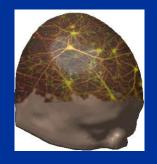


脑器交互学及其应用

Brain-Apparatus-Conversation(BAComics) and its applications



尧德中 电子科技大学 成都

目 录



- > 交互的形式
- > 交互的内涵
- > 成电的进展
- > 脑器交互学



>交互的形式

交互的形式: 脑 一 器官



调控:心、肾、免疫、代谢、运动、...(脑外器官/系统)

反馈:感觉、嗅觉、视觉、听觉、触觉...

交互的形式: 脑 - 脑



> 社会网络/学术会议/心理治疗



➤ 图灵测试(The Turing test, 1950)--人工智能 让计算机来冒充人。如果超过30%的裁判以为是人而非计算机,就算通过

在交互中判断是否有智能



交互的形式: 脑 - 机器



Brain-computer interface
Brain-Machine interface
Neurofeedback
Animal Robot

脑机接口 脑机界面 神经反馈 动物机器

脑器交互的概念



- "脑" --- "生命器官Organ"之间的交互
- · "脑" --- "非生命机器Machine"之间的交互

脑器交互(BAC):

Brain-Apparatus-Conversation (BAC)

-- 认知/脑疾病/混合智能的基础

Apparatus:

机器-- machine非生命

器官-- organ -生命 (含脑)

泛指"脑外事物"

脑器交互的概念



从脑机接口到脑器交互

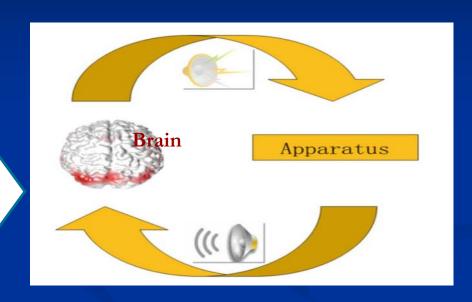
From Brain-Computer Interface(BCI)
to Brain-Apparatus Interaction (BAI)

尧德中

神经信息教育部重点实验室

电子科技大学 成都

Yao D. 2010-11-26 中国第一届脑机接口大赛 (清华大学) 会议邀请报告



Yao D. LNAI 10654, pp.315-324,2017



>交互的内涵



脑器交互-1: 大脑输出问题

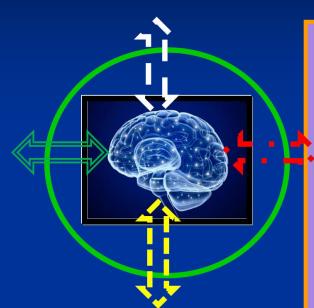
BAC-1: Output to the outside

BAC-1: 以正常 "brain"为出发点,

建立或修复输出渠道,以充分发挥大脑现有功能,

达到活化大脑功能的目的(活化大脑)





举例

- 修复或改善已有的大脑输出通道: 神经脊髓桥技术、神经假肢、...
- □ 建立新的输出通道 解码 神经信号 (EEG/LFP, spikes...) 解码 代谢信息 (fNIRS, fMRI,..)

..... > 运动控制,语言翻译,情绪表达

▶ 问题: 脑完整而正常,问题出在输出通道上

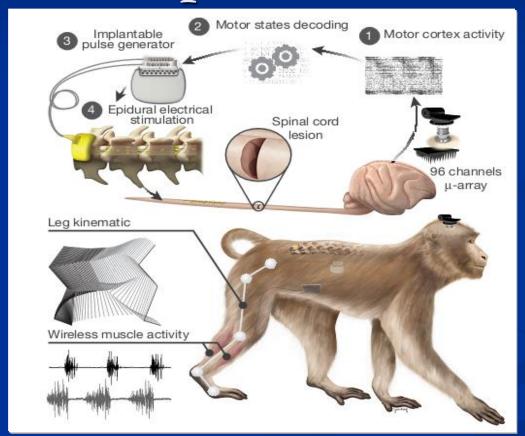
> 内容: 修复输出或建立新的输出管道

> 特点: 脑是基础, 脑是主动的

A) 修复受损输出通道



brain-spine interface



A) 修复受损输出通道

UESTC 43:

