

回顾

- 神经元和神经系统
- 初级感知觉
 - 听觉、嗅觉、味觉、躯体知觉、视觉
- 高级认知活动
 - 物体识别、运动控制、学习与记忆

情绪

北京邮电大学-人工智能学院

仲苏玉

zhongsuyu@bupt.edu.cn

大纲

- 引言
- 情绪加工的神经系统
- 情绪与其他认知的交互
- 其他情绪
- 总结

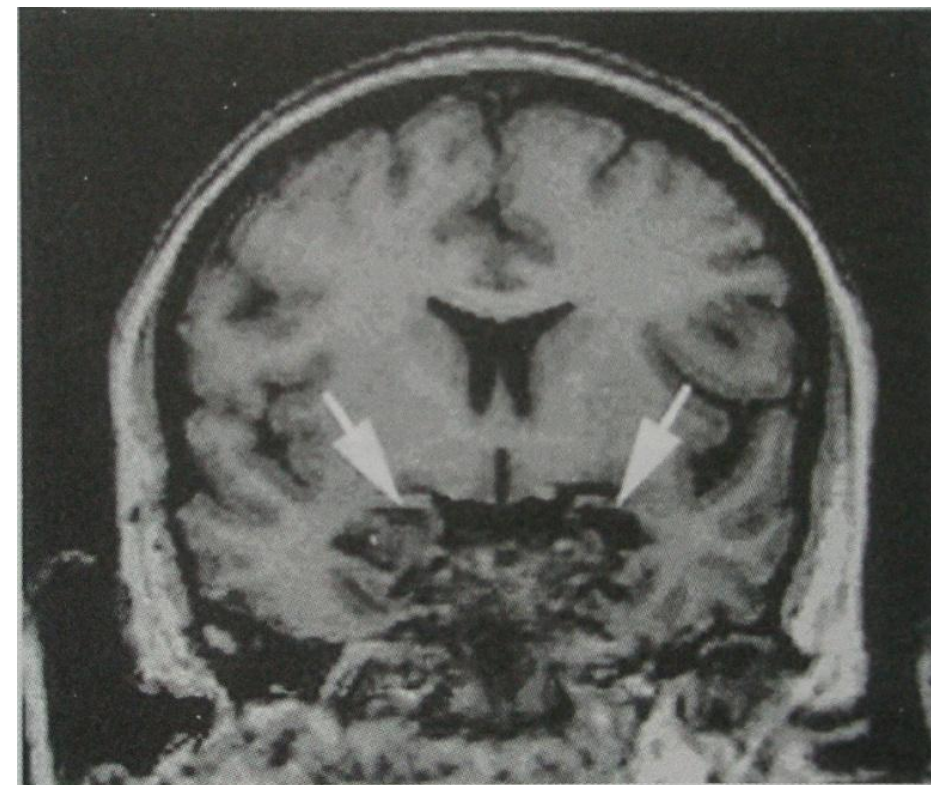
学习目标

- 掌握杏仁核与恐惧条件反射通路
- 掌握杏仁核对记忆的作用
- 了解杏仁核与社会性反应

引言

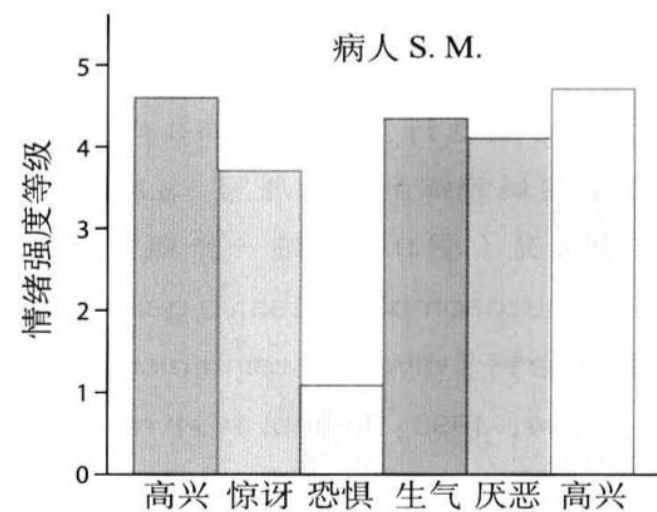
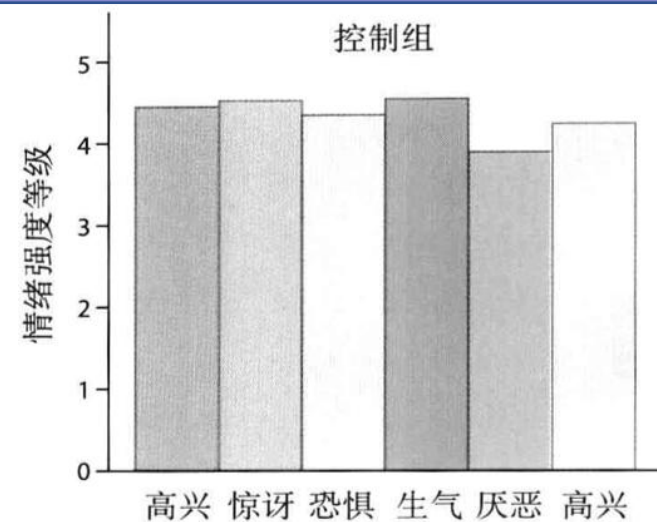
S. M. 生理特征

- 疑似癫痫
- 杏仁核高度特异性退化
 - 仅两侧杏仁核萎缩，没有其它异常
 - 特殊基因病：糖蛋白钙积压在内侧颞叶



S. M. 行为症状

- 标准认知功能正常
- 唯一不能判别恐惧面孔
- 能描述引发恐惧的情景并能正确使用关于恐惧的词语
- 可以判别恐怖的声音
- 不能画出恐惧的图画





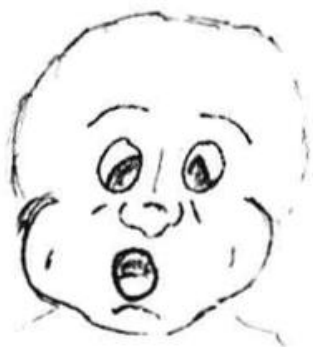
快乐



悲伤



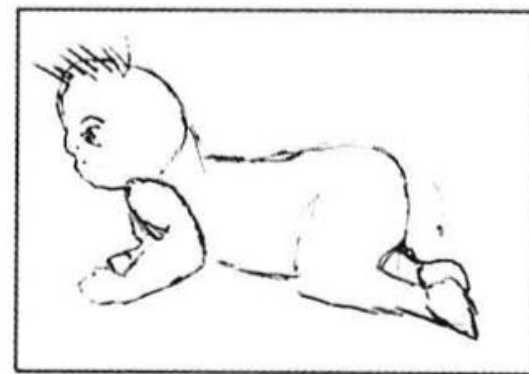
愤怒



惊奇



厌恶



恐惧

S. M. 症状的启发

- 杏仁核在判别恐惧面孔中扮演重要作用
- 不同情绪也许有不同的加工区域和通路
 - 只有识别恐惧情绪有问题
 - 分布式加工和表征

情绪加工的神经系统

情绪的定义

- 现代汉语词典：人从事某种活动时产生的**兴奋心理状态**。
- 新华词典：人对事物的态度的**体验**。
 - 与“情感”一词常通用，但有区别。
 - 情绪与人的**自然性**需要相联系，具有**情景性、暂时性和明显的外部表现**；
 - 情感与人的**社会性**需要相联系，具有**稳定性、持久性**，不一定有明显的外部表现。
 - 情感的产生伴随着情绪反应，而情绪的变化也受情感的控制。

