

第14讲 语言与思维的脑机制

- 一、语言概述及语言的产生
- 二、语言的脑机制
- 三、大脑半球的不对称性
- 四、语言有关的理论和分子研究进展

中山大学生命科学学院 项辉

一、语言概述及语言的产生

- ◆语言是人类区别于其他动物的关键特征之一
- ◆语言不但是一种声音，而是由声音、手势、符号组成的用于交流的系统
- ◆全世界有一万多种语言
- ◆儿童在各种文化环境下获取语言的方式很相似
- ◆语言是由词和语法规则组成的符号系统

1: 语言是什么?

- 目前为止，还没有一个公认的定义。
- 《韦氏新世界字典》提供的释义
- (1) a. 人类的语言; b. 通过言语交际的能力; c. 一套语音系统以及产生意义的语音组合系统，用来表达、交际思想和感受; d. 上述系统的书面表示。
- (2) a. 任何表达或交际的方式，如手势、信号、动物的声音; b. 一套特定的符号、字母、数字、规则集合，用来传达信息，如计算机语言。

- ◆美国人类学家Sapir (1921)认为：语言是人类的非本能的交际方式，通过有意发出声音或写出语言符号等手段，来达到传递思想、交流感情和满足欲望的目的。（工具论）
- ◆目前西方大部分语言学家暂时同意的定义是：“语言是用于人类交际的一种任意的、口语的、符号系统”。（系统论）

2、语言的定义特征

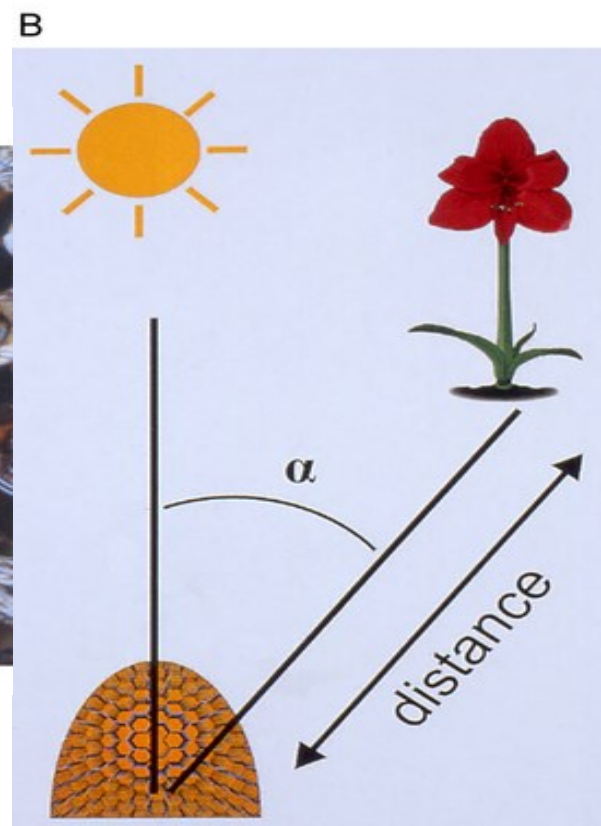
- ◆任意性(arbitrariness)：是说词汇与它们所代表的客观实体或抽象概念之间没有内在的、必然的联系（相对于“规约性”）。
 - (1) 语素音义关系的任意性（拟声词例外）
 - (2) 句法关系的任意性 *e.g., 词序的任意性*

◆ **二层性(duality)**: 指语言拥有两层结构: 上层结构单位由底层结构的元素组成 (音节), 每组都有自身的组合规则。

◆ **包括语音 (语素、音节)、意义 (词语、句子) 系统, 是一种完整、严密的组织结构, 内部的成分不可以任意增减或更换 (动物用特定的声音表达意思, 但它们语言中没有音节、词素)。**

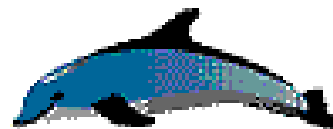
音标—词—句子—语篇

◆ **移位性(displacement)**: 也就是可以用语言指称或谈论远离当时当地的东西。一只狗很难和另一只狗谈论第三只狗。据说蜜蜂是个例外 (通过舞蹈)。



- ◆ **创造性(creativity)** : 1) 创造新的词语; 2) 语言使用者可以产生和理解无数个句子。一句话理解的多重性, 一个意思表达的多样性。人类语言可以用来搪塞、撒谎、讽刺和嘲笑等, 动物从来不会用声音来欺骗自己的同伴。 “你太有才了”
- ◆ “He bought a book which was written by a teacher who taught in a school which was know for its graduates who…”
- ◆ **文化传承性 (cultural transmission)** : 语言作为它所隶属的文化载体, 由上一代人传递给下一代人。人的生物特征是通过遗传获得的, 但语言不是。语言是在一定的文化背景中习得的。中国人的刚出生的孩子被外国家庭收养, 会说流利的英语, 但还是中国人的模样。

动物会使用语言吗？动物与人之间有语言吗？
沟通是动物之间一种很重要的信息交流方式。



◆“不论一只狗叫得多么卖力，它也无法对你说明它的父母贫穷却又诚实。”（Bertrand Russell）

- ◆若人类是唯一会使用语言的动物，那么其它动物如何来沟通呢？
- ◆对类人猿来说，他们可能具有学会跟使用语言的能力，然而并非所有科学家相信人猿具有真正的语言，人猿之所以不会说话是因为他们在嘴巴跟喉咙解剖上缺乏说话所必须的结构，著名的例子如教黑猩猩 Gua 和 Viki 说英语，均以失败告终。黑猩猩也无法学会美国手势语。

归纳

- 使用语言是人类区别于其他动物的关键特征之一，是人类特有的行为。没有任何证据表明动物在自然环境中运用任何一种哪怕只是与人类语言复杂性稍微接近的交流系统
- 动物：声音，面部表情等来传递恐吓等信号，功能非常有限
- 语言：语法、单词组合、句子创造；具有创造性
- 猩猩能记住少数单词、学会手势语含义----只能说明具有记忆能力
语言不单是一种声音，而且是一个由声音、符号和手势组成的用于交流的系统。语言的元素是有限的，意义是无限的。
- 人类语言的独特性还表现在能够表达虚拟的概念，能表达过去和未。

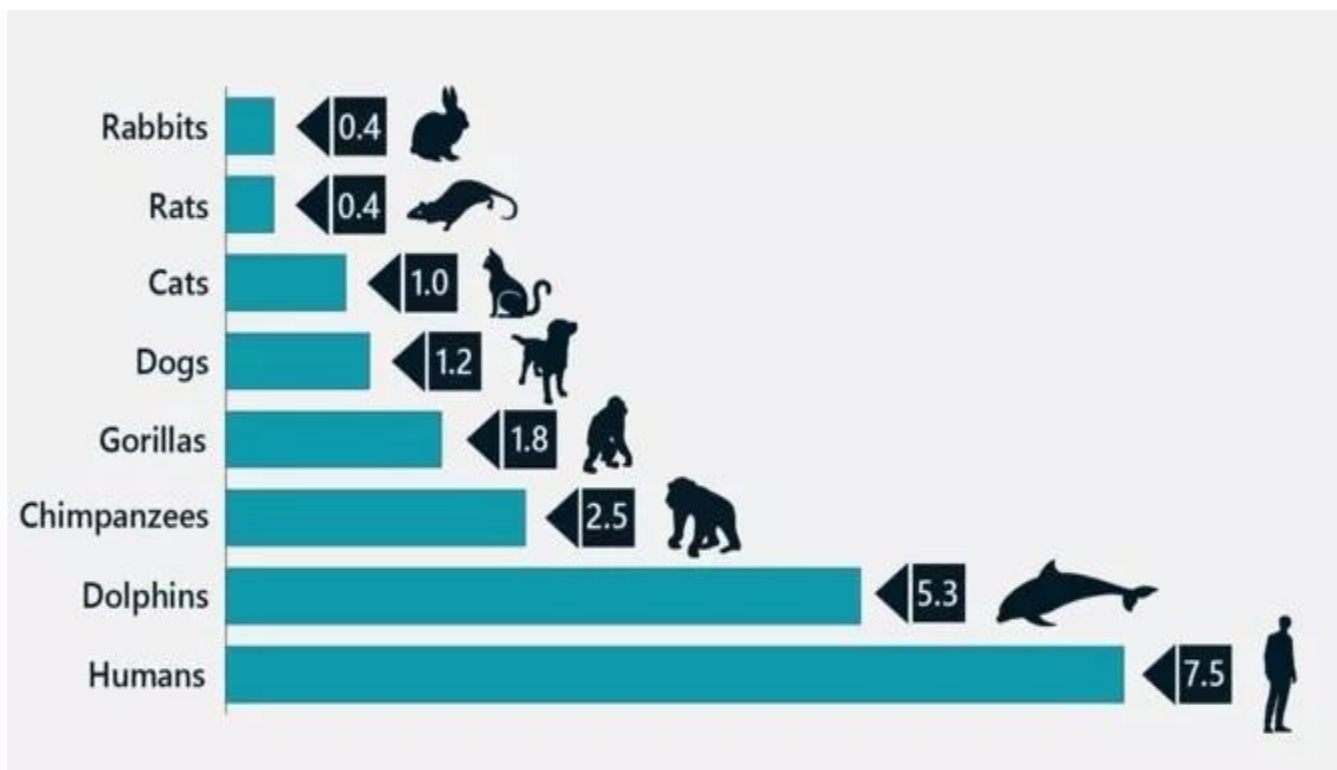
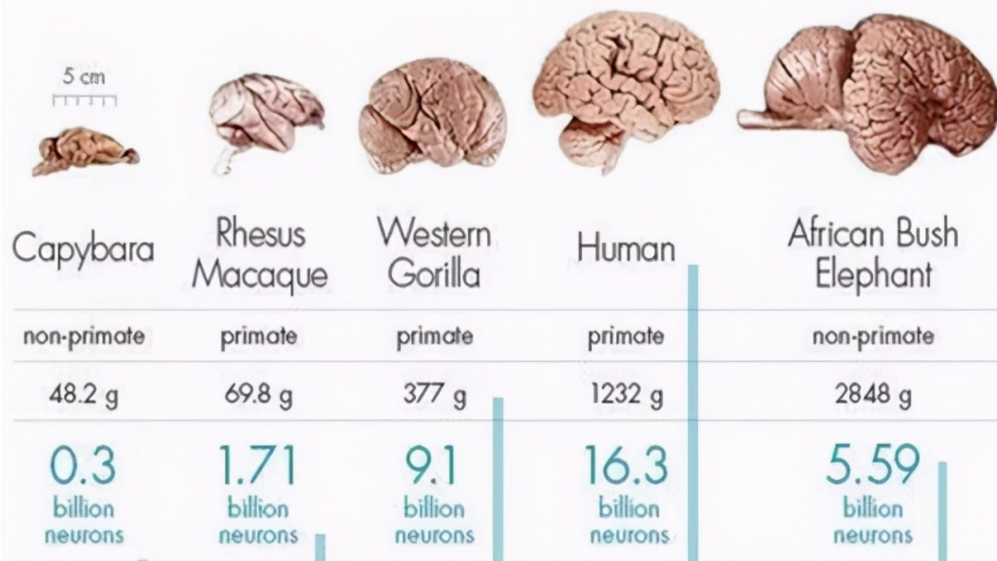
3、语言的产生

◆脑化指数：脑容量与体重的关系比

◆6000万年到400万年，阿法南方古猿400ml与猩猩等没有差别，后400万年到智人，脑容量增加近三倍，到1400-1600ml。

BRAIN SIZE AND NEURON COUNT

Cerebral cortex mass and neuron count for various mammals.