神经假肢

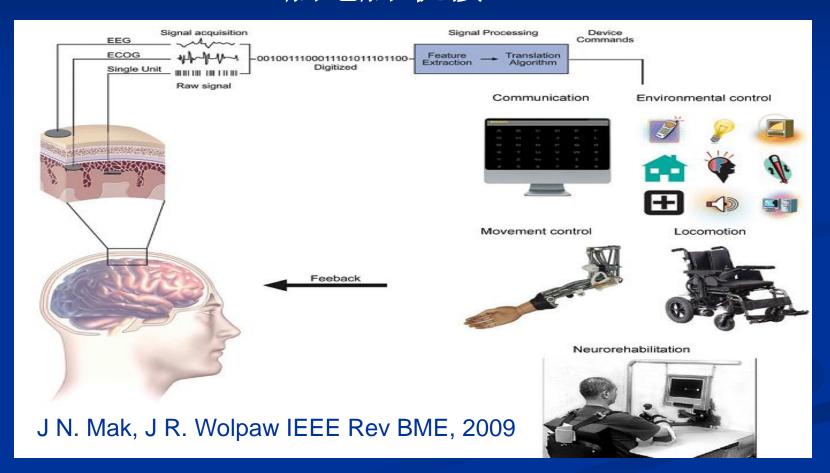


李光林 http://www.sohu.com/a/167841162 166433

B) 开辟新的输出通道



脑电脑-机接口



B) 开辟新的输出通道

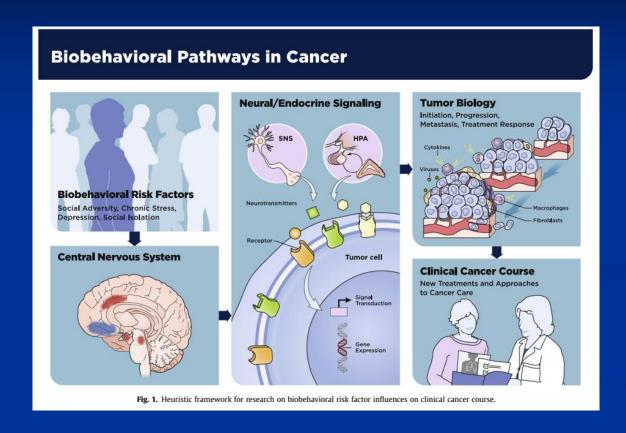


2D Robotic Arm Continous Control

B. J. Edelman, et al., Sci. Robot. 4, eaaw6844 (2019)

C) 大脑异常输出与身心健康



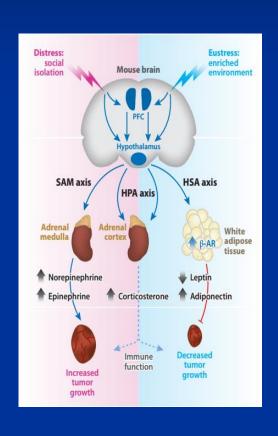


脑状态可能是肿瘤发生与恶化的根源?

C) 大脑异常输出与身心健康



积极压力和消极压力对癌症的相反影响



- ▶前额叶皮层PFC判定刺激为积极或负性 PFC→下丘脑,下丘脑协调三轴活动:
- ✓ 下丘脑-垂体-肾上腺 (HPA)
- ✓ 交感-肾上腺-髓质 (SAM)
- ✓ 下丘脑-交感神经-脂肪细胞 (HSA)
- ➢ 三个轴的差异化激活对应积极或消极事件 导致明显不同的健康结果



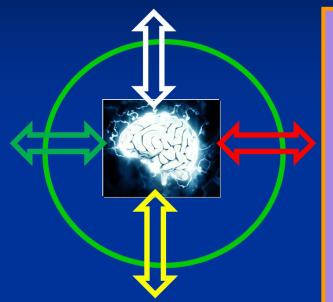
脑器交互-2: 输入大脑问题

BAC-2: Input to the brain

BAC-2: 以告知或改变大脑为出发点,

借助现有的正常渠道或新建渠道告知、干预、矫正脑功能





举例

- 修复或改善已有的大脑输入通道:人工耳蜗、视觉假体、感觉假体
- 借助已有通道,修复与重塑大脑的基本功能: 药物治疗,心理治疗,视/听/触反馈治疗...
- □ 建立新的输入通道

DBS、TMS、tDCS、FES、VNS ... 内部刺激(器官反馈信息,心理活动, ..)

▶ 问题: 大脑缺少了耳目,或大脑功能存在异常需要修复

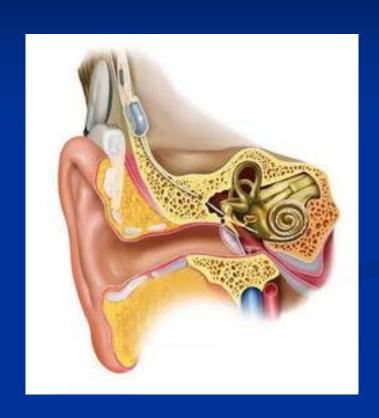
> 内容: 借助已有通道或开辟新通道,恢复耳目,或修复/重塑脑功能

▶ 特点: 大脑可能被动的 (需要考虑伦理问题)