情绪的定义

- Campos (1983): 情绪是个体与环境意义事件之间关系的**心理现象**。
- Arnold (1960): 情绪是对趋向知觉为有益的、离开知觉为有害的东西的一种**体验倾向**。这种体验倾向为一种相应的接近或退避的生理变化模式所伴随。
- Lazarus (1984): 情绪是来自正在进行着的环境中好的或不好的信息的生理心理反应的组织，它依赖于短时的或持续的评价。

情绪的定义

- **综合：**情绪是人各种**感觉、思想和行为**综合的心理和生理状态，是对外界刺激所产生的心理反应，以及附带的生理反应。
- 情绪至少由以下三种成份组成的：
 - 有意识的心理体验过程
 - 身体的变化作为情绪的表达形式
 - 涉及对外界事物的评价

情绪的类别：按基本情绪分

■基本的人类情绪，具有文化普遍性或面部表情普遍性



情绪的类别：按基本情绪分

■基本的人类情绪，具有文化普遍性或面部表情普遍性

■愤怒、高兴、厌恶



■惊讶、悲伤、恐惧



情绪的类别：按情绪维度分

■按引发的情绪反应

■效价(高兴-不高兴) 极性

■唤起程度(高低) 程度

例如：（狂喜）

■按引发的行动和目标

■远离或进入某个场景

情绪加工的神经系统

■ 早期研究

■ Papez回路(1937)

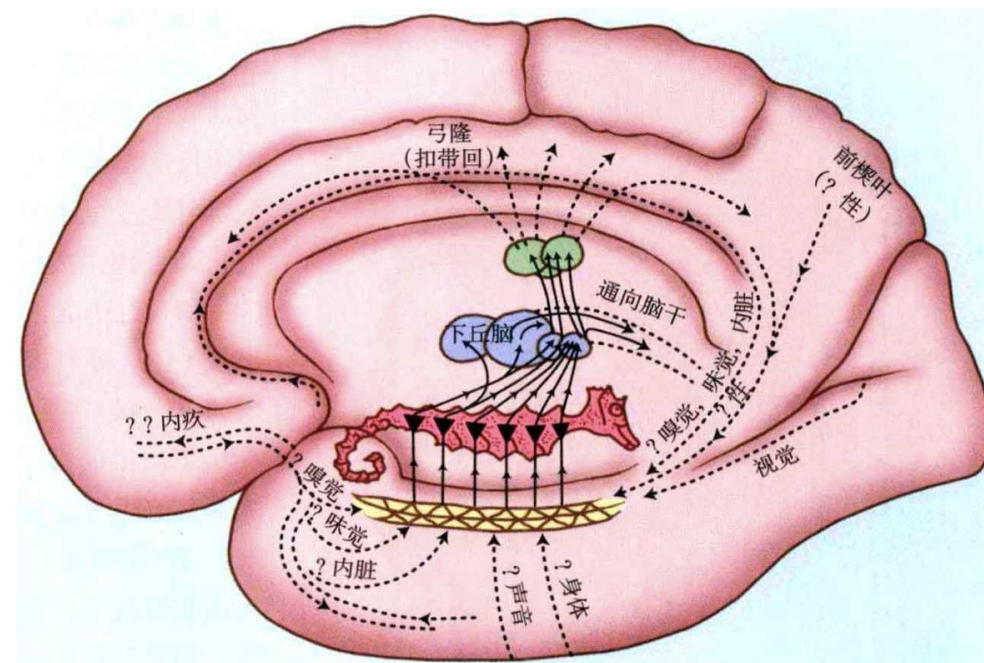
- 下丘脑、前丘脑、扣带回、海马

■ MacLen的扩展：边缘系统(1952)

- Papez回路+杏仁核、眶额皮质和部分基底神经节
- MacLen的边缘系统仍未得到支持
 - 海马已经被认为在记忆中发挥更主要的作用

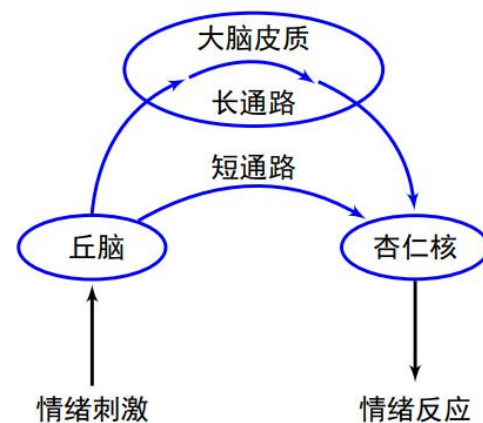
■ 现在的情绪研究

- 不再认为情绪只有一个神经回路
- 依据情绪任务或情境的不同有不同的神经系统加入



情绪的长短通路

- 人脑从外界接收信息产生情感,通常有两条通路可以传递给大脑:
 - 短通路:丘脑→杏仁核;
 - 长通路:丘脑→扣带回→大脑各区域相应皮质→杏仁核。
 - 通常形象地把短通路称作"情绪脑",而把长通路则称为"理性脑"。这两条通路,除了路径长短的区别之外,携带的信息量也相差甚远。



情绪的长短通路

- 从丘脑直接到杏仁核这条短通道, 只能携带少量信息, 最突出的特点是“快”。比如, 原野上有一头野兽向我们冲过来, 这时候, 大脑就会启动最短的信息传递通道, 杏仁核立刻做出反应—要么迎战, 要么逃跑。
- 长通路则可以携带大量信息, 对信息的加工也更为精细。也就是说, 通过这条路径, 我们可以充分地思考、权衡, 并做出理性的决定。当然, 长通路也需要更长的时间 做出反应, 血清素在负责理智和愤怒的大脑部位之间充当信使。
- 在亿万年的进化中, “原始脑”帮人们逃避野兽、躲避危险。而在现代社会中, 极少遇到生死攸关的事件, 频繁地启动情绪脑, 就显得不合时宜: 相反, 在分工协作中, 理性脑则显示出了绝对的优势。

理性与情绪

当然,感情用事有时不是坏事:额叶眼眶面皮质受损的 病人EVR,能够分析复杂财经问题,记忆力及智商也没有变 差,但他无法下决定,即使是芝麻大的小事。情绪,让大脑 更有效率,一些竞技比赛中更显重要。