关键节点及目前的一些推测

- ◆直立，解放双手。工具的使用，灵活性增加，双手的灵巧与左右手分工出现。
- ◆手的灵活性增加丰富了肢体语言
- ◆直立使人科的喉咙受重力的影响下降，于是喉咙的周边就形成了空洞。人科生物可借助这一空洞，以肌肉的细微动作振动空气，生成各种细腻的声音。
- ◆手和嘴的联动，到发音为主。**语言是感觉运动功能的拓展。**
- ◆语言依赖于大脑当中处理语言程序的特殊“结构网络”，但在1岁至5岁的时候，**语言必须嵌入大脑。后天习得，又不完全是。**
- ◆人类学习语言，需要相应的语言器官配合。
- ◆符号语言什么时候出现？

动物通过遗传获得的先天就有的反射。

反射

非条件反射：如：膝跳反射、眨眼反射。

条件反射：动物体在后天生活过程中通过训练、学习逐渐形成的后天性反射。如：狗听到铃声流口水、听到叫声回头、望梅止渴、画饼充饥。

条件反射：

第一信号系统：动物对具体信号刺激形成的条件反射。动物和人共有。

第二信号系统：人体对抽象的语言符号的刺激形成的条件反射，人类特有。望梅止渴

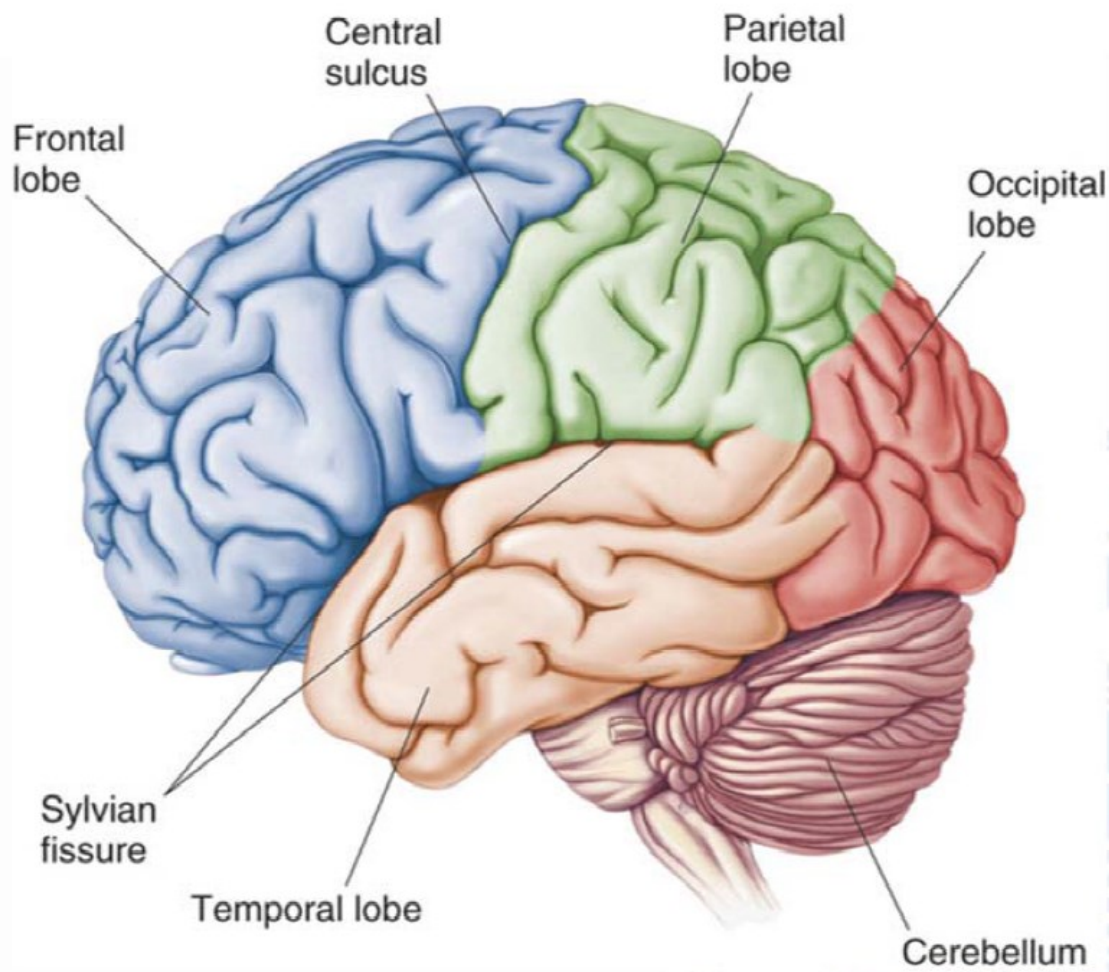
二、语言的脑机制

1、人类的语言中枢

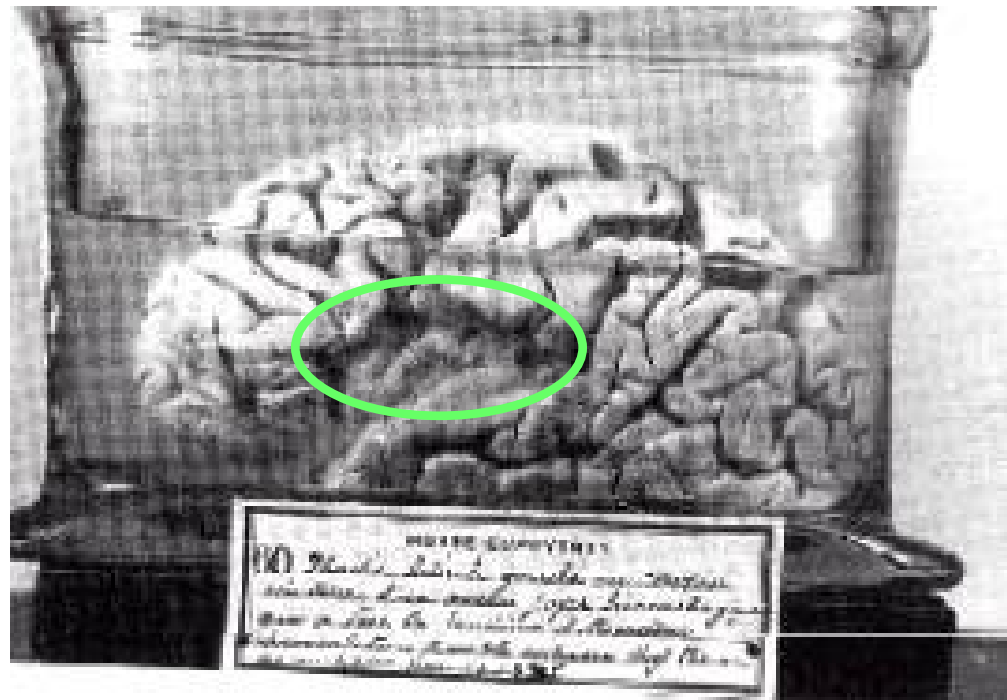
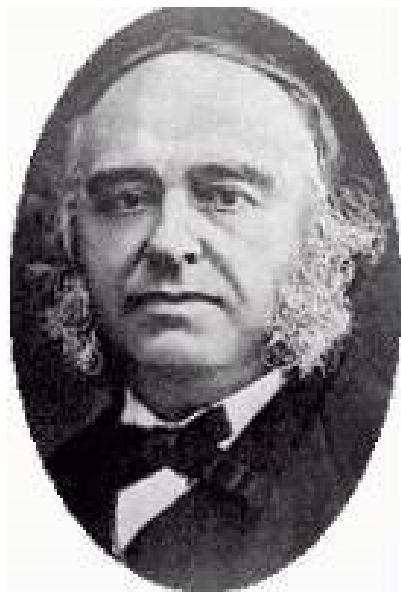
Central sulcus: 中央沟,将额叶与顶叶分开

Sylvian fissure: 大脑外侧裂, 将额叶与颞叶分开

1861年Simon Alexander Ernest Aubertin发现在病人正说着话时用压舌板压住他裸露的额叶,病人立刻停止说话,并且直到解除压力才能重新开始说话。



◆额叶的布洛卡区（Broca），主要负责句法加工、该区损伤会导致表达性失语症（能看懂文字，听懂别人的谈话，发音器官正常，但不能口头表达自己的思想。），只会发出个别音，如“Tan”

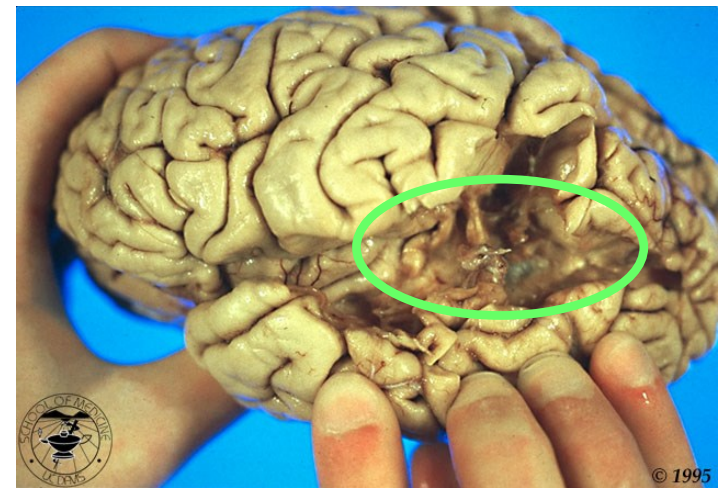
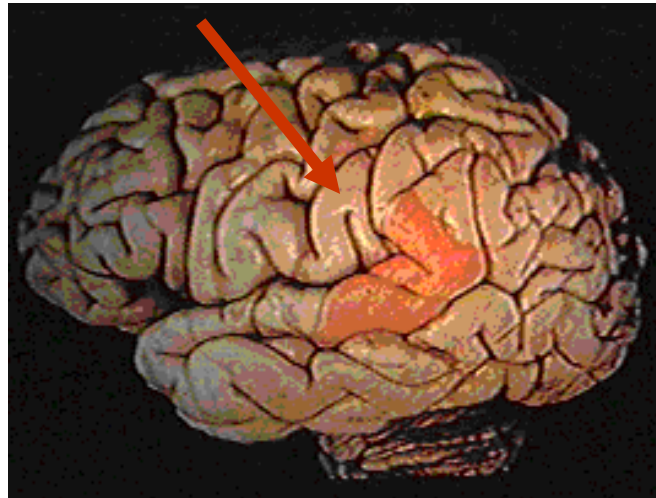