A) 修复通道, 发挥大脑基本功能



人工耳蜗



B) 借助已有通道, 重塑大脑的功能网络



目前对幻肢痛发生原理尚无统一认识

寒胶痛



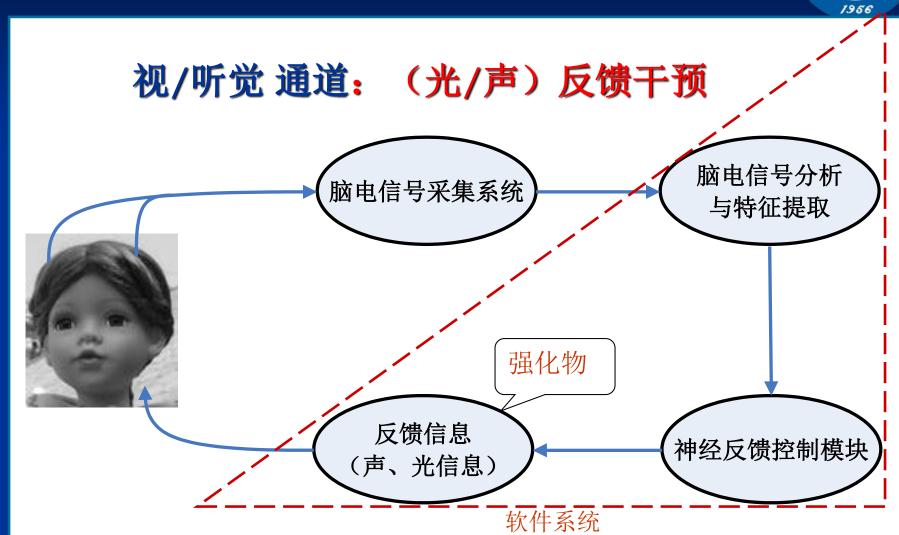
> 药物 (抗抑郁类药物)

➤ 镜式治疗(Mirror therapy)



B) 借助已有通道,修复与重塑大脑的基本功能

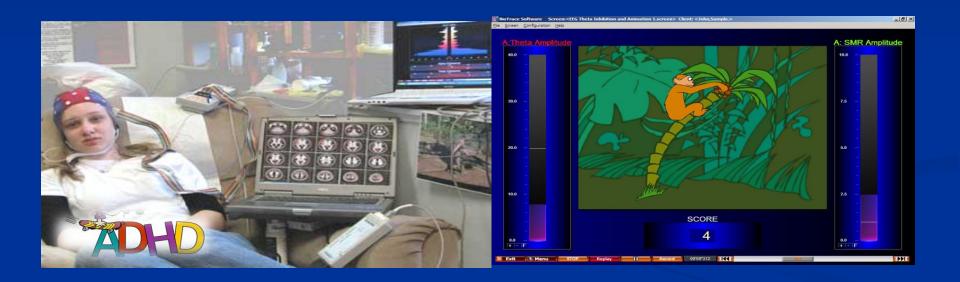




B) 借助已有通道, 修复与重塑大脑的基本功能



视觉反馈



B)借助已有通道,修复与重塑大脑的基本功能



> 脑疾病临床药物治疗

(神经、精神类药物)



WHO,顽固性精神障碍发病后前3年的药物治疗有效率约为70%

B) 借助已有通道, 增强大脑的基本功能

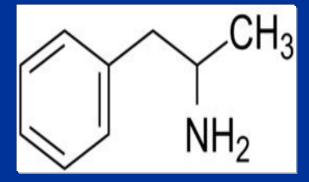


"治笨" / "聪明" 药物干预



咖啡因

尼古





莫达非尼(sleep)

Modafin™

Darkbodyburreing. com

安非他明 (ADHD)

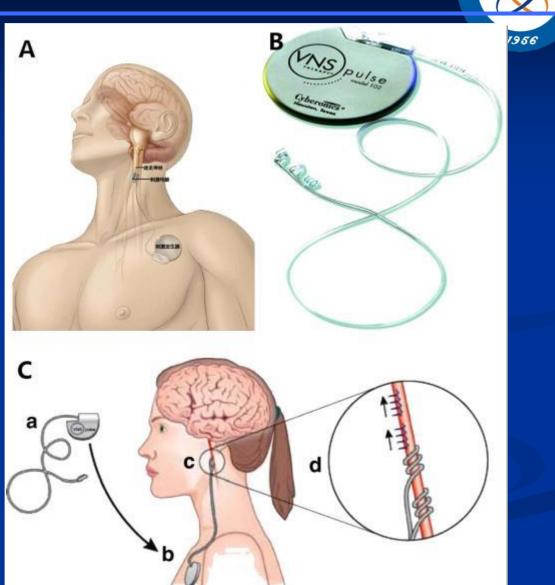


C) 开辟新的通道, 修复与重塑大脑的基本功能



迷走神经刺激 (VNS)