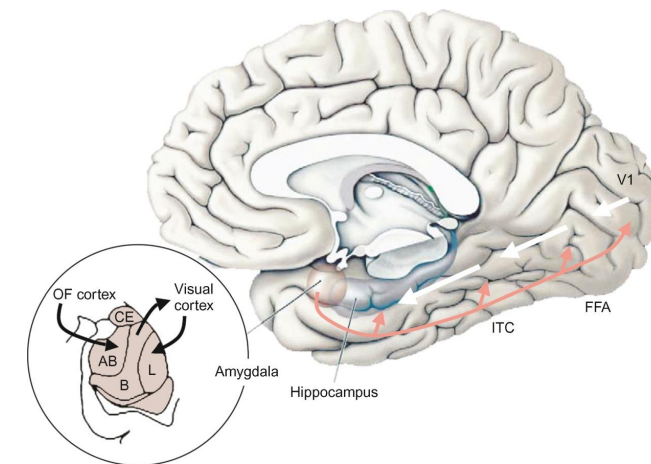
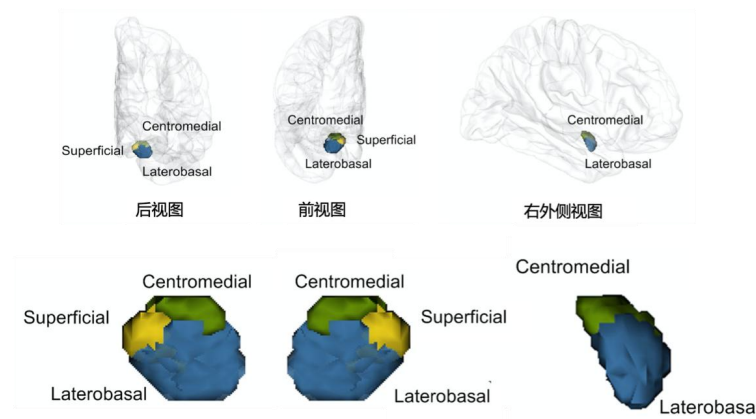
感情调节方式有:

- 分心:把注意力转到别的事情上,往往通常是暂时的:
- 重新评估:借由重新思考某个事件的意义,来改变你对 它的感受。擅长重新评估的人,多半情绪比较稳定(EQ 较高)。看心理医生能获得的好处,也是因为改善了重新 评估的能力,用比较建设性的方式去看事情。

情绪加工的神经系统 之 杏仁核

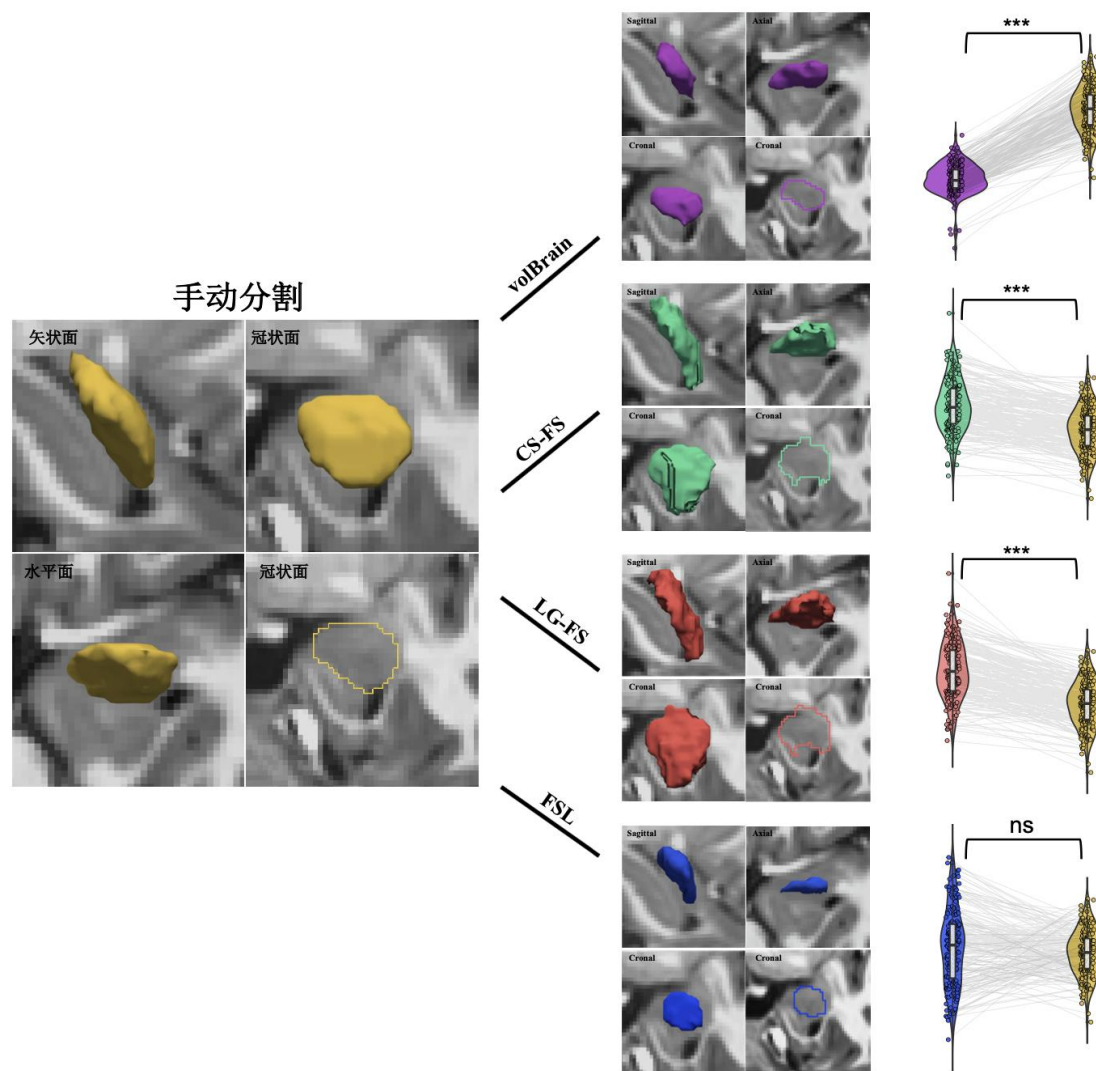
杏仁核

- 位于颞叶内侧，海马前部，有至少13个核团
 - 基底外侧复合体：与多重皮质系统相连
 - 中央核：接收复合体的输出，与情绪唤醒有关
 - 皮层神经核：从嗅球接收输入，涉及嗅觉和信息素的处理



CE:中央核; L: 外侧核;
B: 基底核; AB: 附属基底核
ITC: 下颞叶皮层;
FFA: 梭状回面孔区;
V1: 初级视觉皮层

杏仁核



(Zhou et al., *DCN*, 2021)

恐惧（系统）

- 双侧杏仁核受损的猴子出现行为异常
 - 对危险刺激没有恐惧
 - 吃不可吃的东西
- “心理盲”（Klüver & Bucy, 1939）
 - 失去了恐惧情绪
 - 对应该引发恐惧反应的物体不再产生回避行为

恐惧（系统）

■功能

- 是一个使主体避免伤害的神经系统
- 对疼痛和威胁进行响应，导致逃避、争斗或惊吓行为

■组成

- 杏仁核
- 周边神经核
- 以及相连的内侧下丘脑、中脑的背侧导水管周围灰质

■特点

- 存在**无意识**的恐惧感知
- 对恐惧的感知是强制的，独立于意识

记忆分类：根据记忆内容和经验对象划分

- 形象记忆：对感知过的事务具体形象的记忆。
- 逻辑记忆：以对概念、公式、规律等逻辑思维过程为内容的记忆。
- 情绪记忆：对自身体验过的情绪和情感的记忆。
- 动作记忆：对身体的运动状态和动作技能的记忆。