运动性失语症

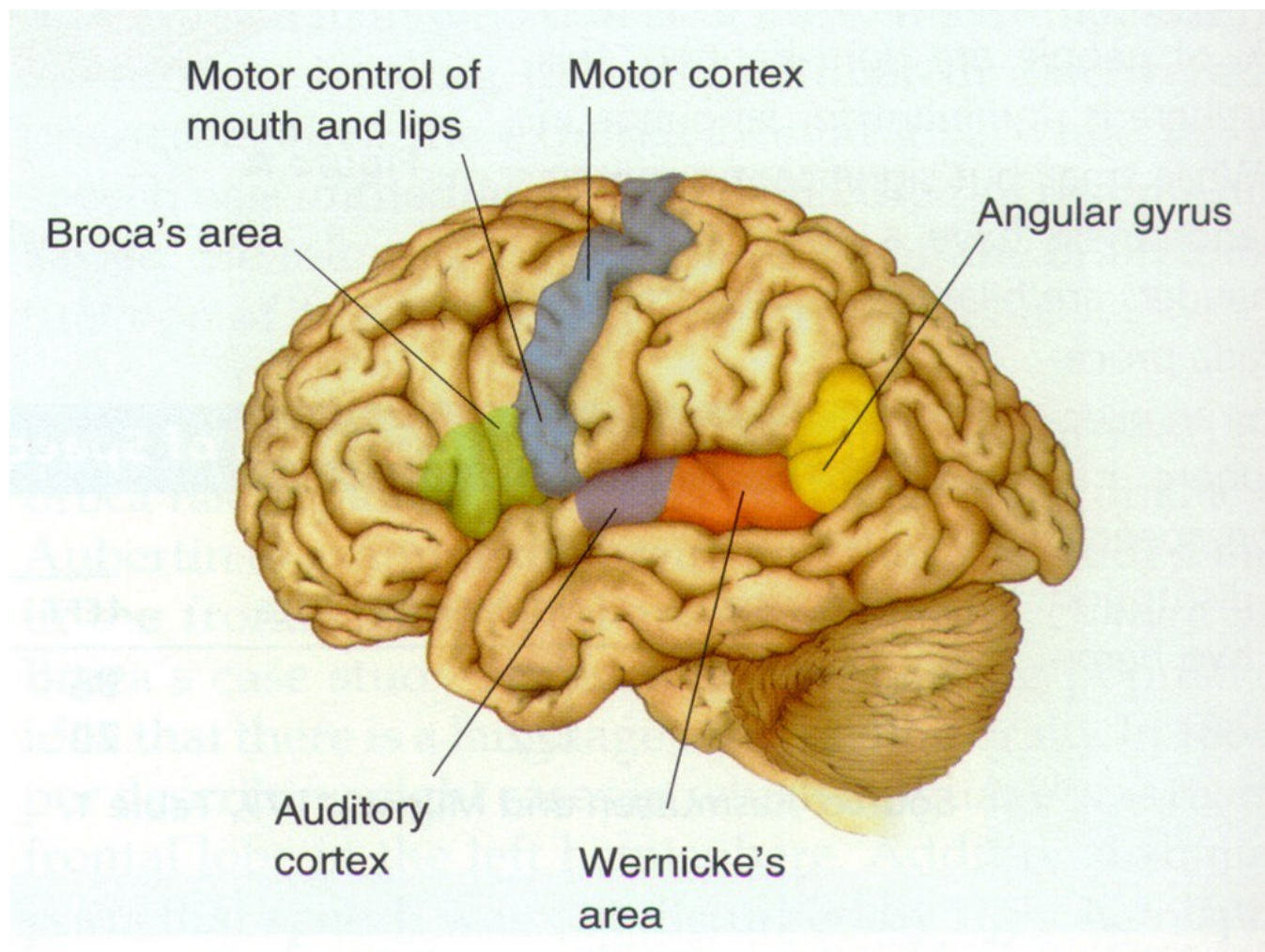
布洛卡失语症：法国的医生布洛卡（Broca 1824-1880）
1861年发现 Wada检验

- ◆ 颞上回的威尔尼克区 (Wernicke) 患者说话流利，但说出的是无意义的句子或不存在的词语，在理解话语，尤其是听觉话语时存在严重困难。

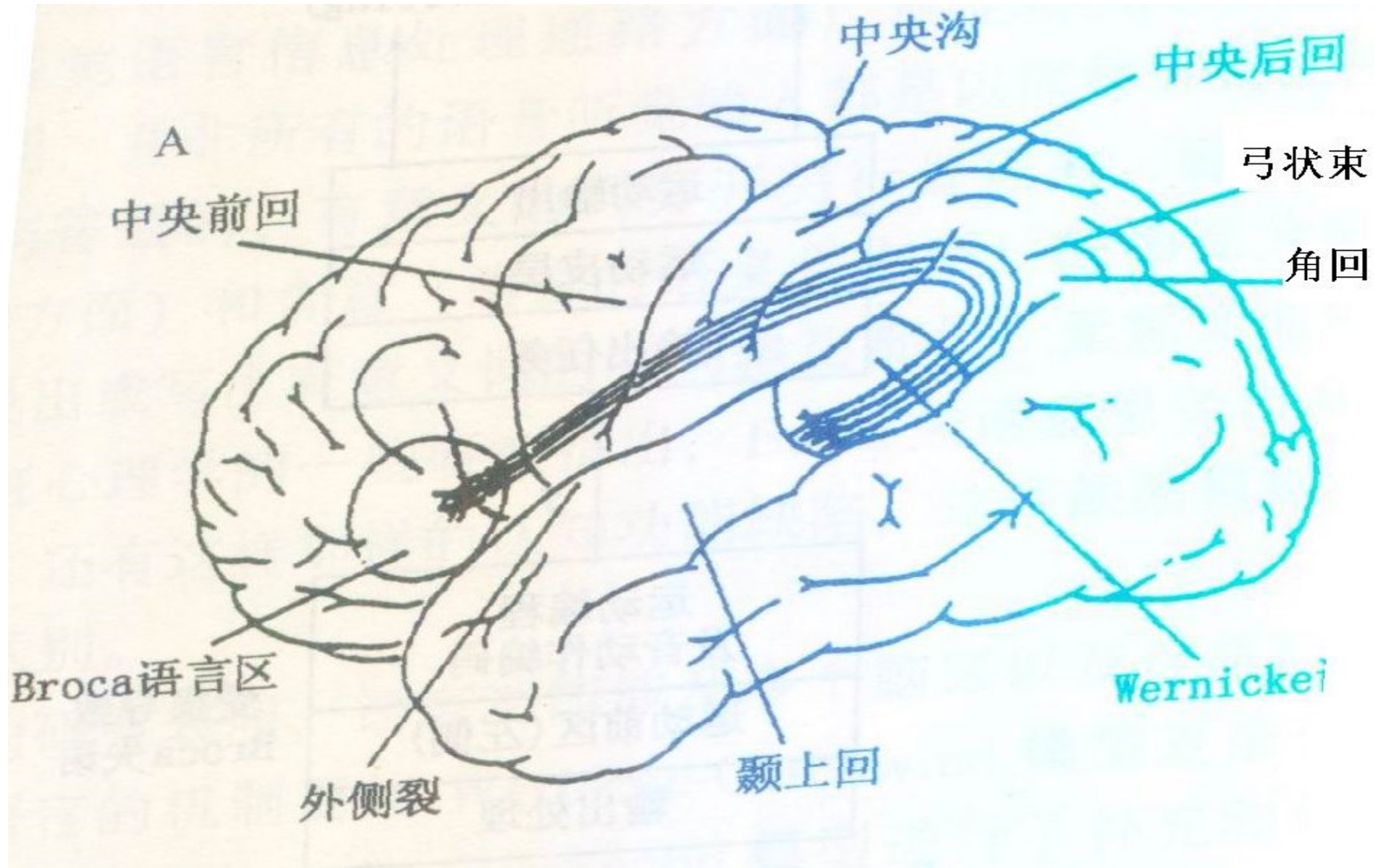
不想当将军的厨师不是好司机。。。 感觉性失语症

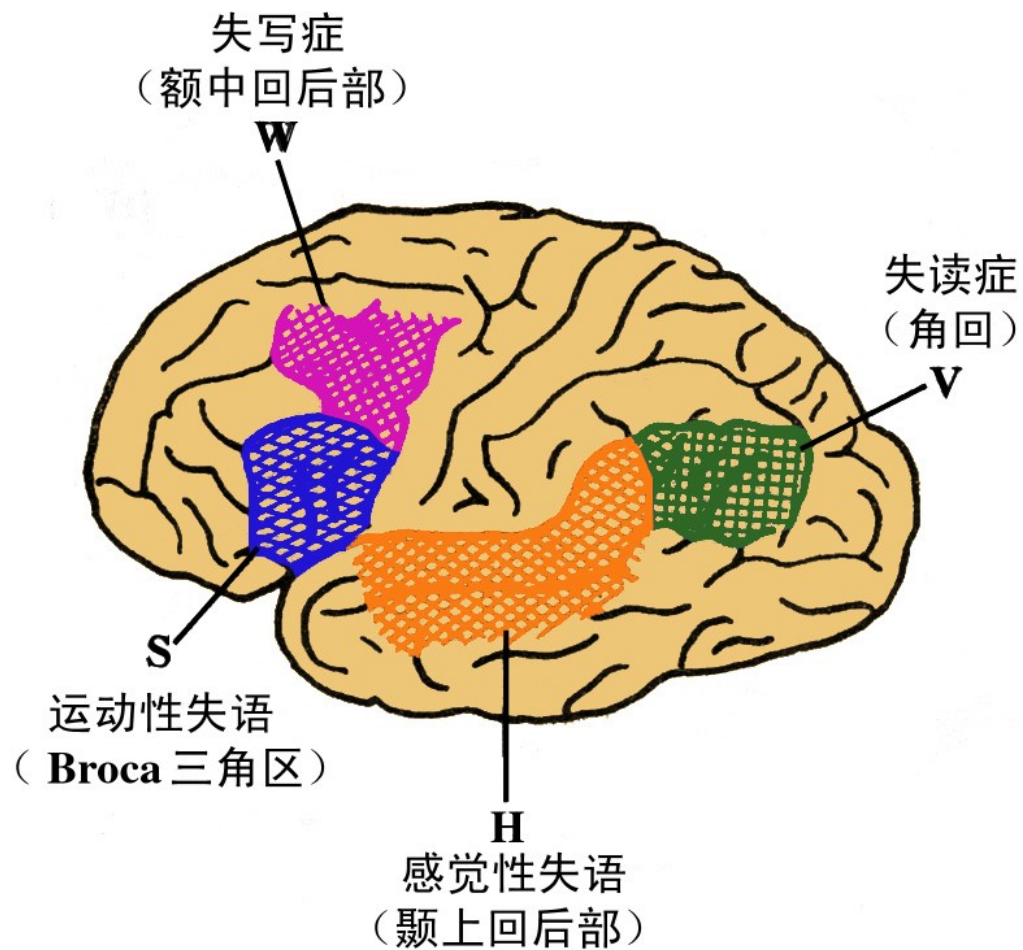


威尔尼克失语症：1874年，奥地利医生威尔尼克(Wernicke) 发现。



◆角回区，它负责听觉语音信息与视觉文字信息之间的转化。使人可以写下听到的内容，朗读看到的文字。角回区受损，患者丧失语音听觉感知与文字视觉感知间的联系，不能将书面语转化为可用于理解的语音形式，无法理解书面语的含义。因此，该区又被称作为“阅读中枢”。