辅助治疗药物难治性癫痫 和抑郁症 的微型可植入式器件



C) 开辟新的通道, 修复与重塑大脑的基本功能



深部脑刺激(DBS)



帕金森病又称特发性帕金森病(idiopathic Parkinson's disease, PD)



1987年,法国神经外科医生Alim Louis Benabid 在给一个不可控制的 震颤患者做手术时的一个意外发现



脑器交互-3: 脑器合一问题

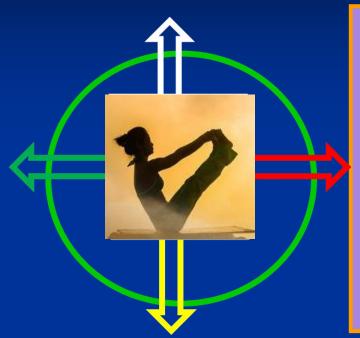
BAC-3: Unity of Brain and apparatus

(Brainapparatus)

BAC-3: 以追求脑器合一为出发点,

利用脑器交互渠道,增强脑与器之间的协同发展





举例

- 天人合一 Unity of Heaven and Man 脑-器(官)合一 Unity of Brain and organs 脑-心,脑-肾,脑-肠,脑-脑(心心相映)…

- ▶ 问题: 脑-器协调性需要更正或增强
- > 内容: 借助脑器交互,增强协同能力,强化特定功能
- > 特点: 脑器双向交互,追求完美无缝统一

A) 脑-器械合一,修复与重塑大脑的基本功能

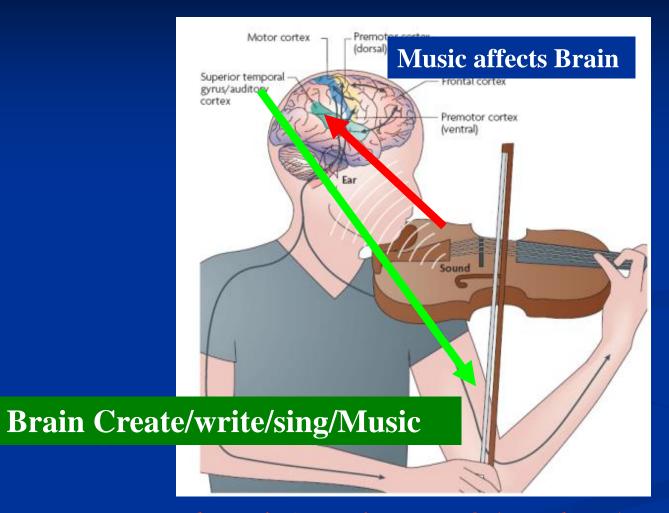


脑-乐器融合(音、视、触)-音乐干预



A) 脑-器械合一, 修复或塑造健康人格





音乐演奏:脑-乐器融合(音、视、触)

A) 脑-器械合一, 修复或塑造健康人格



大脑预测、决策、运动控制与足球运动的融合



A) 脑-器械合一, 修复或塑造健康人格



大脑-计算机虚拟场景的融合



2017年05月23日 09:18:59

来源: 中国青年报

1387人参与 81评论







因为荣获第21届"中国青年五四奖章",雷达操纵员刘伟修又火了一把。

雷达操纵员这个职业听上去与普通人的生活离得并不近,但实际上,刘伟修所做的事情和每个中国 人都息息相关——他和战友们一起保卫着祖国领空的安全。和陆军在枪林弹雨中厮杀不一样,雷达操纵 员的"战场"在作战方舱内,他们不需要冲锋陷阵,却责任重大。

其实自2013年立了一等功之后,刘伟修便火了。

他是中国人民解放军93534部队76分队士官,他的故事,要从13年前讲起。

"特别爱值班,就跟有人特别爱打游戏一样"

B) 脑-器(环境) 合一,健康身心



不同的环境孕育不同的生命及其不同的大脑





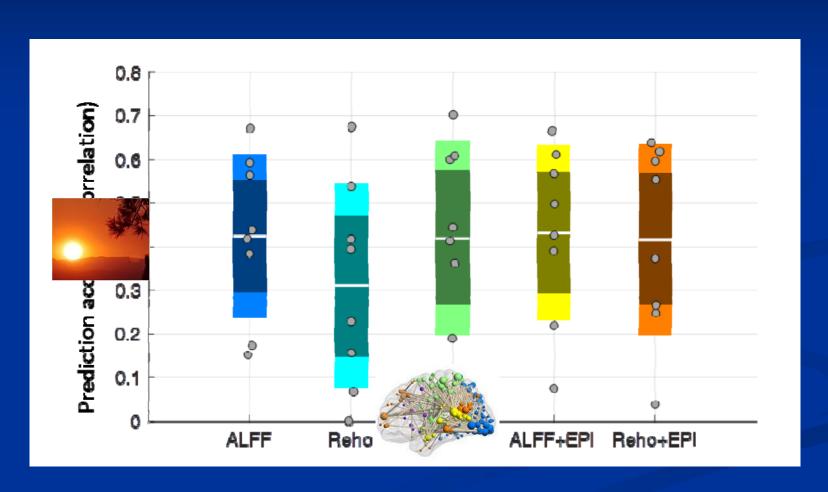
情感、认知、学习

运动\平衡

B) 脑-器(环境) 合一,健康身心



脑功能连接性对环境光照情况(daylight length)的预测性。"