内隐情绪学习：恐惧性条件反射



火车车祸



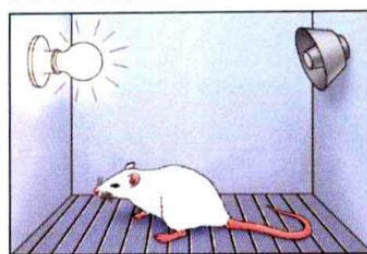
看到陌生人



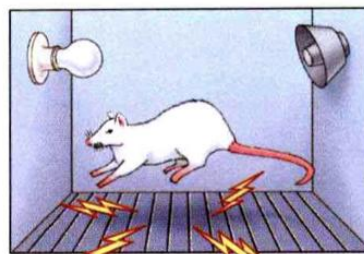
恐惧性条件反射的形成：动物实验

■ $US \rightarrow UR, CS \& US \rightarrow CS \rightarrow CR$

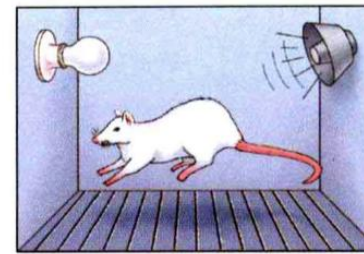
(a) 训练前



只给光 (CS):
无反应

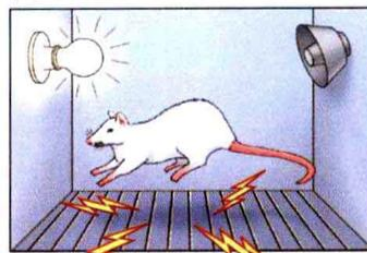


只电击脚 (US_1):
正常惊吓 (UR)



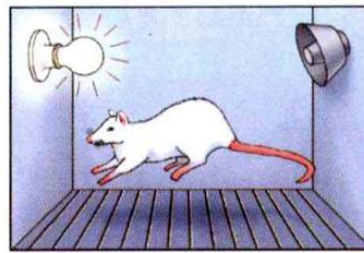
只给噪音 (US_2):
正常惊吓 (UR)

(b) 训练中

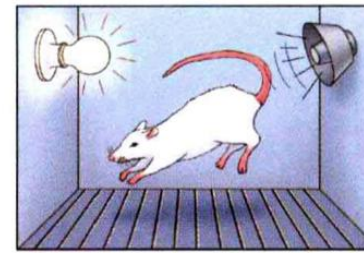


光和电击结合:
正常惊吓 (UR)

(c) 训练后



只给光:
正常惊吓 (CR)



光和声音结合, 但无电击
增强的惊吓 (增强的 CR)

