

大脑神经调控技术

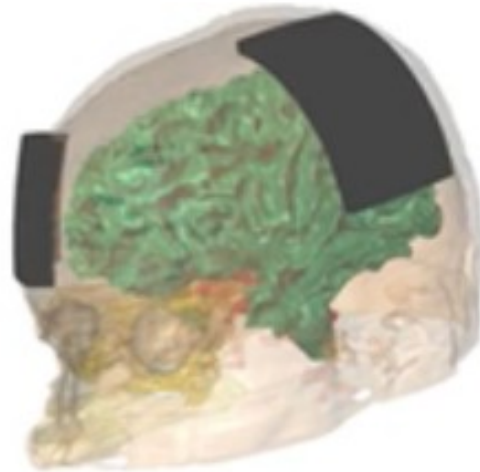
分类

- 世界神经调控学会 (International Neuromodulation Society , INS)
- 无创大脑神经调控方式包括：
 - **经颅磁刺激 (transcranial magnetic stimulation , tMS)**
 - **经颅电刺激 (transcranial electrical stimulation , tES)**
 - 经颅超声刺激 (transcranial ultrasound stimulation , tUS)
- 有创大脑神经调控方式
 - 深部脑刺激 (deep brain stimulation , DBS)
 - 光遗传学

两种神经调控技术

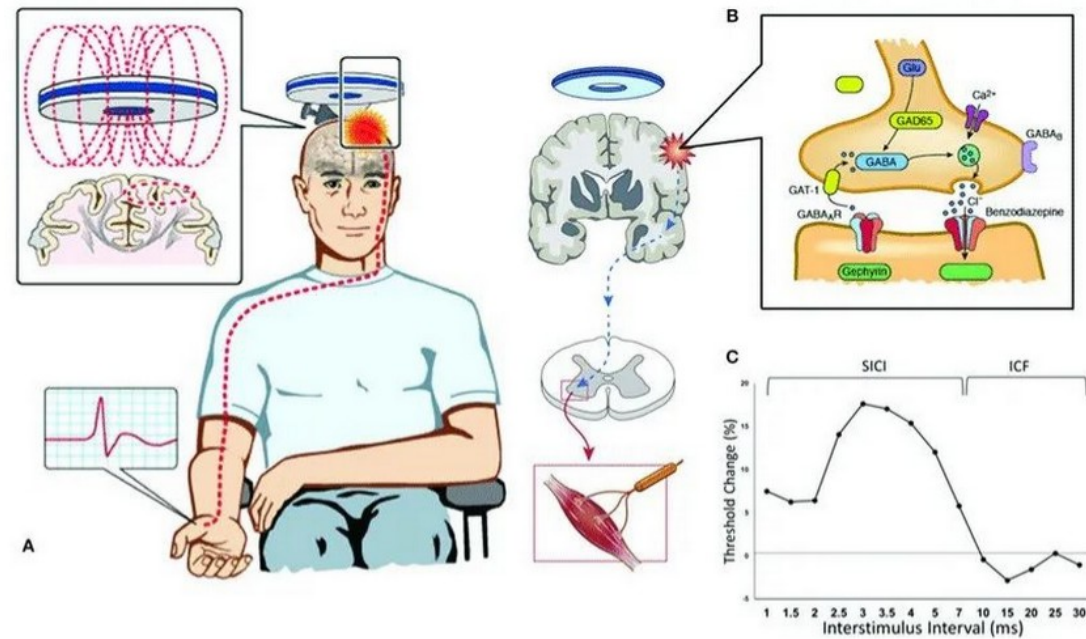


**Transcranial Magnetic Stimulation
(TMS)**



**Transcranial Electrical Stimulation
(tES)
Transcranial Direct Current Stimulation
(tDCS)**

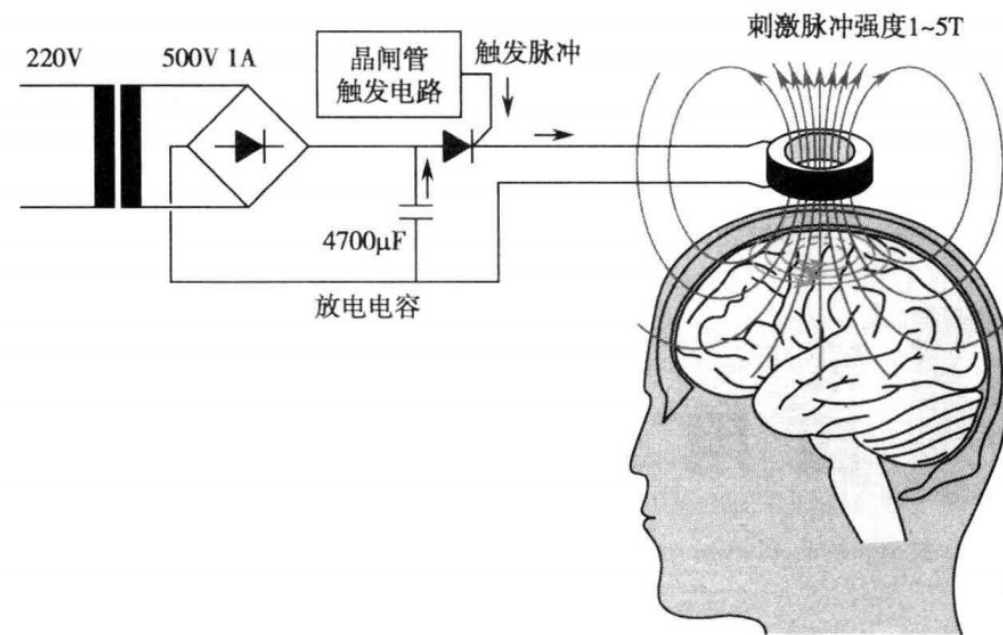
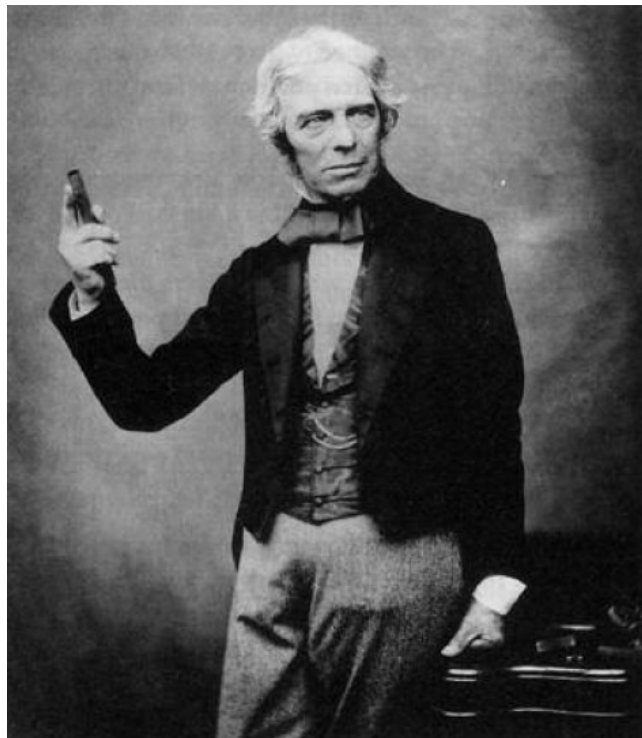
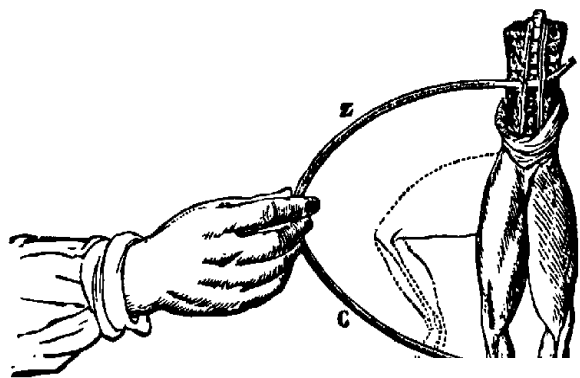
经颅磁刺激 TMS