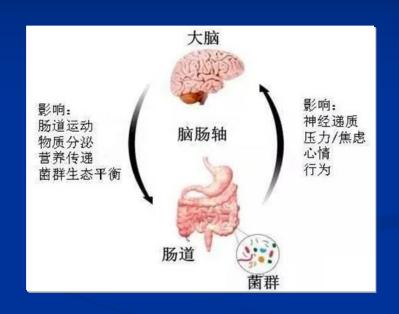
C) 脑-器官合一,健康身心



脑-肠轴 Brain-Gut axis

- ▶ 压力很大的人常常会腹泻或者胃疼
- 焦虑、抑郁使炎性肠病变得更为糟糕

吃饭吃的是心情 (饭前、饭后)

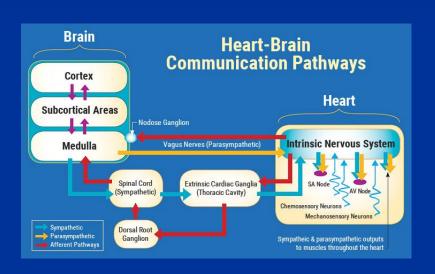


- 控制人和哺乳动物情感的五羟色胺、多巴胺以及多种让人情绪愉快的激素,大概有95%是在肠道里面合成的
- ▶ 情绪的很大一部分受肠道神经系统影响,如"忐忑不安"就是肠道对生理压力或紧张的提示信号
- > 人类幸福感的体验也依赖于肠道

C) 脑-器官合一,健康身心



大脑和心脏通过交感神经和副交感神经进行相互调节



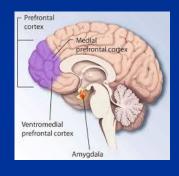
交感神经:增加心率

副交感神经(迷走神经):降低心率

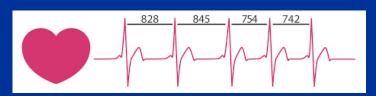
C) 脑-器官合一,健康身心

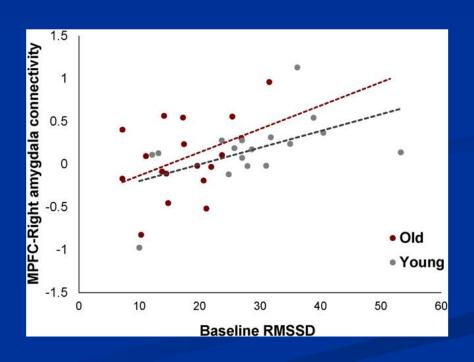


Heart rate variability is associated with amygdala functional connectivity with MPFC across younger and older adults



- > MPFC和右侧杏仁核的功能连接
- 与心率变异性成正相关,即心率变 异性越高,这两个区域的连接越强







》成电的进展



■ BAC-1 大脑输出问题

BAC: Progresses at UESTC

运动控制





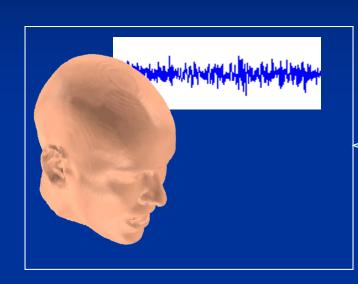
基于运动想象运动控制(BCI)