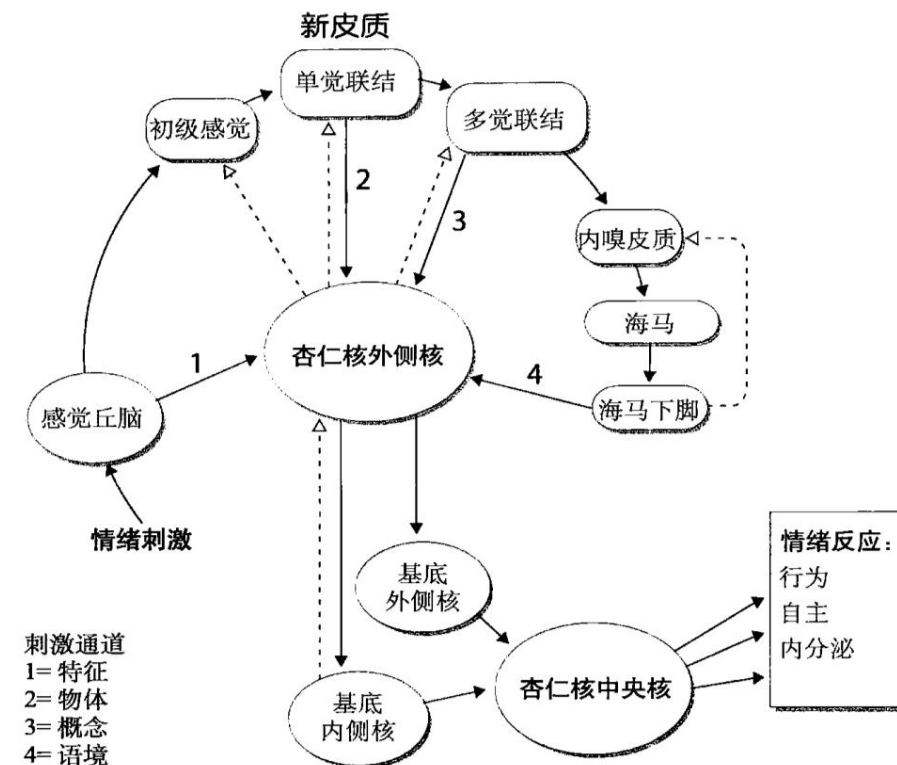
恐惧性条件反射通路

■输入

- 对**无条件刺激**(大声、逼近的影像、突然的运动、疼痛的刺激、可怕的脸)进行响应
- 对**条件刺激**(经典的条件危险信号、记忆、图像)进行反应

■输出

- 将反馈信号传出到丘脑等位置，以按情绪指定的方式来调整感受器处理



恐惧性条件反射通路

■ LeDoux (1996) US-CS 两条独立通道

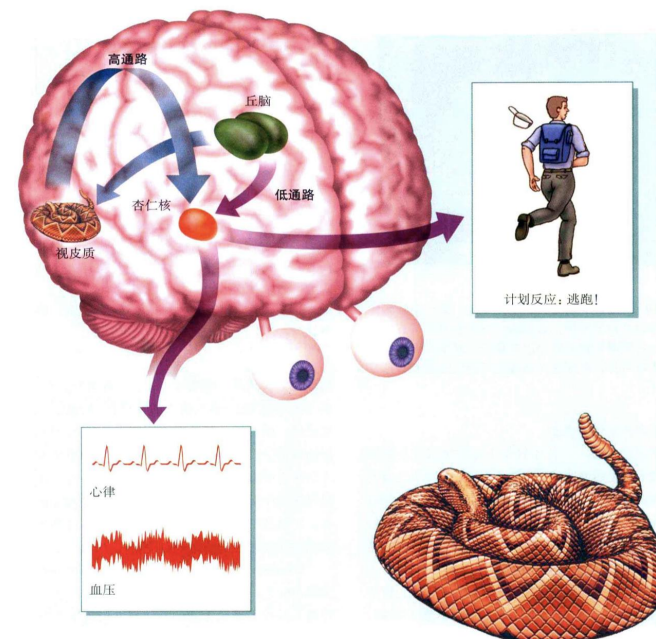
■ 低通道

- 感受器-丘脑-杏仁核，快速而粗略
- 只对低空间分辨率(简单刺激或复杂刺激的总量)的刺激响应
- 对潜在危险刺激轮廓的自动化的，无意识的反应

■ 高通道

- 感受器-丘脑-皮层-杏仁核
- 时间稍长，对复杂的情景化的刺激进行响应
- 有意识的、有目的的
- 更多地受社会、个人的决策过程影响，反映文化相关的情绪反应

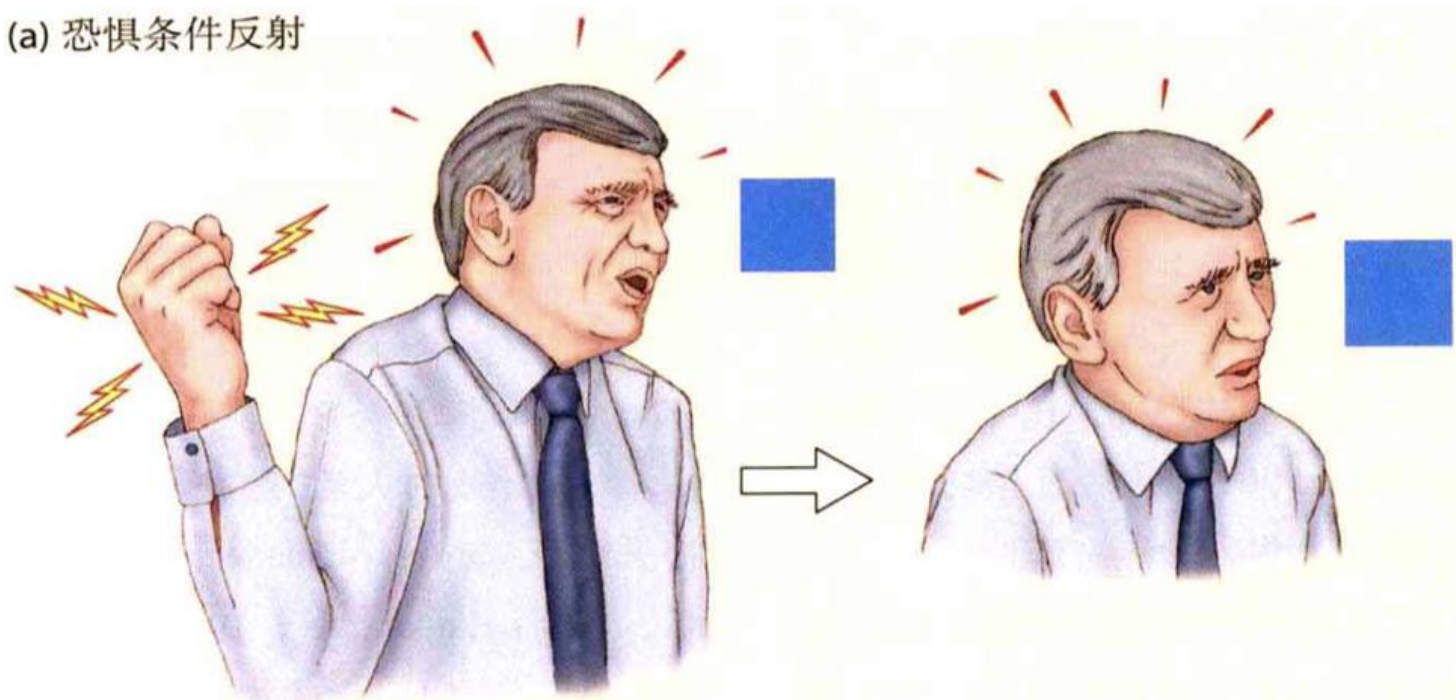
■ 二者结合，兼顾速度和准确性



恐惧条件反射的形成与杏仁核的关系

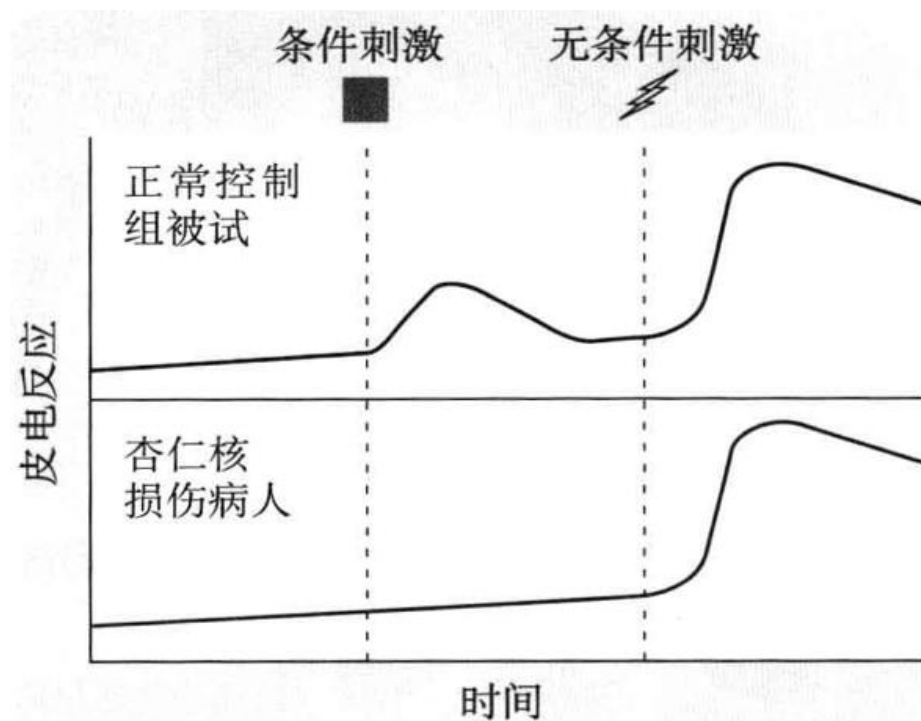
- 双侧杏仁核损伤(海马正常)的病人S. P. :
 - 不能形成内隐性恐怖情绪, 但是知道CS联系

(a) 恐惧条件反射



恐惧条件反射的形成与杏仁核的关系

- 双侧杏仁核损伤(海马正常)的病人S. P. :
 - 不能形成内隐性恐怖情绪，但是知道CS联系



恐惧条件反射的形成与杏仁核的关系

- 双侧杏仁核损伤(海马正常)的病人S. P. :
 - 不能形成内隐性恐怖情绪，但是知道CS（条件刺激）联系
 - 相反的病人：**海马损伤（双侧杏仁核正常）的病人**：能形成内隐性恐怖情绪，但是不记得CS。
 - 表明杏仁核是形成情绪学习内隐表达的必要条件