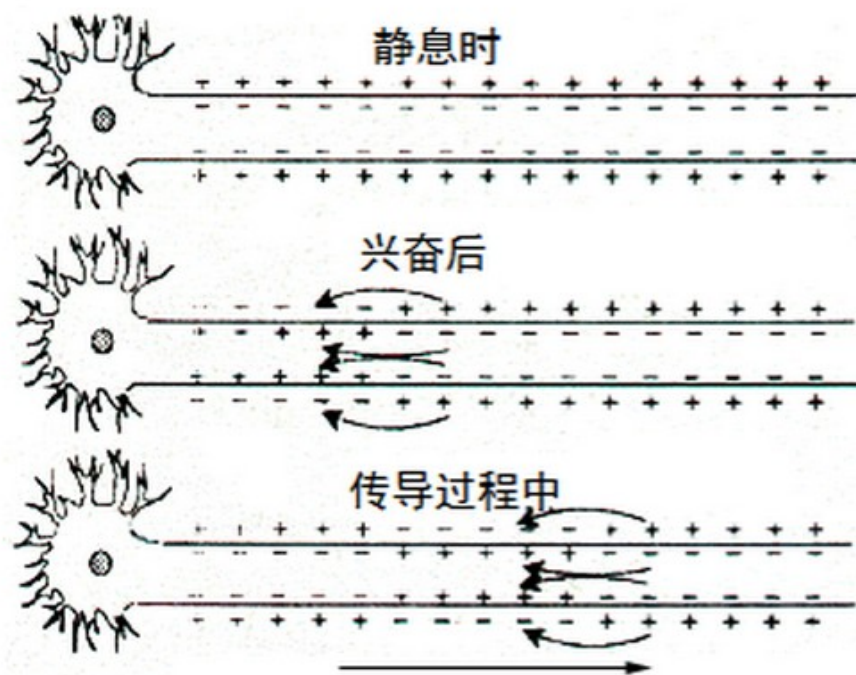
TMS 物理学原理

1781 年，意大利解剖学家 Galvani 发现生物电

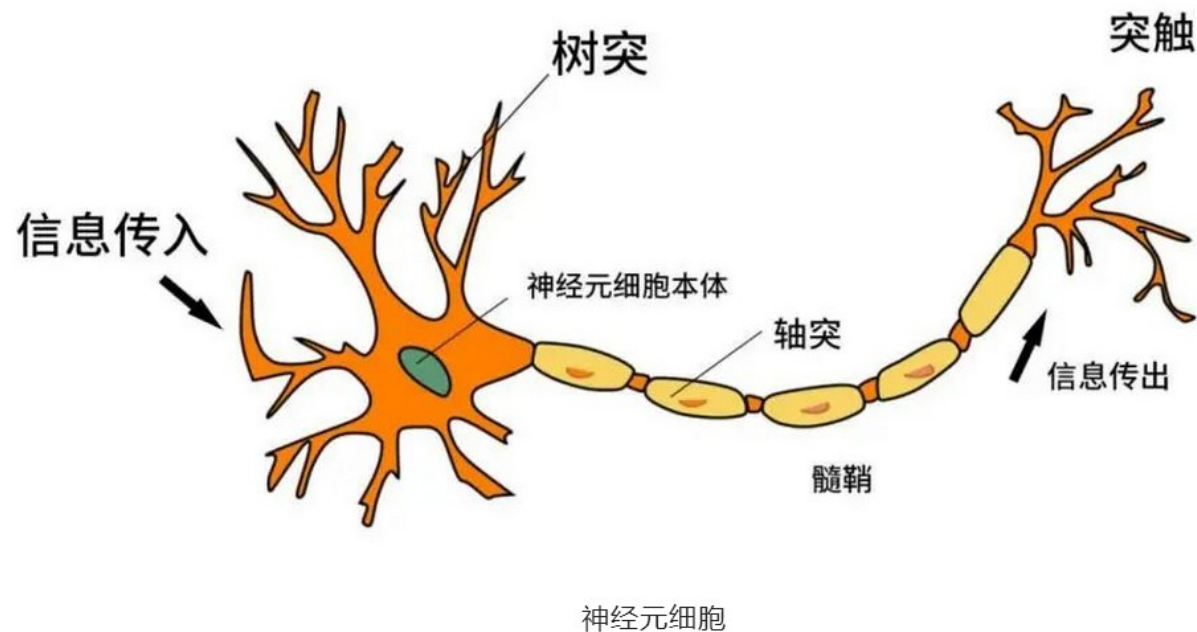
1831 年，英国物理学家 Faraday 发现电磁感应



TMS 生物学原理



神经元细胞的静息电位与动作电位

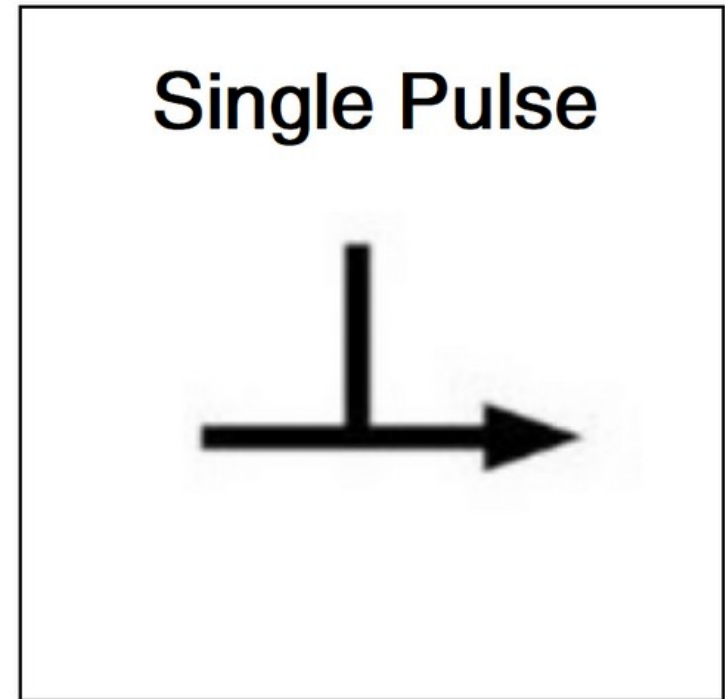


LTP : 长时程增强

LTD : 长时程抑制

TMS 的刺激模式

- 01 单脉冲模式 (sTMS)
 - 测量运动诱发电位 (MEP)、运动阈值 (MT)、中枢运动传导时间 (CMCT) 等



单脉冲

静息运动阈值 (RMT)