运动控制











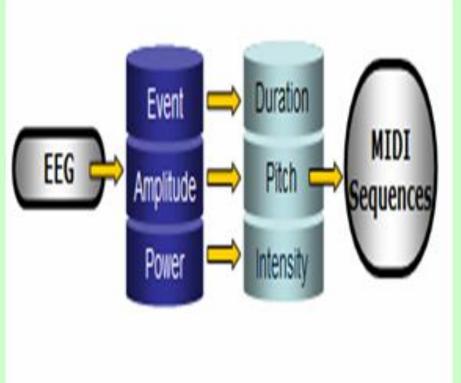


人脑产生的脑电能反映人的情绪 人脑创造的音乐能表达人的情绪 脑电与音乐在信号形式上具有相似性



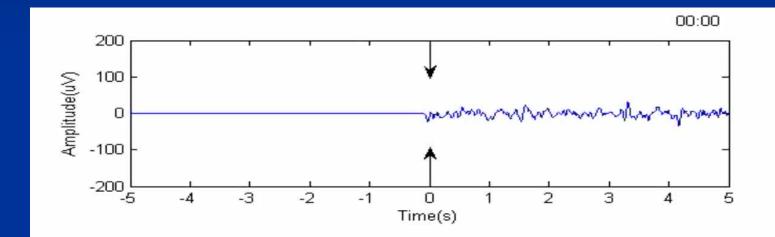
电子科技大学 Brain Music Translator





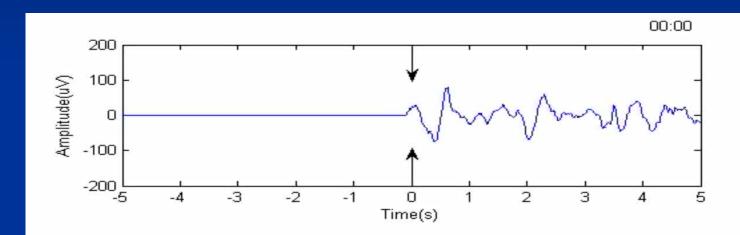


Brain Music from REM



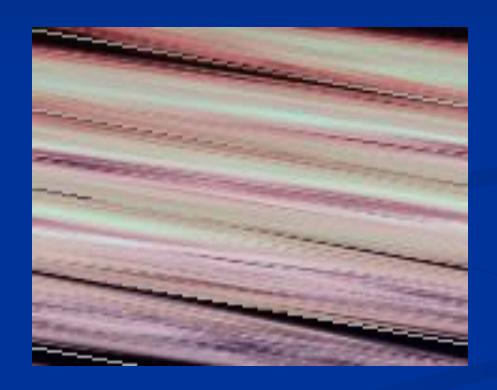


Brain Music from SWS





Brain Music from EEG of AD





■ BAC-2 输入大脑问题

BAC: Progresses at UESTC

干预情绪回路



(进化, 催产素会降低男性的社会评价,但会增强女性的社会评价 临床)

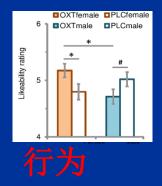


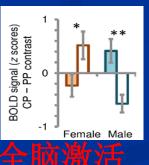


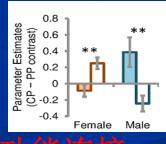




(进化分工)