功能障碍名称	受损部位	出现的症状
运动性失语	中央前回底部前方Broca三角区(S)	能看懂文字，听懂别人谈话，发音器官正常但不能用语词口头表达自己思想
失写症	额中回后部接近中央前回手部代表区(W)	能看懂文字，听懂别人谈话，也能说话，但不会书写，手部其他运动正常
感觉性失语	颞上回后部威尔尼克区(H)	可以讲话、书写、看懂，但听不懂别人谈话
失读症	角回(V)	看不懂文字含义，但视觉及其他语言功能正常

失语症

概念：是一类由于脑局部损伤而出现的语言理解和产出障碍，病人意识清晰、智能正常，与语言有关的外周感觉和运动系统功能无恙。

◆不包括：

- (1) 意识障碍及普遍智力减退致的语言症状；
- (2) 感官及运动器官病损引起的语言障碍。

◆运动性失语

◆感觉性失语

◆传导性失语

失读症（阅读困难症）

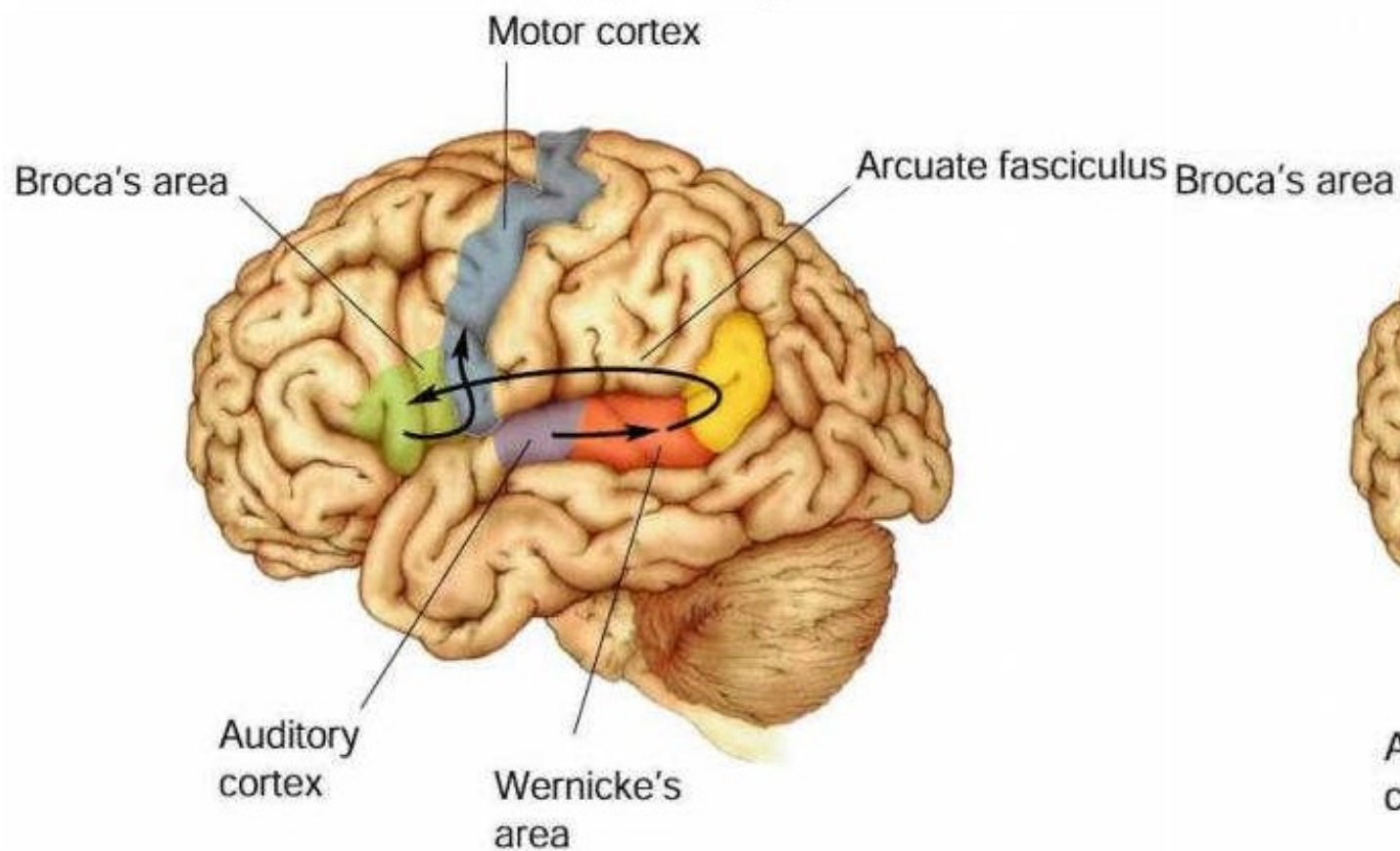
- ◆ 特点：智力正常，却很难阅读；可伴随其它失语症出现，亦可单独出现
- ◆ 各类失读症：
- ◆ 研究表明：大脑皮层各区之间长距离纤维发育不足，可能是失读症、自闭症和精神分裂症的共同原因，因为这类疾病共同的行为表现是语言交际方面的障碍。

缄默症

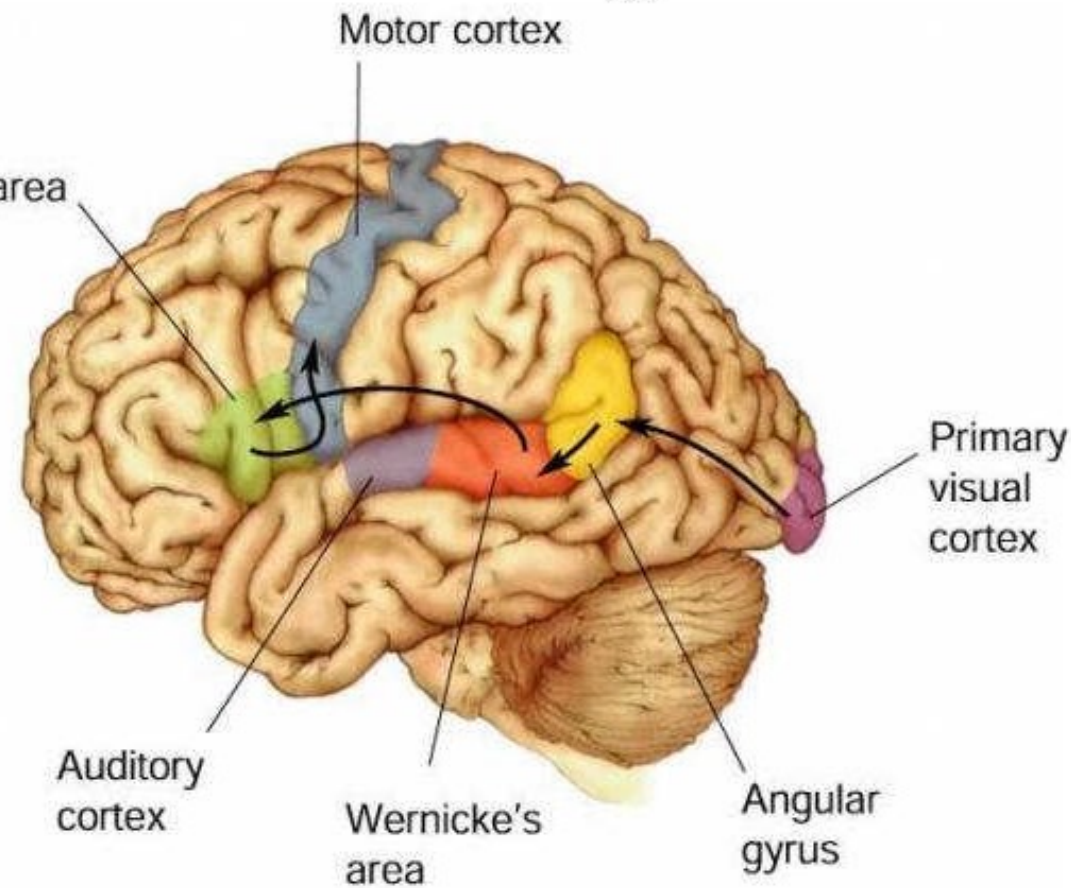
- ◆ 症状特点：病人意识不正常，情感和记忆空白。
- ◆ 产生原因：扣带回皮层、扣带回内侧和周围的顶叶皮层以及基底前脑和丘脑病变的结果，具有明显的核心意识障碍。