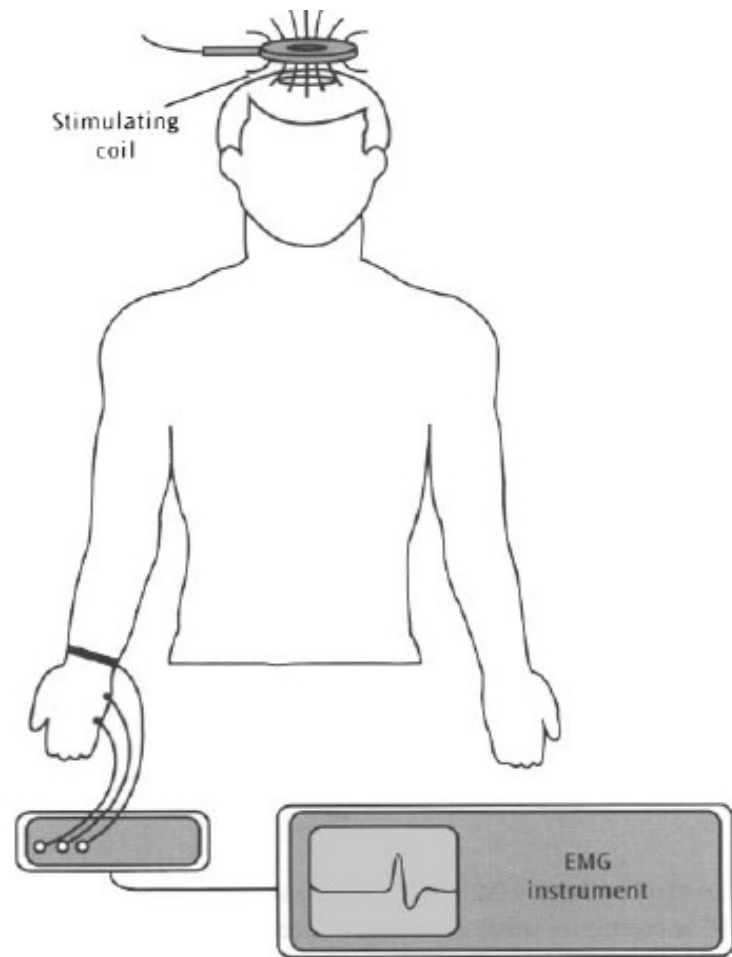
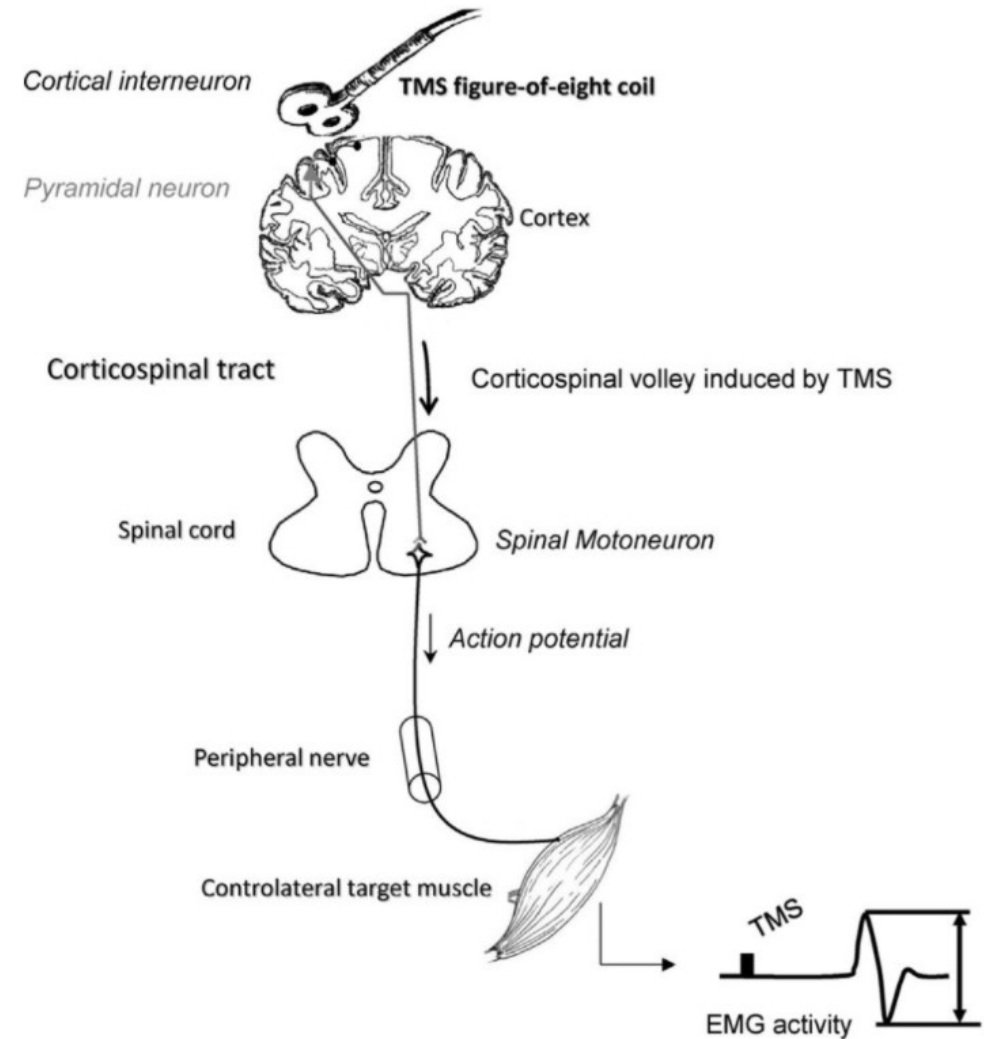