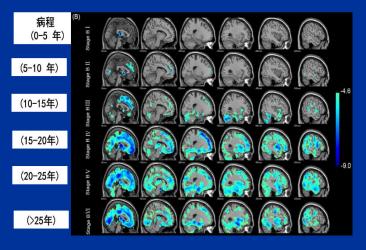


Gao, Keith, Yao et al. PNAS, 2016

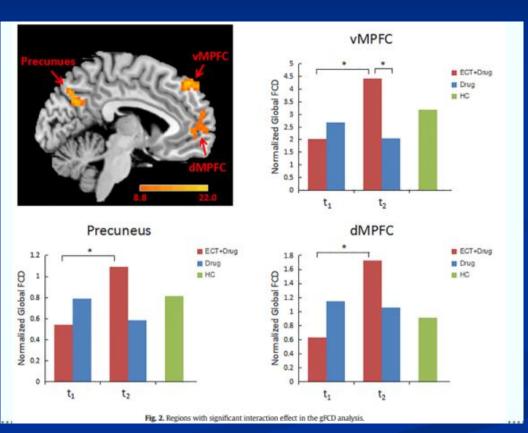
ECT 治疗SZ,相关脑网络连接增强



泛全脑化萎缩从丘脑开始



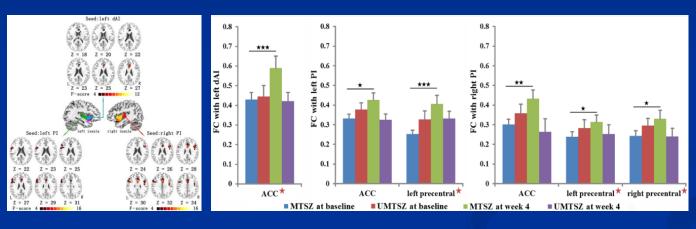
Jiang, Luo, Yao. Radiology. 2018

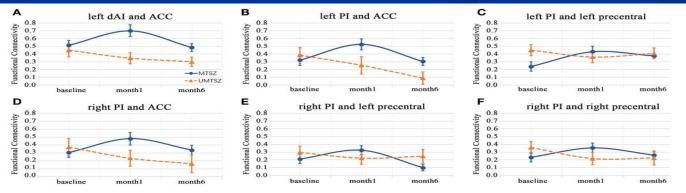


音乐干预SZ,引起突显网络功能连接增高









He, Luo, Yao et al., 2018; Frontiers in neuroscience Neural Plasticity



■ BAC-3 脑器合一问题

BAC: Progresses at UESTC

动作游戏训练

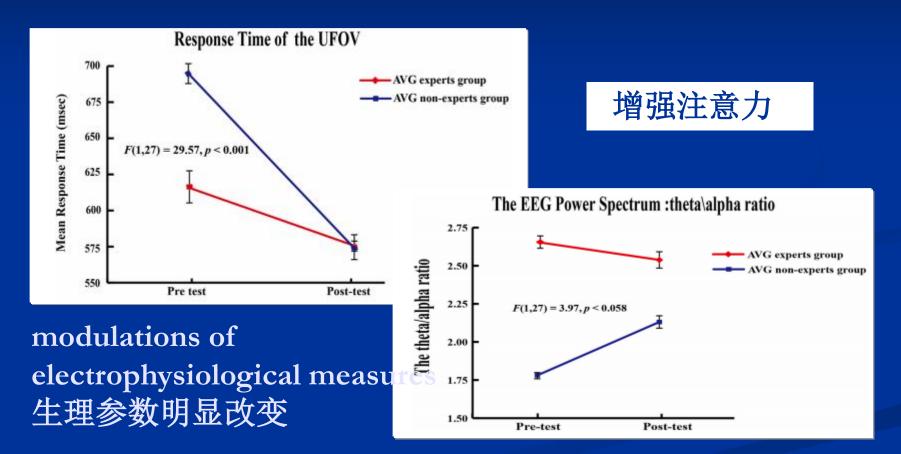




动作游戏训练



1小时训练,反应时间明显缩短(useful field of view: UFOV)



Qiu etal Front Hum Neurosci 2018

动作游戏训练

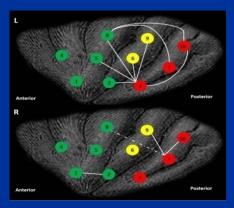


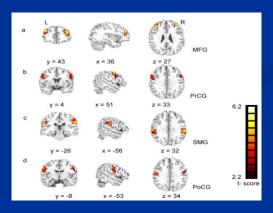
长期训练—专家组

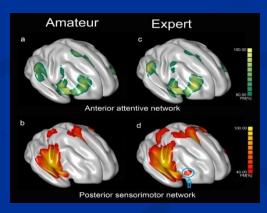
脑岛灰质体积有明显的增加

脑岛亚区间的功能连接性明显加强

脑岛与注意、感觉和运动相关脑区之间的功能连接性明显增强



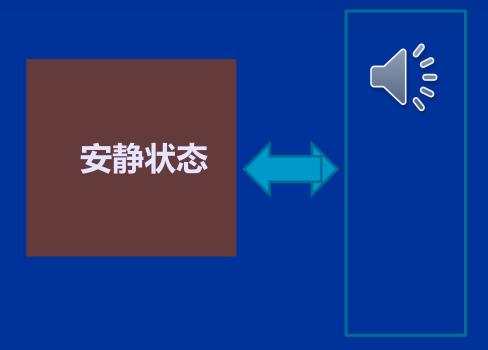




音乐训练



改变空间记忆能力

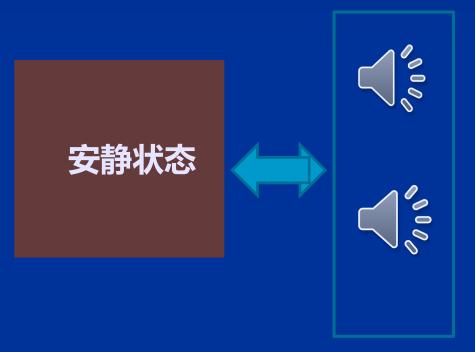


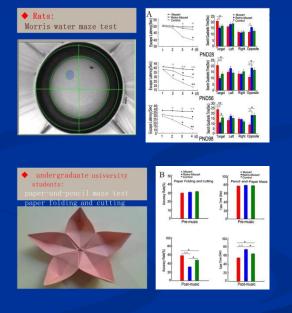
Xiong, Yao et al 2016

音乐训练



改变空间记忆能力





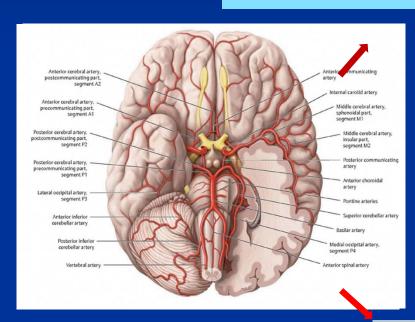
Xiong, Yao et al 2016

脑和肾脏之间的联系

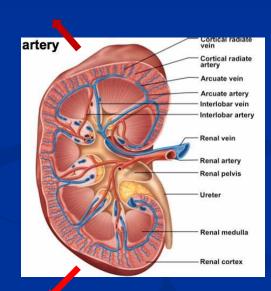


The vascular aging may influence the brain function. Impaired renal function is associated with cerebral small vessel disease and cognitive impairment.