2、Wernicke-Geschwind 模型

Listening to speech



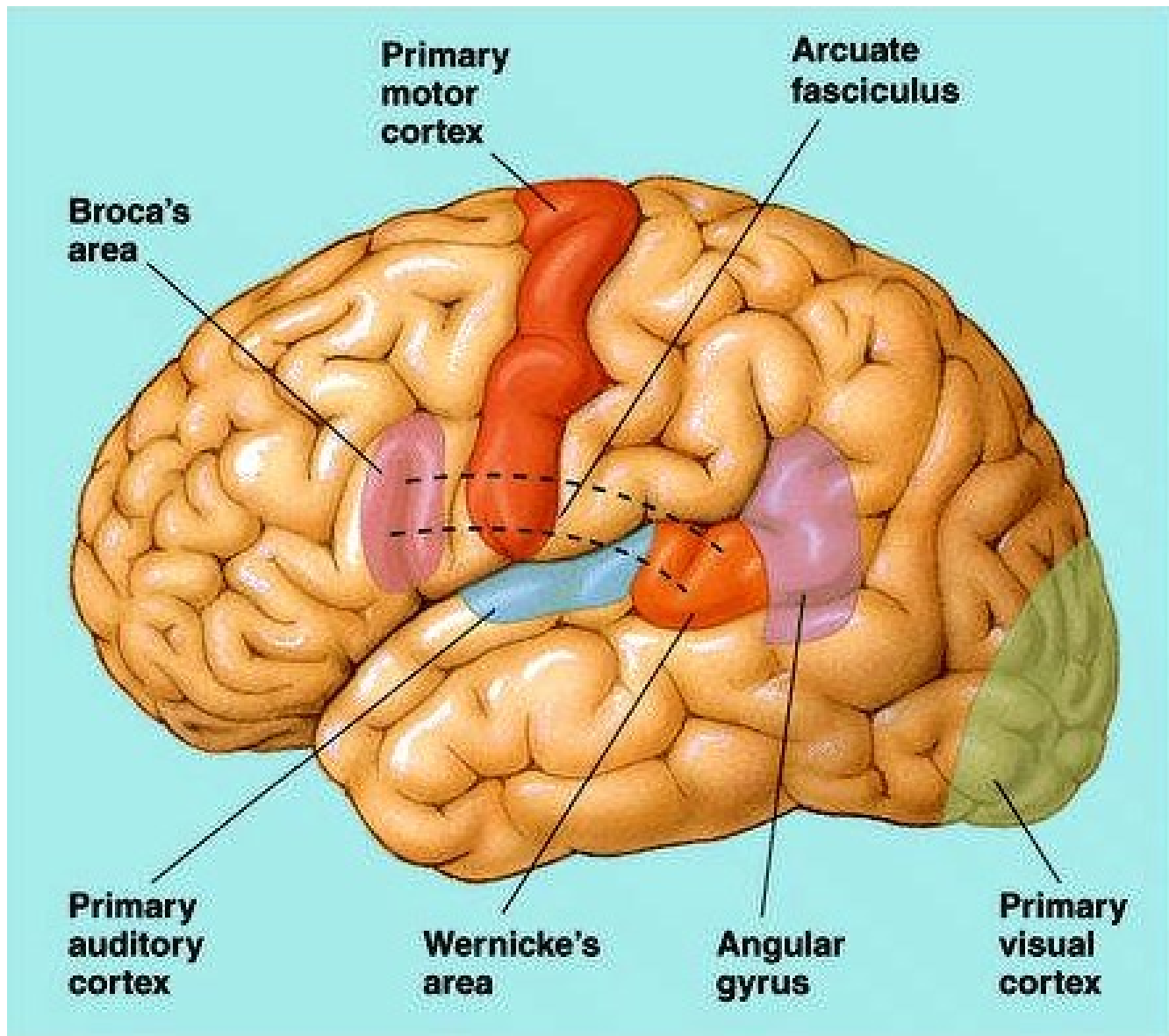
Reading



Wernicke-Geschwind模型的不足之处

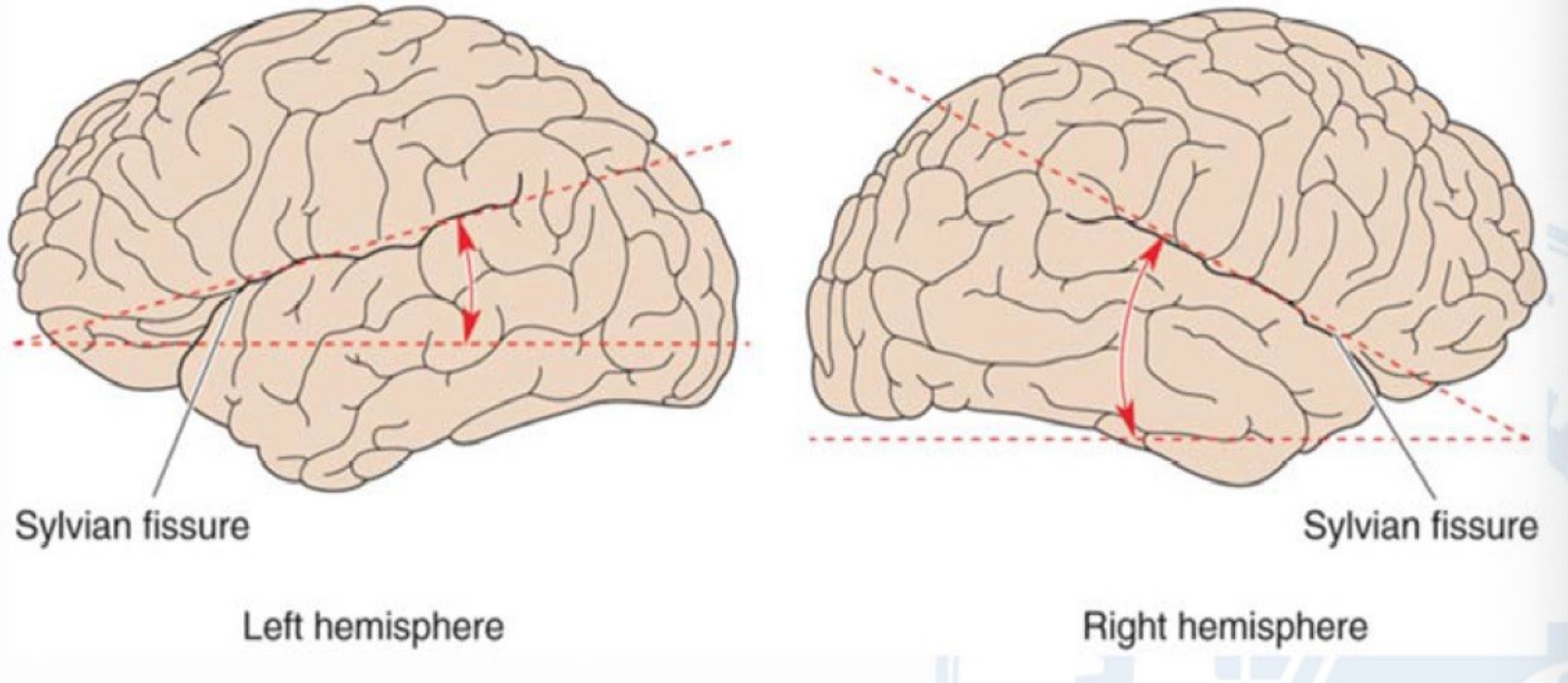
1. Wernicke-Geschwind模型中强调的Wernicke区和Broca区在语言接受与表达方面的重要性实际上是基于范围大得多的损伤。
2. Wernicke-Geschwind模型强调皮层区域的重要性。而现有的证据表明，皮层下结构对语言也是非常重要的。
3. 听觉输入的语言信息的确由听皮层传至角回，然后至Wernicke区，再传递至Broca区。然而，视觉输入的语言信息并不经过Wernicke区，而是从视觉联合皮层直接传至Broca区。因此通过眼睛看到的词并不转化为听觉表象。

事实上，对一个词的视知觉和听知觉是由感觉模式特异的通路相互独立地处理的。这些通路各自独立地到达Broca区以及与语言含义和语言表达相关的更高级区域。



大脑的言语功能除和上述两区相关外，还和联络皮层区、皮层下结构，特别是基底神经节和丘脑底部有关。

三、大脑半球的不对称性



人脑的解剖研究发现，有65%的大脑皮质的颞平面区（包括颞叶的上部和威尔尼克区）左半球的比右半球的大。有些研究还测量出左右两半球的颞面区的比例为2:1。且左半球这一区域的神经元数量及树突分支也比右半球多。

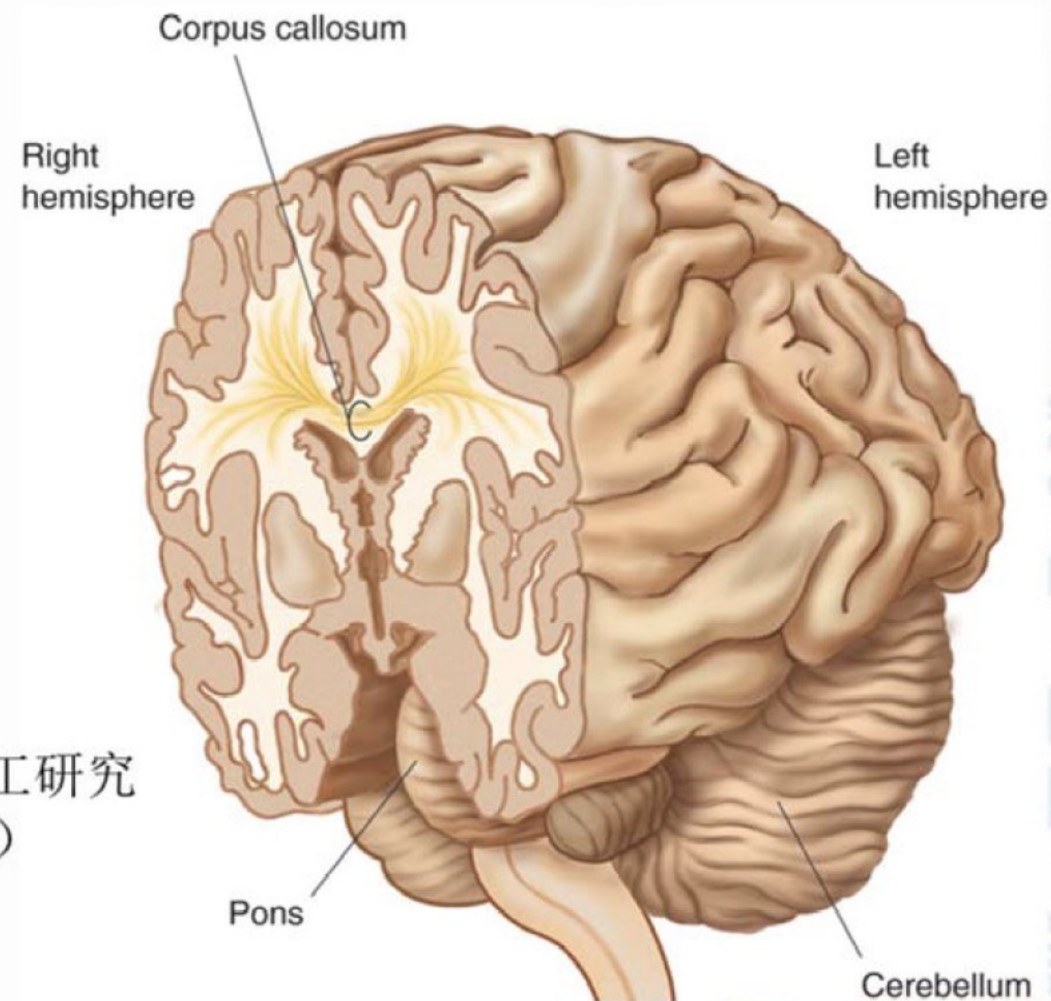
- ◆ 指两半球在进行言语及有关心理活动时出现的功能偏于一侧的现象，即出现一侧半球的功能比另一半球强的现象。又叫功能的单侧化。