Figure 10.1 Set-up for transcranial magnetic stimulation (TMS). (EMG = electromyography.)

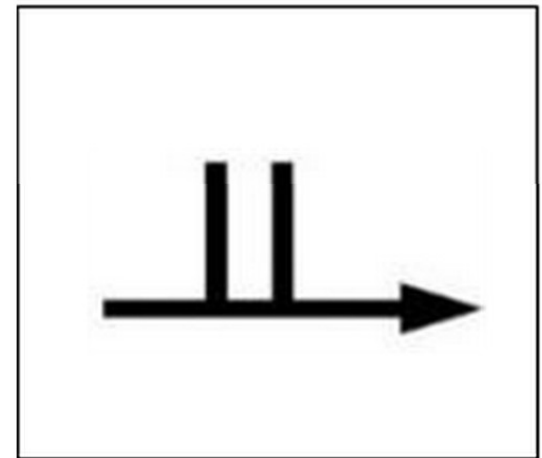


TMS 的刺激模式

➤ 02 成对（关联）脉冲模式（ ppTMS ）

- 成对脉冲是指使用同一个刺激线圈一次输出两个刺激脉冲刺激大脑的同一目标区域，或者使用两个线圈输出两个刺激脉冲，刺激不同的区域，探测不同脑区之间的连接。

Paired Pulse



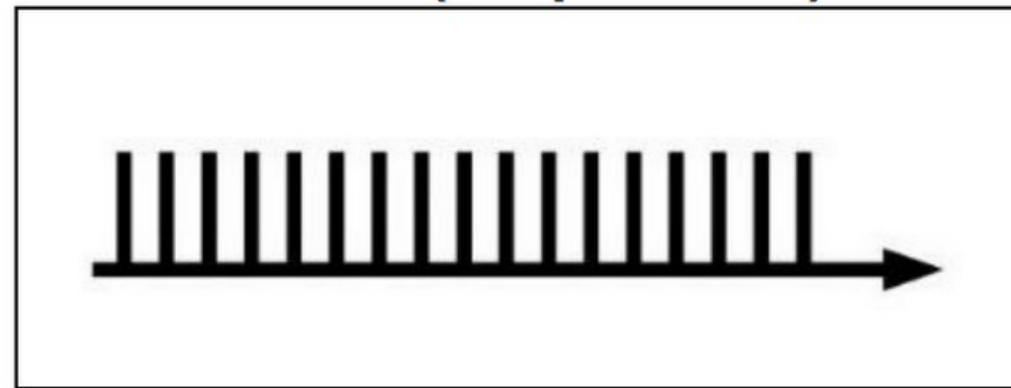
成对脉冲

TMS 的刺激模式

➤ 03 重复脉冲模式 (rTMS)

- 以固定的刺激频率连续刺激的模式，通常用于临床治疗和暂时兴奋或抑制特定皮层功能区域。 $\leq 1\text{Hz}$ 的为低频刺激，可以降低神经元兴奋性； $> 1\text{Hz}$ 的为高频刺激，可以提高神经元兴奋性。

rTMS (Repetitive)