外显情绪学习

- 自己养狗的年轻女士很害怕巷子里的狗
 - 原因一：巷子里的狗咬过她，恐惧条件反射
 - 原因二：有人告诉她，这只狗会咬人，指导式恐惧



外显情绪学习：指导式恐惧条件

■ 恐惧反应的间接性表达是否也依赖于杏仁核？

■ 实验结果：

■ 杏仁核损伤病人没有出现惊吓反应

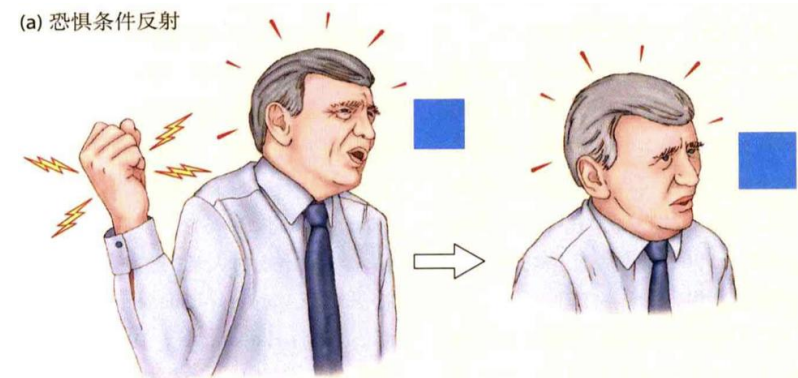
■ 实验结论：

■ 学习蓝色方块的情绪属性依赖于海马记忆系统

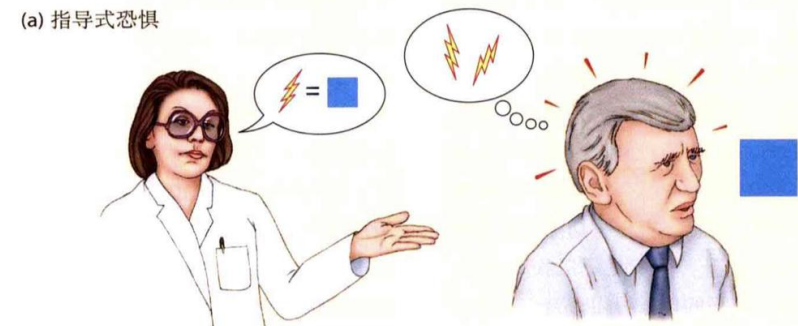
■ 对蓝色方块的恐惧依赖于杏仁核

■ 杏仁核在外显性情绪学习中仍旧起着不可或缺的重要作用

(a) 恐惧条件反射



(a) 指导式恐惧



外显情绪记忆

- 唤醒反应：发生某件事情时的情绪状态
- 唤醒反应可以影响陈述性记忆的存储能力
- 杏仁核切除可以阻止唤醒对于记忆的促进作用
 - 任务习得靠海马，唤醒调节记忆靠杏仁核
 - Morris的水迷宫任务
 - 唤醒的调节效应可以发生在对任务编码之后，也就是发生在记忆保持的过程中
 - 杏仁核在多个阶段调节基于海马的陈述性记忆



外显情绪记忆

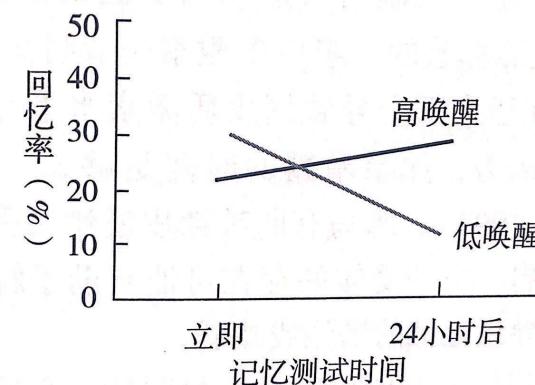
■杏仁核的调节作用具有保护性

- 可以在没有亲身经历的情况下，外显地学习环境中刺激与潜在的厌恶性结果之间的联系
- 帮助记住重要的情绪性事件，保证我们的身体对威胁性事件的反应是适当且具有适应性的

外显情绪记忆

■关于人的研究

- 右侧杏仁核对于提取负性且高唤醒的自传情绪记忆有重要作用
- 回忆与现在行为相关的情绪信息时，杏仁核和海马间的有效连通性出现了双向增强
- 唤醒可以改变遗忘的速度
 - 唤醒性或非唤醒性事件在事件发生后立即回忆的话，效果差不多，但是唤醒性遗忘的速度会更慢
- 极度唤醒会损伤记忆系统能力



情绪与其他认知的交互

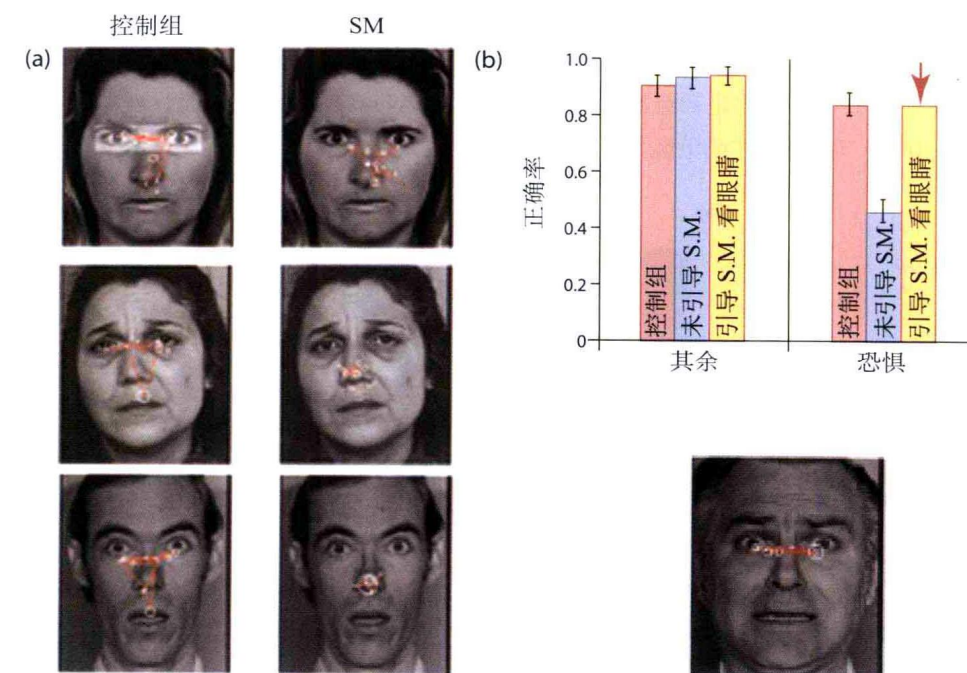
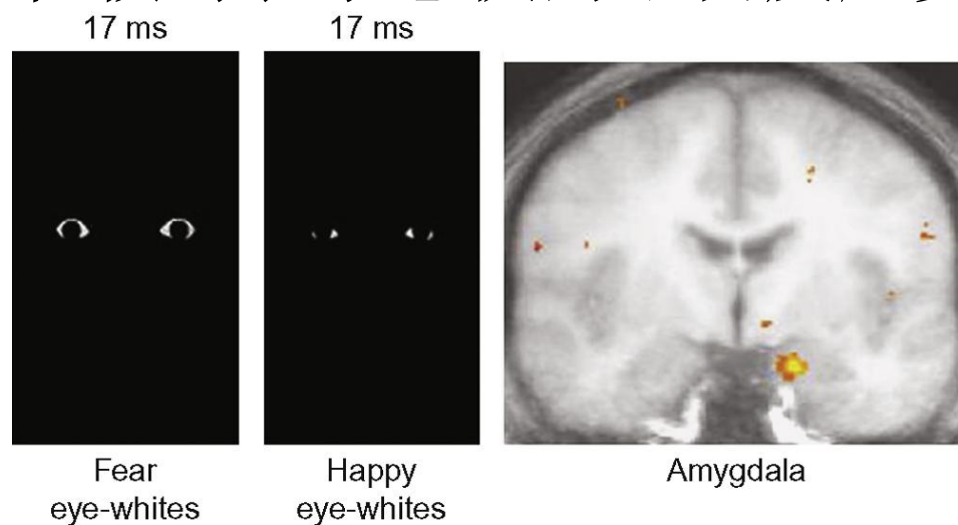
以恐惧为例