1、割裂脑的研究

- ◆研究目的：严格区分两半球的功能
- ◆研究对象：通常为动物或癫痫病人
- ◆原理：两半球皮质的联系通过胼胝体实现，将其切断便中止了信息的沟通。
- ◆方法：把刺激呈现给一个半球，以观察被试的认知特征。
- ◆举例：斯佩里（Sperry, 1974）的研究

裂脑人的语言加工研究
(split-brain)

The Corpus Callosum

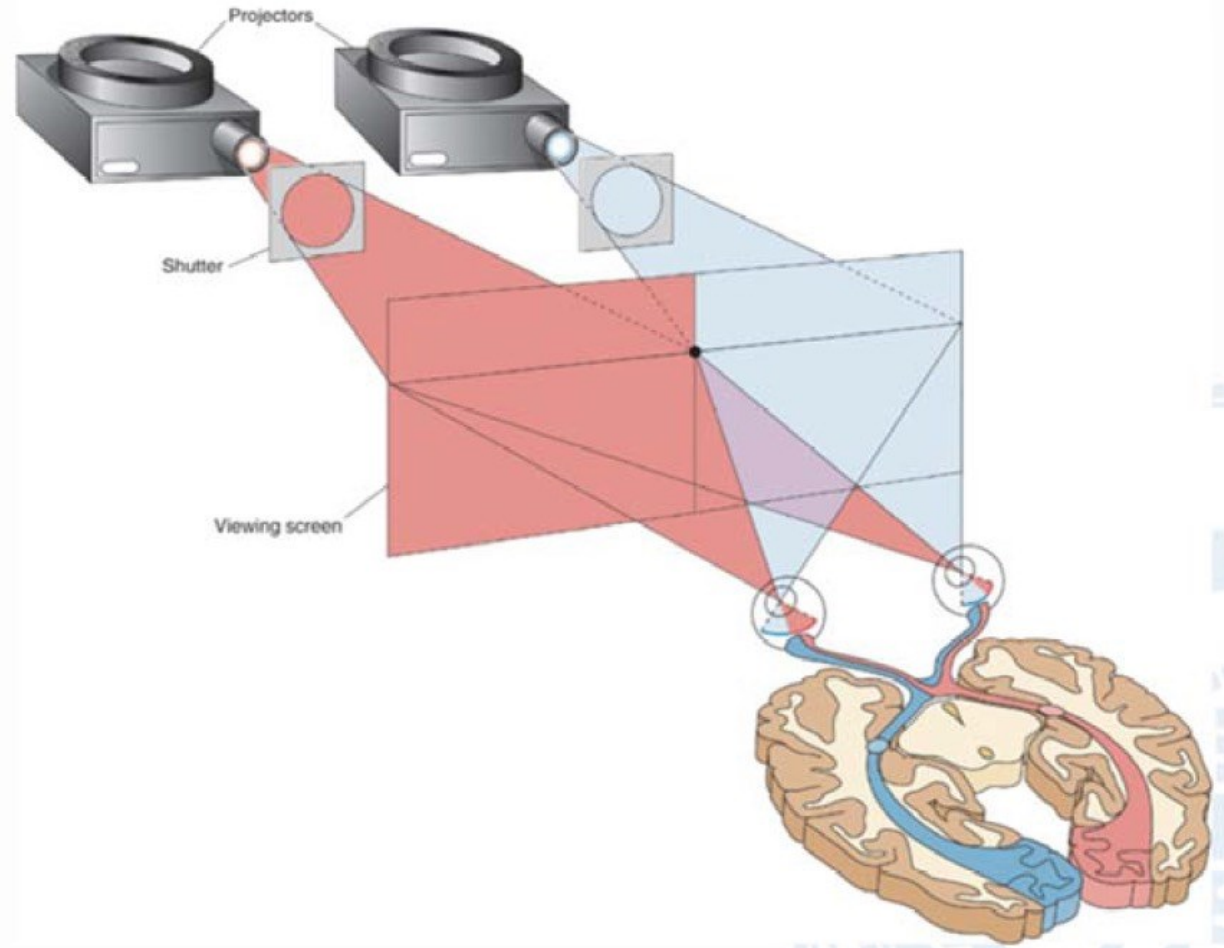


2、双耳分听实验

- ◆研究目的：两半球的听觉加工差异
- ◆研究对象：正常人
- ◆原理：耳与半球的关系为对侧投射占优势，同侧投射较少；因此右耳对语言的优势也证明左半球皮质的语言优势。
- ◆方法：两耳同时听不同材料，形成竞争，方显出优势耳即优势半球
- ◆举例：D. Kimura, 1973
- ◆结论：右利手的人左半球具有语言优势

3、速示实验

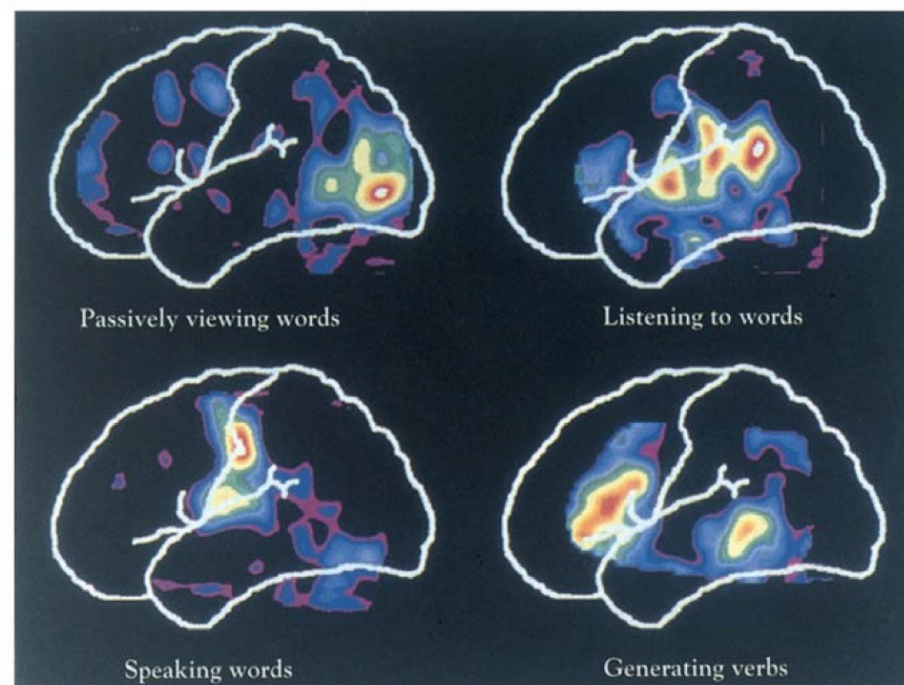
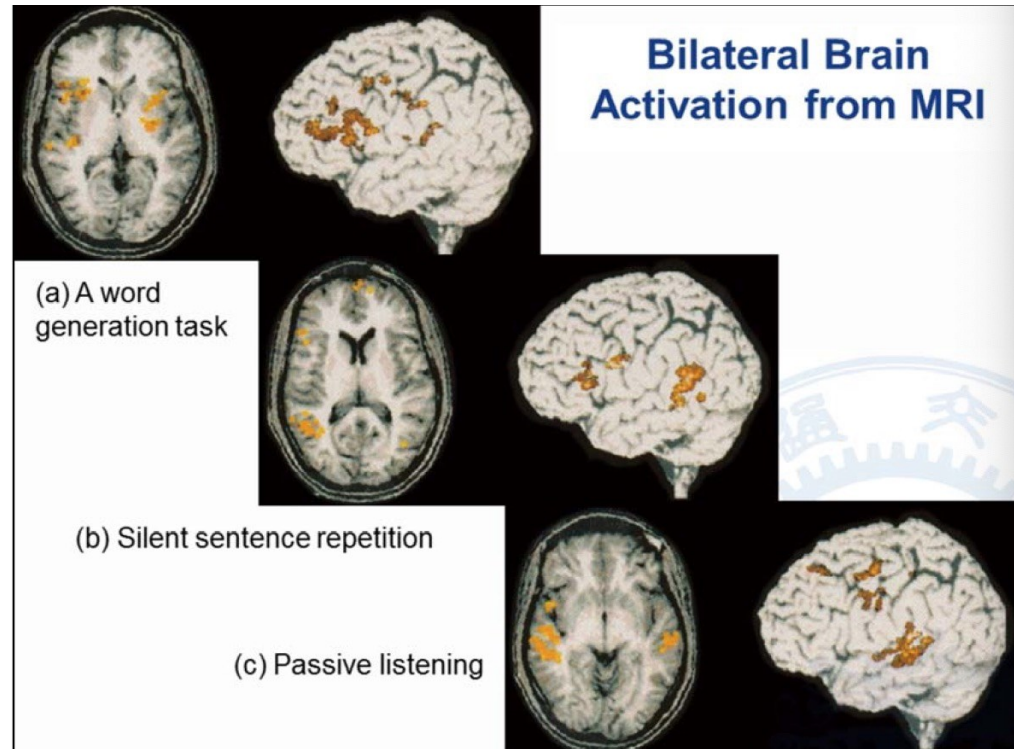
- ◆研究目的：两半球视觉加工的差异
- ◆研究对象：正常人
- ◆原理：视野与半球的投射关系为对侧投射
- ◆方法：控制视觉材料落在左或右视野，呈现时间低于眼球转动的150毫秒（通常为100—150毫秒）。
- ◆结论：左半球对文字性的材料有优势，右半球对非文字性的材料有优势。