重复刺激

rTMS 模式

- 刺激频率 (up to 100Hz)



- 串持续时间 ("TMS on")
- 串间隔 ("TMS off")



- 总时间

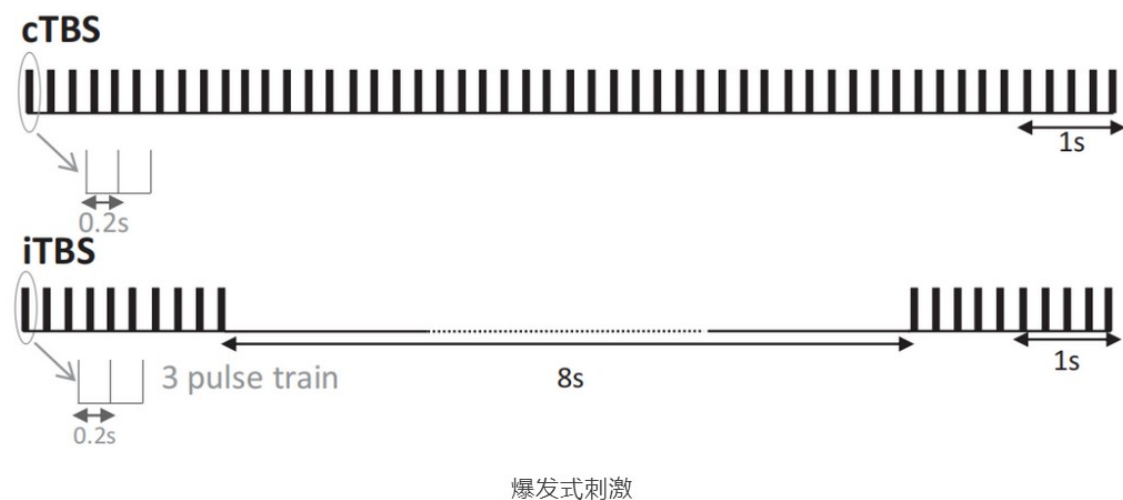


实例: 抑郁范式
(10Hz, 2s on, 8s off, 100 trains)

TMS 的刺激模式

➤ 04 爆发式刺激模式 (TBS)

- 爆发式刺激的频率与大脑海马体 theta 波的频率类似，属于模式化重复刺激的一种，以丛为单位，每丛有 3 个爆发式脉冲，丛内频率 50Hz，丛间频率 5Hz，具有刺激时间短、作用时间长、更接近神经生理活动生理状态等优势。

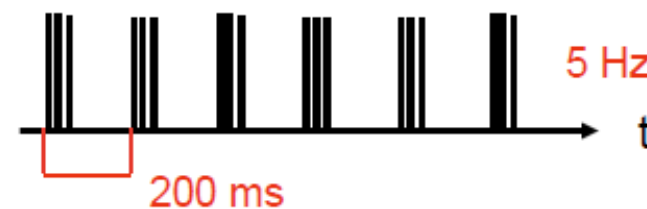


θ爆发刺激 (TMS范式), Huang et al, 2005

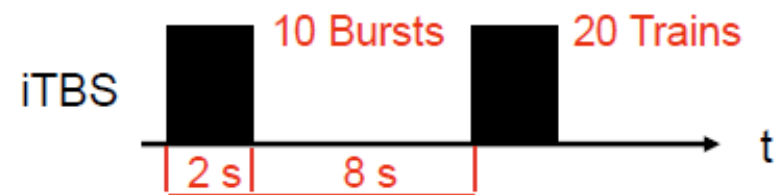
- 50Hz (3 个脉冲)



- 以θ波的频率重复 (5Hz)



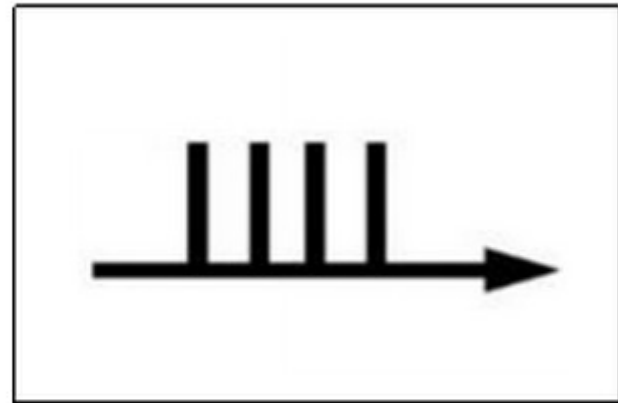
- 连续 TBS (cTBS): 持续时间40s duration (600 个脉冲)
- 间歇性TBS (iTBS): 2s on, 8s off, 20 串 (600 个脉冲)



