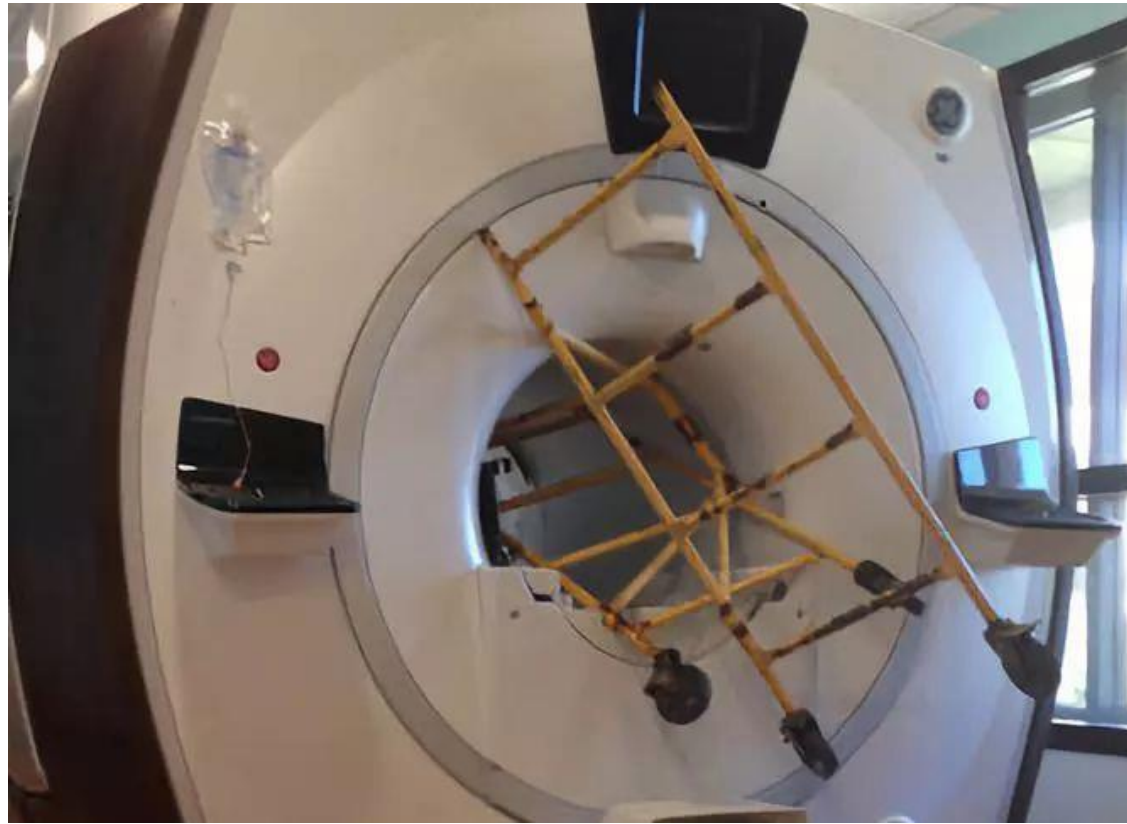
**MR**则需要从天花板上连接液氮的通风管道



CT检查使用X光，有辐射，需要使用铅衣进行保护

MR没有辐射，但是需要各种线圈放在检查部位周围，帮助成像





CT在没有曝光时没有射线

MR在没有扫描时依然有强磁场，因此如果想要进入检查室，需要做相应准备：去除钥匙，硬币，手表，银行卡，皮带...



CT检查只有机架旋转的声音

MR检查会有规律的“吱吱吱”“咔咔咔”...的声音，而且通常会比较大，因此患者在检查时会被戴上耳机



南方醫院  
NAN FANG HOSPITAL

影像中心

谢 谢！