

认知神经科学

小脑的认知功能

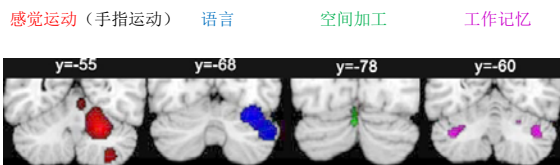
王雪薇 (2013201424)
应用心理学
2015.10.30

脑损伤

- 小脑认知情感障碍(cerebellar cognitive affective syndrome, CCAS)
 - 语言、空间加工、工作记忆缺陷，情感和情绪易变性改变
 - 可与运动缺陷分离
 - 小脑前叶：小脑运动综合征(cerebellar motor syndrome)
 - 小脑后叶：CCAS
 - 小脑损伤患者的运动缺陷与认知缺陷之间缺乏相关
 - 认知缺陷的性质取决于损伤位置
 - 右半球：语言
 - 左半球：空间加工
 - 小脑蚓：社会与情感加工

功能激活

- 认知任务中，小脑往往与前额叶、顶叶区域联合激活
 - 可能是有关功能网络的一部分



语言

- 任务：单词/字母产生、词干补笔、语义加工、语音加工、言语流畅性任务
- 右利手被试：右后外侧小脑(优势大脑半球的对侧小脑)
 - 盲文阅读中也有类似的激活模式

任务	激活位置	备注
涉及发音的任务	小脑前叶	
音韵判断	右侧VI小叶和Crus I (与左侧额下回和左侧外侧颞叶皮层之间双向联结)	
词汇判断	右侧VI小叶	
单词朗读(发音)	双侧V/VI小叶	假词激活更强
句子阅读	右侧Crus I	
连续文本阅读	左侧枕颞皮层下部和后小脑	MEG

- 推测
 - 左侧小脑与词形加工有关，右侧小脑主要参与音韵加工

语言

- 即使不涉及外显发音，语言加工任务中仍然出现小脑的激活
- 语言任务、言语工作记忆
 - 右侧小脑和左侧额叶区域的交互
 - > 前发音言语编码（内部言语）
- 发音过程
 - 前内侧小脑区域的激活不受发音内容的音素或音节特征调节
 - 左侧后外侧小脑上部—音素
 - 右侧后外侧小脑上部—音节或音素序列
 - > 外侧小脑上部参与从视觉刺激到音素的编码
- 音韵、音节加工——刺激序列
 - VI小叶和Crus I在产生音节序列时激活，重复同一音节时不激活
- 语义加工？

空间加工

- 任务
 - 平分线段：左侧小脑（和右侧顶叶皮层）
 - 心理旋转：小脑激活更倾向于双侧化
 - 视觉配对关联学习及提取
 - 编码形状-颜色组合：左侧Crus I—区域激活最强
 - 朝向判断
- 可能因素
 - 来自顶叶的强烈投射
 - 小脑在运动的视觉引导中的作用
 - 运动表象：小脑后部区域
 - 可能是心理旋转或空间转换任务的重要成分
- 推测
 - 要求根据空间刺激的变化调整反应的任务，如视觉运动旋转调整(visuomotor rotation adaptation)任务
 - > 从环境中抽取有关空间信息及与该空间信息有关的程序的习得

工作记忆

- 同步听觉系列加法测验(Paced Auditory Serial Addition Test)
 - 双侧小脑，尤其是VI, VII小叶（额叶和前运动皮层区）
- 小脑激活随记忆负担增加而增强
- 小脑参与言语工作记忆=不出声言语复述？
 - 不能完全解释
 - 2-back范式
 - 视觉工作记忆: Attleave和Arnoult抽象图形
 - 无法使用言语复述
 - 激活与言语工作记忆任务无差异

工作记忆

- Sternberg范式
 - 小脑-额叶环: **编码**
 - 右侧VI小叶、Crus I, Broca区
 - 发音复述, 从视觉到音韵表征的编码
 - 小脑-顶叶环: **编码**, 在**保持**阶段激活最强
 - 右侧VIII、VIII A小叶, 顶上小叶下部
 - 蚓部小叶VI: **提取**
- 大脑-小脑活动增强与执行负担相关
- 小脑的激活模式部分取决于刺激表征的性质（听觉或视觉）
 - VI、VIII小叶的激活与感觉通道无关
- 可能功能
 - 对预期和观察到的结果的监控
 - 言语工作记忆: 音韵表征, 发音表征
 - 视觉工作记忆: 视觉表象, 空间位置
 - 时序预测
 - 编码刺激的序列