4、现代脑成像技术

◆基于PET技术的减法实验表明语言信息加工过程的初级阶段并没有明显的半球一侧化现象，在复杂联想功能中，左额皮层的优势效应才较为显著。

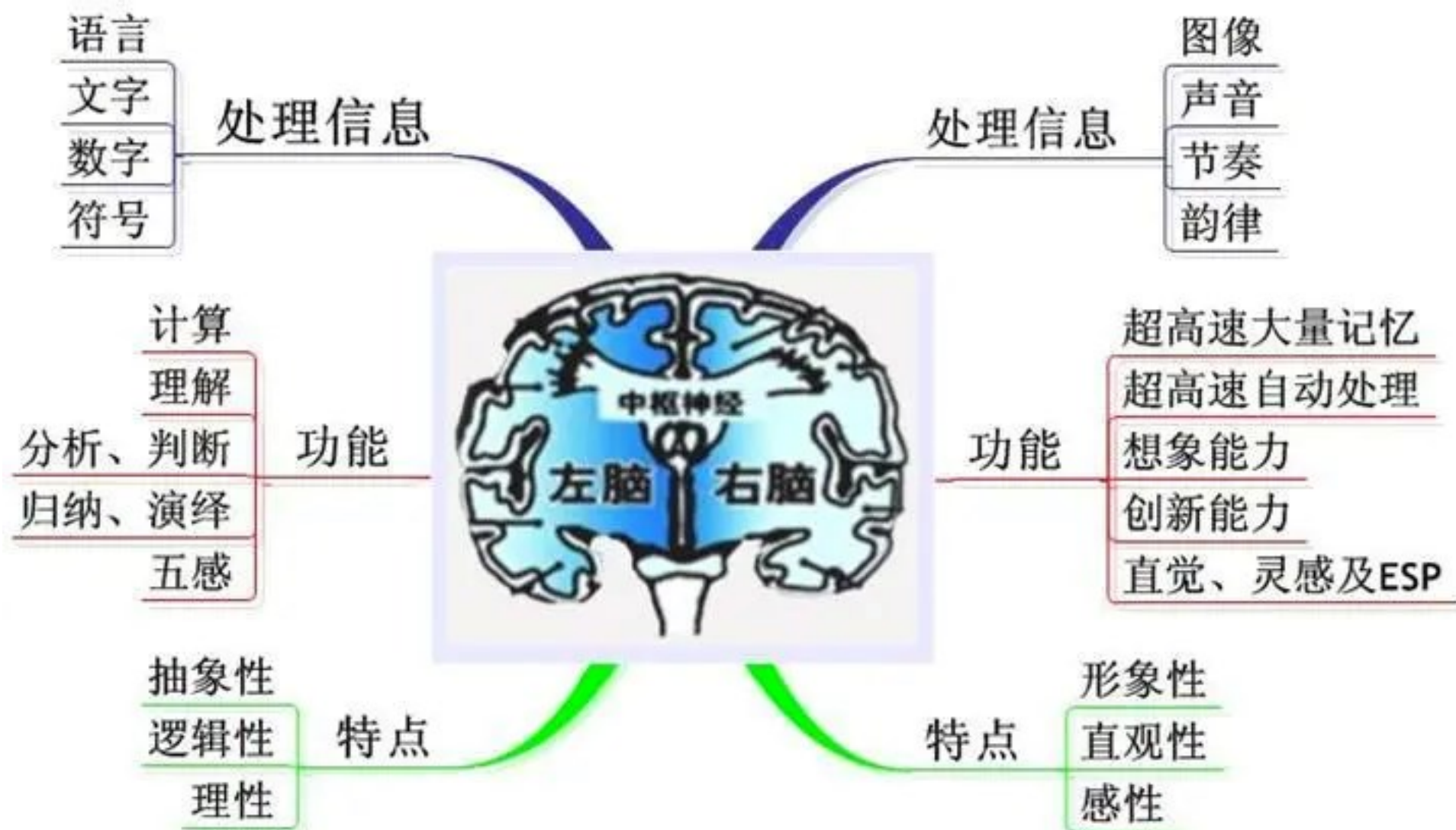
◆利用 ^{18}F -2-脱氧葡萄糖的PET技术，研究了55名正常人听觉鉴别反应过程中，脑区域性糖代谢的变化，认为在语言的脑机制中左额叶皮层的作用更重要。





盲人用指尖触摸表示意义的小突起组成的盲文来进行盲文阅读，可以预期躯体感觉皮层会被激活
阅读盲文时的PET图，在枕极可以看到显著激活（黄色），而这个部位是视觉皮层区域；
这说明通过脑功能重组，盲人受试者的脑能够采用传统的视觉去来处理盲文，这与聋人采用听觉区处理手语的本质是一致的

大脑两半球在人类认识活动中的功能是不对称性，左半球的言语和抽象思维功能优于右半球；右半球的空间概括能力的形象思维功能和情绪性信息处理优于左半球。注意：两半球功能的不对称性只是相对的，差异只有10%左右。



四、语言相关理论与分子研究进展

- ◆ 米勒(J.L.Miller, 1990)总结出了关于人类言语知觉机制的两种认知理论：**运动理论和听觉理论**。
- ◆ 由李波曼(A. M. Liberman)和马特因利(J. G. Mattingly, 1985)提出，基本理论观点主要有以下3方面：
 - ◆ 1、言语知觉系统和发音的言语运动系统之间是密切联结在一起的。因此，人在听音素和词(元音和辅音音节)时，本身的发音运动系统也在不自觉地、默默地进行发音运动；
 - ◆ 2、言语知觉是人类特有的；
 - ◆ 3、言语知觉能力是人类先天所具备的，因为人类生来就具备言语发生和言语知觉相互联结在一起的机能系统。

言语知觉的听觉理论

(The auditory theory of speech perception)

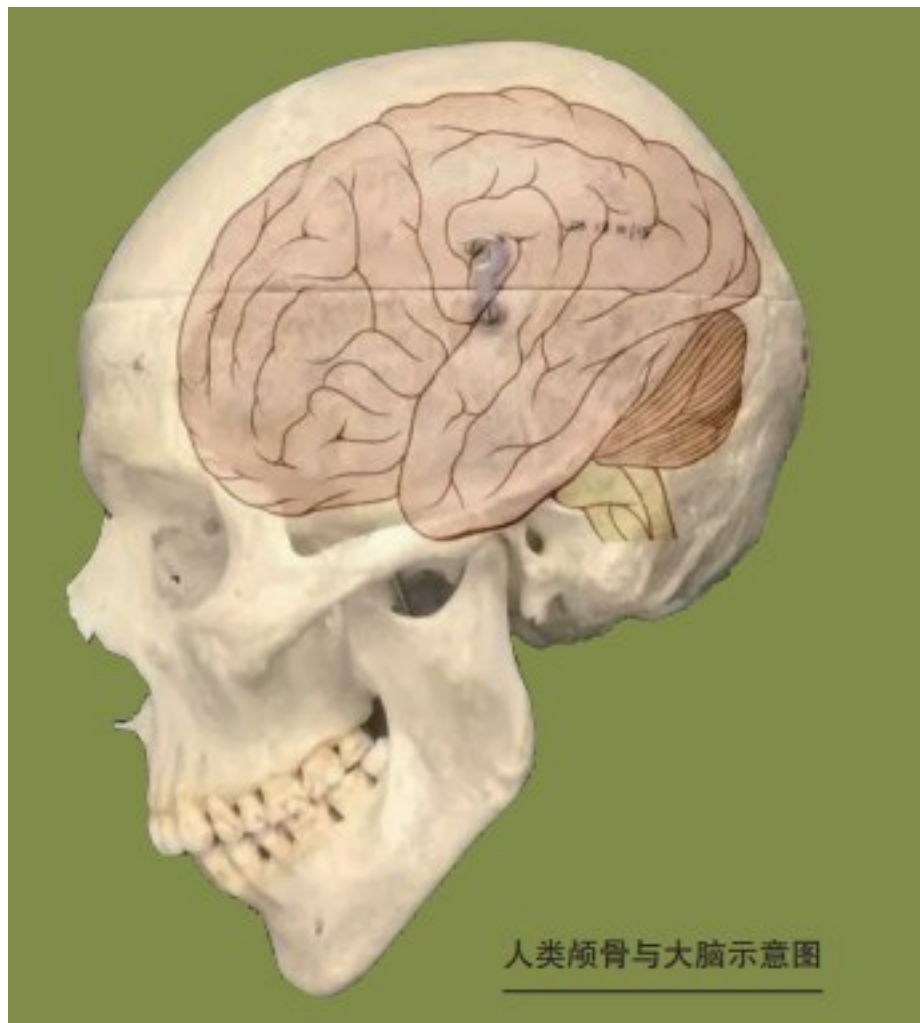
在上述3个方面与运动理论完全不同。

- ◆**1**、认为知觉并不是言语运动的产物，而是听觉系统对各种声音信号进行自动解码，对说话人有意发出音素的规则序列发生知觉的过程；
- ◆**2**、言语知觉并不是人类特有的现象，许多动物的听觉系统与人类听觉系统十分相似，动物也可能具有相似的言语听觉机制；
- ◆**3**、言语知觉不是先天的，虽然婴儿听觉系统就已经十分发达，但婴儿早期必须经过学习和作业之后，才获得言语知觉能力。

Language evolution

	Gestural origin of Language	Independent evolution of gestures and language
Main concepts	Speech evolved from arm postures that were progressively integrated with mouth gestures and vocalization by mean of a double hand–mouth command system. Gesture and speech necessarily interact during their processing and production	Gestures and speech evolved independently. They are functionally dissociated and processed separately, or eventually integrated as amodal concepts). Communication with gestures is described as an auxiliary system
Neural systems	Inferior Frontal Gyrus	Sensorimotor systems for gestures, temporal cortex for language
Main references	McNeill, 1992; Rizzolatti and Arbib, 1998; Gentilucci and Corballis, 2006; Gentilucci et al., 2006	Krauss and Hadar, 1999; Barrett et al., 2005
Challenges	Overlapping activation of areas belonging to mirror circuit (IFG) and linguistic areas (MTG) during gesture and speech processing Limited evidence about neural dynamic of gesture and speech interplay Potential fields of research (i.e., FOXP2 genes variations and communication behavior)	