情绪与其他认知的交互： 恐惧

- 情绪和社会性刺激
- 情绪和社会群体评价
- 情绪对感知和注意的影响

情绪和社会性刺激

- 面孔表情与杏仁核
- 杏仁核参与恐惧面部表情加工
- 对恐惧面部表情的加工依赖于眼睛
- 杏仁核对表示恐惧的眼白反应更大



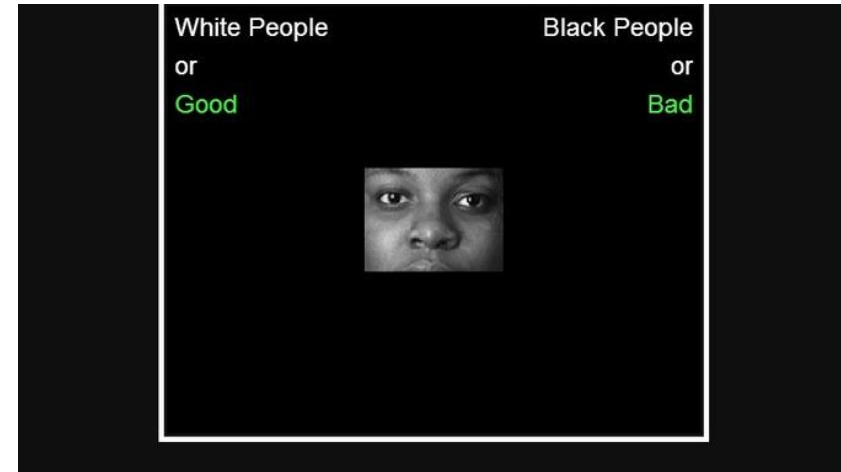
情绪和社会群体评价

■ 内隐联系测试 IAT

- 黑人-正性词，白人-负性词
- 白人-正性词，黑人-负性词
- 测量反应时间差异

■ 实验一：fMRI IAT

- 白人看黑人或白人面孔时杏仁核的活动
 - 看到不熟悉的黑人，杏仁核激活，反之，不激活
- IAT中表现出较高种族偏见的人在看到黑人面孔时的杏仁核有较高激活



Native IAT

Gender-Career IAT

Presidents IAT

Weapons IAT

Gender-Science IAT

Race IAT

Arab-Muslim IAT

Religion IAT

Age IAT

Skin-tone IAT

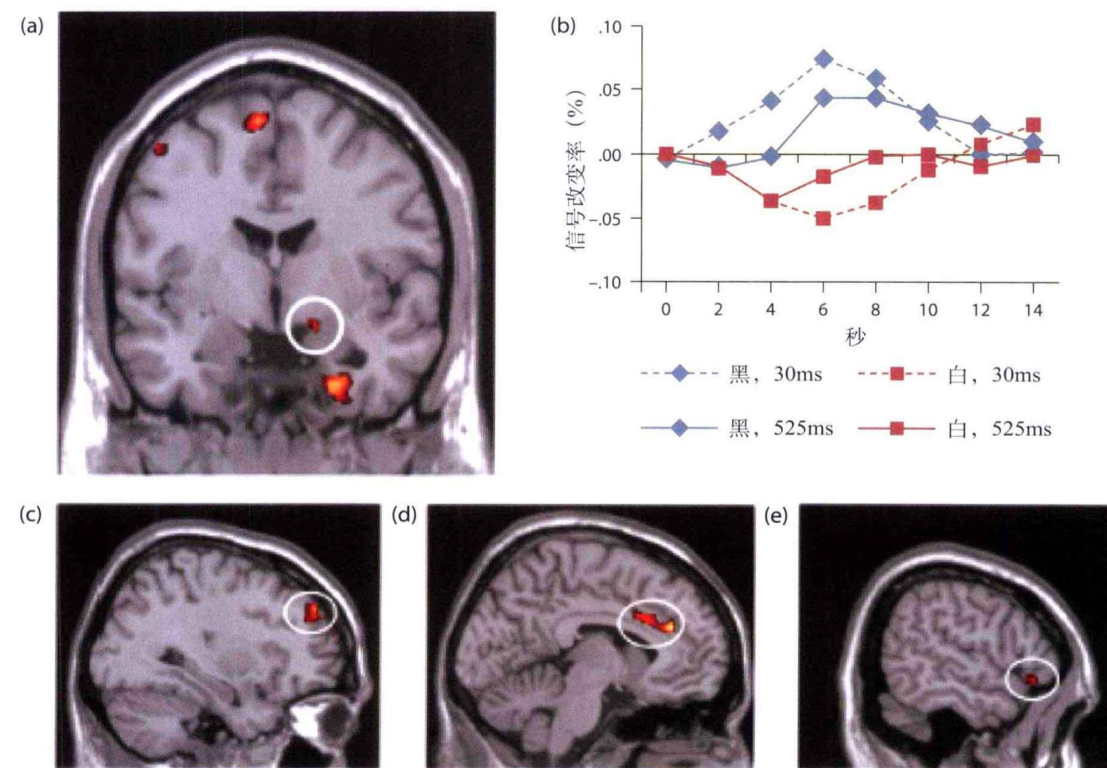
情绪和社会群体评价

■实验二：杏仁核损伤病人的IAT与对照组无差异

- 说明杏仁核在间接的种族评价上作用不大
- 杏仁核可能是在辨别“同种族”还是“异种族”

■实验三：快速与长时呈现不同种族面孔

- 不同呈现条件，杏仁核激活效应不同
- 说明社会评价过程有两个不同的系统
 - 自动加工
 - 控制加工



情绪对感知和注意的影响

Controls	War-related	Negative	Neutral	Positive
ooooooo	Firefight	Germ	Mix	Loyal
ooooooo	Medevac	Filth	Millionaire	Pleasant
ooooooo	Nam	Dirty	Concrete	Happy
ooooooo	Bodybag	Urine	Input	Friendship

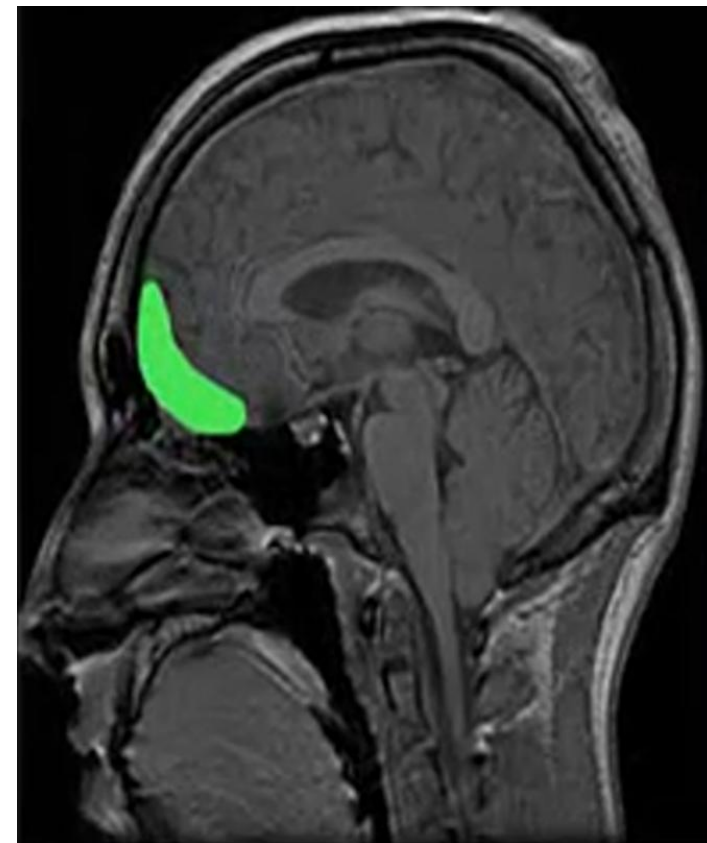
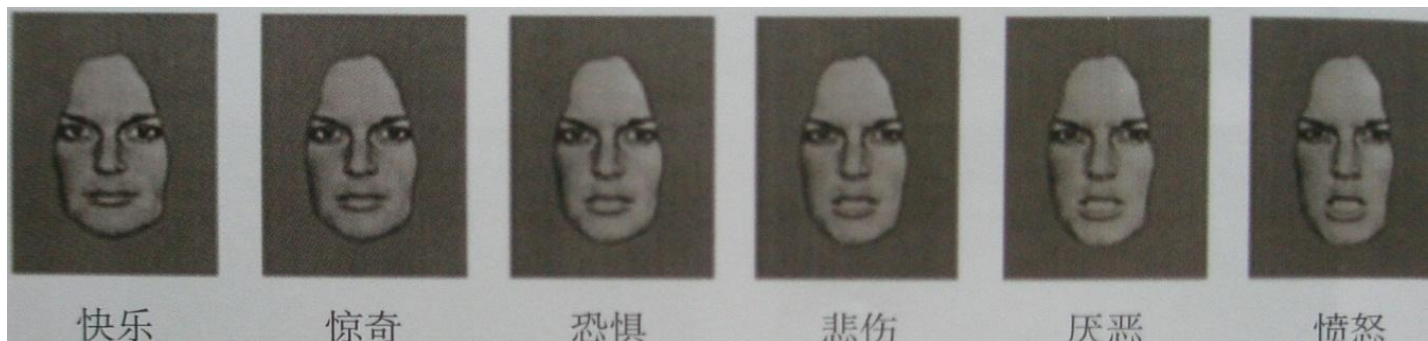
- 情绪Stroop实验：越南老兵的实验
 - 对战争相关的词的反应比其他的词快，但对颜色的命名则慢
- 对9.11亲历者类似的实验有类似的结果
- 杏仁核受损患者没有出现这类情形
- 杏仁核与皮层有直接或非直接的连接通路，因此会对感知或注意产生影响