Vascular anatomic and hemodynamic similarities



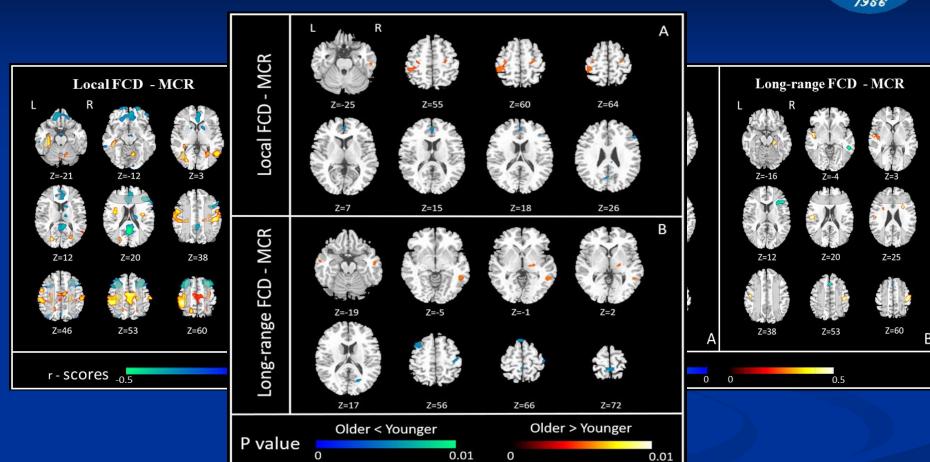
Relationship



Sensitive to hypoxia

脑和肾脏之间的联系







> Framework of Bacomics

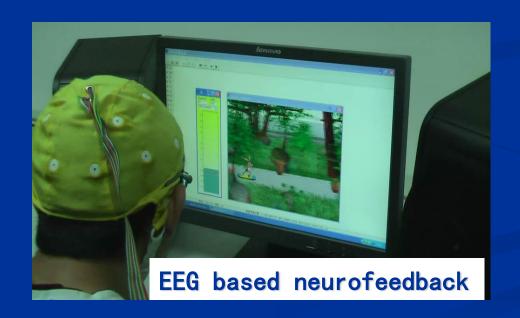
> 脑器交互学

Brain-Apparatus-Conversation

+ omics

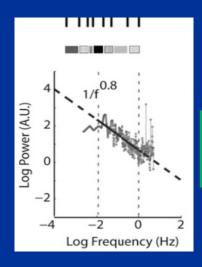


➤ 正/负反馈原理 (BCI 控制,神经反馈等)

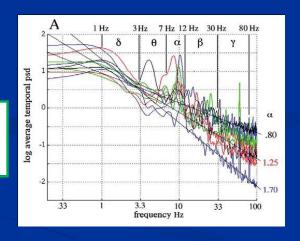




> 天人合一原理



$$S(f) \propto 1/f^{\alpha}$$



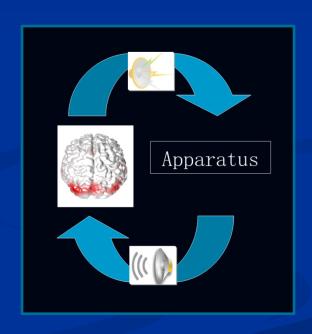
音乐和脑电都服从 Power law

---- 无标度脑波音乐



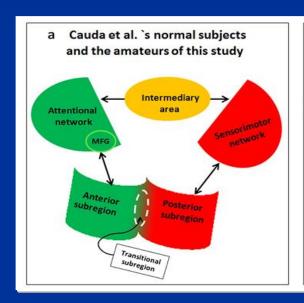
> 系统性原理

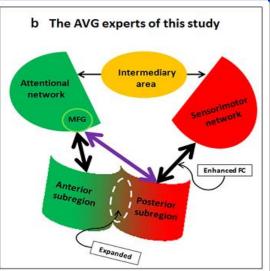
- 脑的问题可能来自器官
- 器官的问题可能来自脑
- 通路也可以是问题之源





- 脑的可塑性原理、脑功能重组原理
- ➤ (Hebb 学习 Behind)





普通人与游戏专家组



> 对立统一原理

尼古丁

游戏

音乐

0 0 0

脑器交互学 -- 重大科学问题 🛴



1. 交互的原理、机制

信息学原理; 脑科学/神经科学原理

- 2. 重大脑疾病的干预和调控
- 3. 特殊人选的筛选、培训
- 4. 脑器合一智能技术的发展

BAC Team at UESTC







Thanks for your attention and patience