分子研究进展



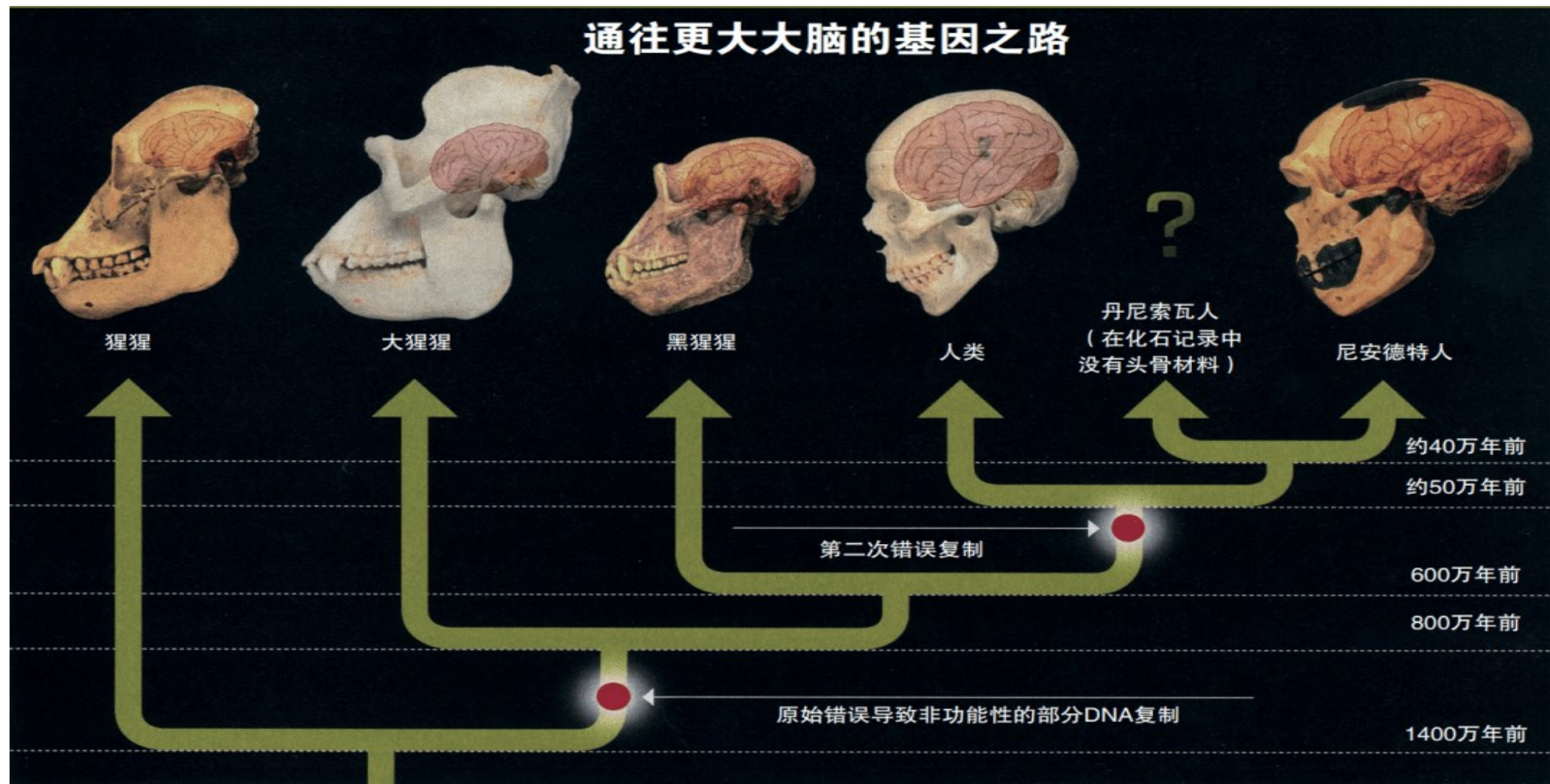
- ◆通过分析先天小脑畸形患者，人们发现了MCPH1、ASPM^③、CDK5RAP2和CENPJ等基因不但调节大脑容量而且在人类大脑进化的过程中起着重要作用。
- ◆认为在灵长类向智人进化过程中，MCPH1和ASPM作为调节脑容量的特殊因子不断加速进化并受到强有力的正向选择，其中ASPM的一次突变发生在人类和黑猩猩谱系分开之后，而MCPH1则发生在类人猿到人类进化的早期，它们可能有助于人类演化出更大的大脑。

◆ **FOXP2的进化非常保守。FOXP2/Foxp2 在人类和小鼠当中是最保守的基因之一。从人类和小鼠最近共同祖先到现在，人类FOXP2 蛋白质的氨基酸序列共经历了3处突变。其中，在1亿3千万年以前随着与小鼠的分离，人类和黑猩猩共同祖先的这个基因发生了一处突变。此后在460万年至620万年前，与黑猩猩等灵长类动物分离后，人类的FOXP2基因又发生了两处突变，分别在该基因的T303N和 N325S位置**

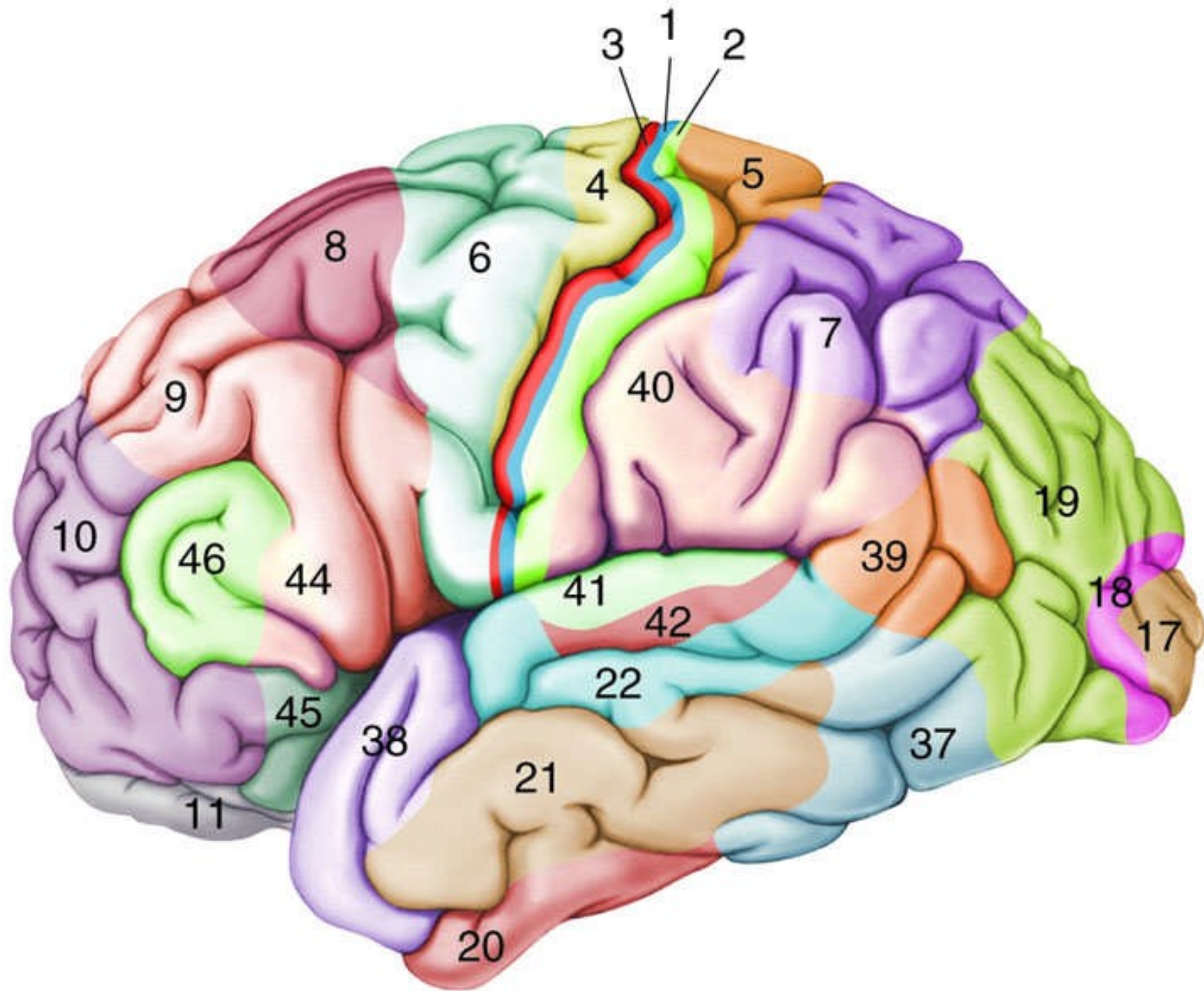
Forkhead box p2(FOXP2)基因是FOX家族成员之一，在胎儿和成人脑中高表达，参与人类语言功能的发育。该基因定位于染色体7q31，也是重复性最好的孤独症连锁区域之一。

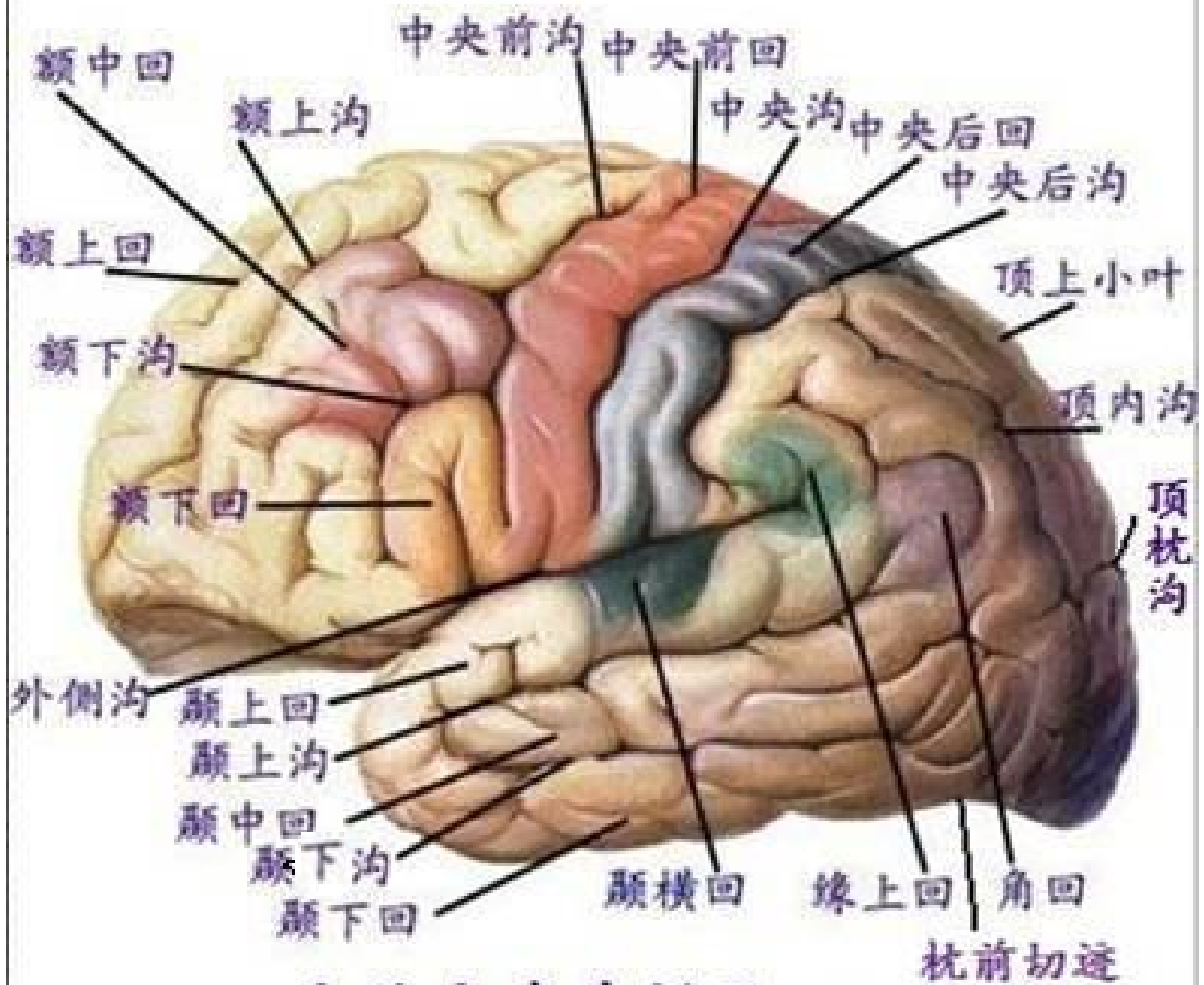
NOTCH2NL--人类特有基因

◆ 延缓干细胞分化为神经元，在整体上产生更多的神经元



Thank You!





大脑半球外侧面