其他情绪

愤怒

■ Blair1999

- 右侧眶额皮质激活随观测到的愤怒表情强度的增加而增强
- 眶额皮质也会在听到愤怒的声音时激活



悲伤

■ Blair1999

- 左侧杏仁核和右侧颞叶受悲伤表情激活

■ Adolph2004

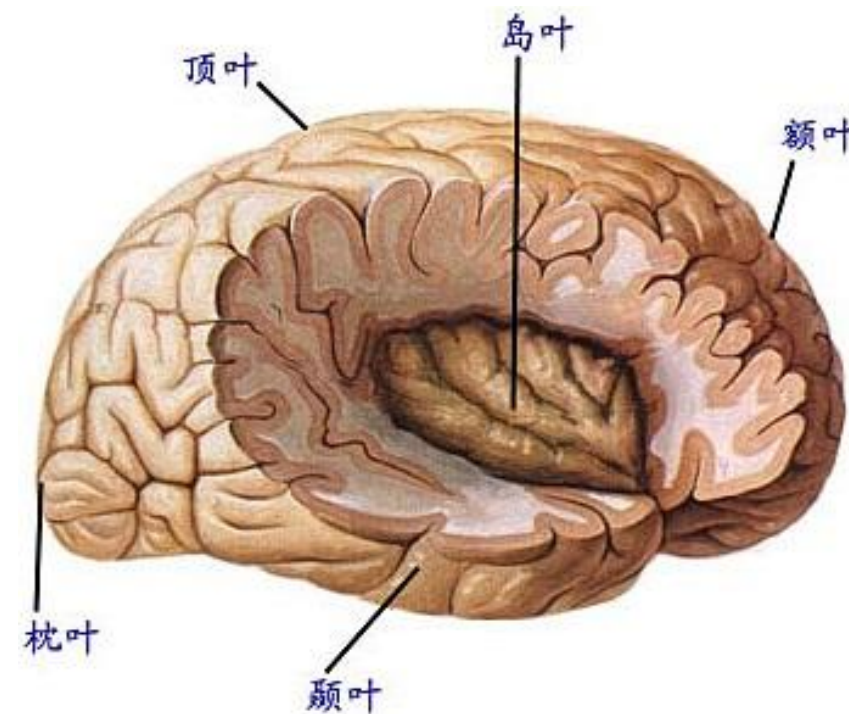
- 右侧杏仁核受损比左侧导致更严重的悲伤面孔失认

■ Killgore2004

- 杏仁核与悲伤面孔分析无关
- 也有实验不认可，研究中采用的实验任务不同，难以直接比较

厌恶

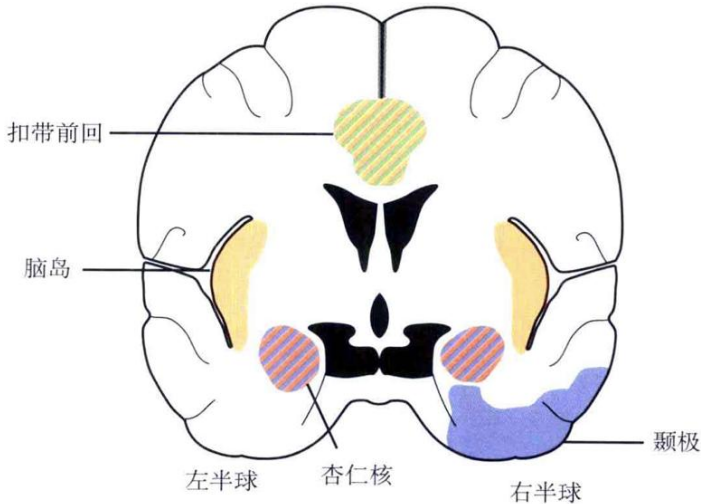
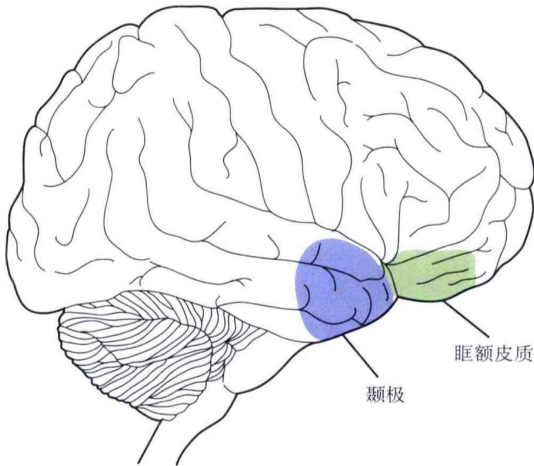
- Philips1997 (成像研究),
Calder2000 (前脑岛损伤病人)
 - 前脑岛对厌恶情绪的检测和体验都至关重要
- Wicker2003
 - 在看到别人厌恶或自己闻到臭味时激活了前脑岛的部分
- 脑岛 (岛叶)
 - 呈三角形岛状, 位于外侧沟深面, 被额叶、顶叶和颞叶所掩盖



总结

总结

情绪	相关脑区	功能角色
恐惧	杏仁核	学习，逃避
愤怒	眶额皮质，扣带前回皮质	表明违反社会准则
悲伤	杏仁核，右侧颞极	退缩
厌恶	前脑岛，扣带前回皮质	规避



谢谢

课堂练习

- 1. 对厌恶情绪的检测和体验至关重要的脑区是()。
 - a. 杏仁核 b. 前脑岛 c. 颞极 d. 眶额皮质
- 2. LeDoux提出的恐惧系统的(), 能对复杂的情景化的刺激进行响应。
 - a. 顶通路 b. 额叶通路 c. 低通路 d. 高通路
- 3. 对愤怒情绪的检测和体验至关重要的脑区是()。
 - a. 杏仁核 b. 前脑岛 c. 颞极 d. 眶额皮质