执行控制

- 任务
 - 工作记忆
 - 计划并整合不同加工过程, 以达到特定目的
 - 汉诺塔, 随机数生成, go/no-go任务, Wisconsin卡片分类测验, 复杂决策
 - VI小叶, Crus I, VIII小叶
- 工作记忆、视觉注意任务中, 负担增加都导致小脑激活增强, 且两种任务无差异
 - 小脑参与注意, 与需注意的刺激类型无关
- 可能作用: 对结果和序列的监控
 - 工作记忆
 - 空间加工
 - 对反应的结果的预期
 - e.g., 汉诺塔

情绪加工

- 任务激活
 - 呈现与情绪有关的刺激
 - 情绪图片、面孔、语调
 - 情绪面孔的外显加工激活强于内隐加工
 - 消极情绪刺激激活更强
 - 愤怒面孔: 后扣带回、梭状回、小脑
 - 移情: 双侧VI小叶
- 脑损伤: 情绪调节缺陷
- 可能解释
 - 小脑关注可能与之后的动作或运动计划有关的信息, 以便整合进内部模型(internal model)
 - 例如, 面部表情, 动机

讨论

- 具体功能的假设
 - 时序, 序列, 联想关系的学习
 - 从环境中抽取有关信息及与该信息有关的程序的习得
 - 形成**内部模型**, 用于对未来事件的预期和状态估计
 - 刺激特征的各方面及有关情境
 - 根据反馈（实际结果与模型预期结果的差异）对模型进行调整
 - 高级认知功能: 根据长期目标优化行为, 根据对他人行动和心理状态的预测优化社会行为, 语言加工

讨论

- 模型习得的证据
 - 激活: 运动和联想学习
 - 小脑的结构差异与运动学习表现的个体差异有关
 - 习得序列信息、时间编码
 - 各个事件或事件内各个元素的时序
 - 下橄榄核的激活
 - 攀援纤维(climbing fibers): 下橄榄核→小脑
 - 对按节奏呈现的刺激的时序变化敏感, 对朝向和颜色不敏感
 - 激活: 错误加工和调整
 - 实际结果和预期结果不匹配时, 对内在模型进行调整

讨论

- 小脑在认知任务中可能的具体角色
 - 语言加工
 - 运动计划或准备
 - 前发音编码
 - 言语运动控制系统的一部分
 - 包括外显言语的内部模型的反馈加工
 - 涉及心理表象的空间加工, 执行控制任务
 - 潜在运动 (未实际执行) 的计划和心理复述
- 争议: 运动和认知的界限?
 - 不涉及外显运动的计划也属于运动
 - 计划和复述是认知机制的共同成分

讨论

- 小脑功能多样性和统一性
 - 小脑皮质回路的统一性
 - 规律、简单、一致的细胞组织形式
 - 推测: 同一种计算过程
 - 功能取决于信息类型, 信息类型取决于皮层输入的位置
 - 解剖连接多样性: 大脑皮层, 脑干, 脊髓
- 小脑运动功能与认知功能的类比
 - 内部模型理论: 小脑在反复的任务表现与反馈的基础上建立内部模型, 使个体在没有动态反馈的条件下也能熟练执行任务
 - 运动~心理行为=心理客体的操作
 - 心理客体: 表征想象中的情景和想法的心理模型
 - 额叶控制+小脑的反馈机制和内部模型
 - 协调和同步多肌肉运动~连接不同认知单元
 - 小脑损伤导致的不是功能的丧失, 而是功能调节和协调能力丧失
 - 运动缺陷-辨距不能(dysmetria)
 - 认知缺陷-dysmetria of thought
 - 根据稳态基线水平调节行为, 使表现符合情境

讨论

- 认知缺陷和运动缺陷不对等
 - 小脑损伤导致的认知缺陷往往不明显, 或严重程度远不及运动障碍
 - 可能解释
 - 认知和情感缺陷的临床评估不充分
 - 即使是严重的小脑损伤, 也不会导致严重的认知缺陷
 - 矛盾: 小脑的大部分都与大脑联络皮层网络相连
 - 假说: 小脑体积增加、小脑对大脑联络皮层的强烈投射不是自然选择的直接作用, 而是脑组织协调进化的副产物
 - 哺乳动物脑组织进化的总体趋势
 - 证据
 - 哺乳动物进化过程中, 小脑的体积增长速度仅次于大脑皮层
 - 各物种中大脑和小脑的神经元数目比率相同
 - 猜想: 原始物种的回路组织的传承
 - 较小的大脑皮层, 主要负责感觉-运动, 与小脑之间有广泛的连接

参考文献

- Buckner, Randy L. (2013). The Cerebellum and Cognitive Function: 25 Years of Insight from Anatomy and Neuroimaging. *Neuron*, 80(3), 807-815. doi: [10.1016/j.neuron.2013.10.044](https://doi.org/10.1016/j.neuron.2013.10.044)
- Stoodley, C. (2012). The Cerebellum and Cognition: Evidence from Functional Imaging Studies. *The Cerebellum*, 11(2), 352-365. doi: 10.1007/s12311-011-0260-7