TMS 的刺激模式

- 05 四脉冲刺激模式 (QPS)
 - 四脉冲刺激式一种相对较新的刺激模式，一次发出 4 个脉冲，每个脉冲之间的间隔约在 1.5-1250ms 之内，是一种超高频率的刺激。

Quadri Pulse



四脉冲刺激

TMS 设备组成

- TMS 设备由主机、控制系统、线圈系统三大部分组成。



PowerMAG 组件

刺激线圈



线圈支撑臂



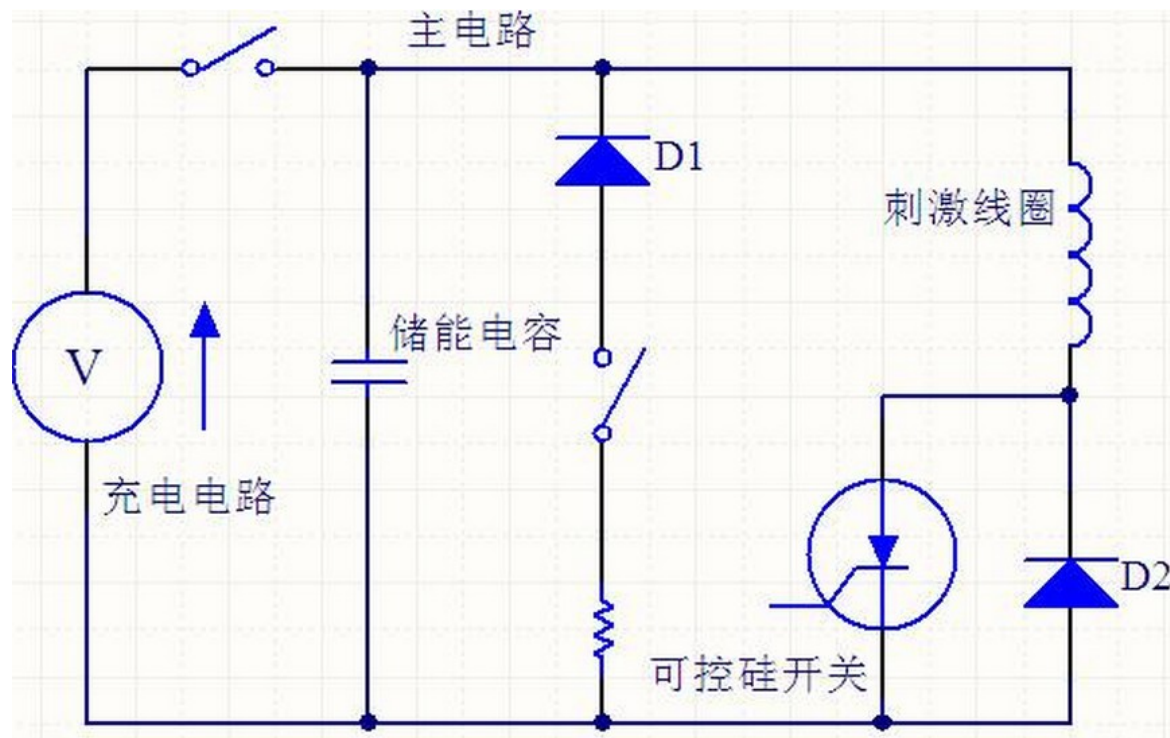
主机与台车



治疗椅



主机模块



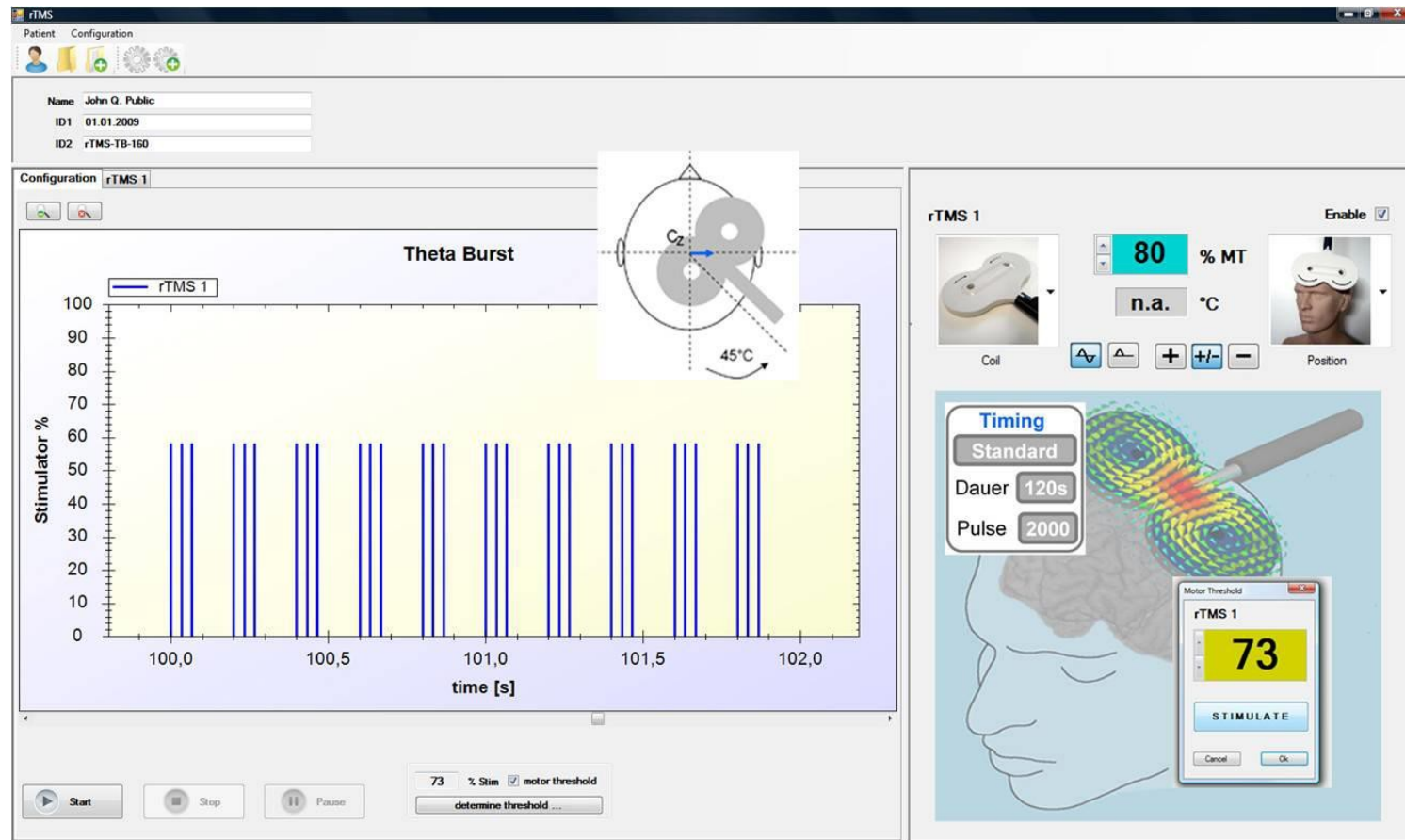
控制系统

➤ 前面板控制



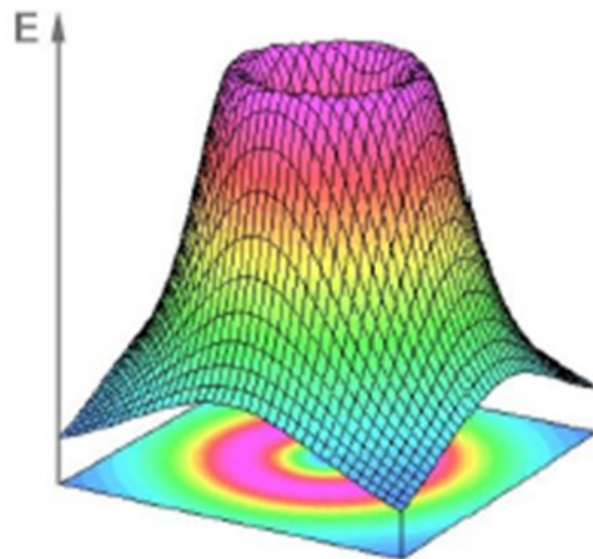
控制系统

➤ 软件控制

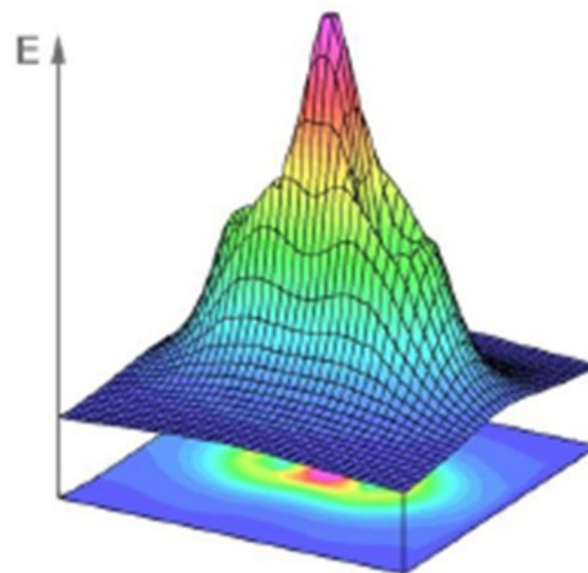


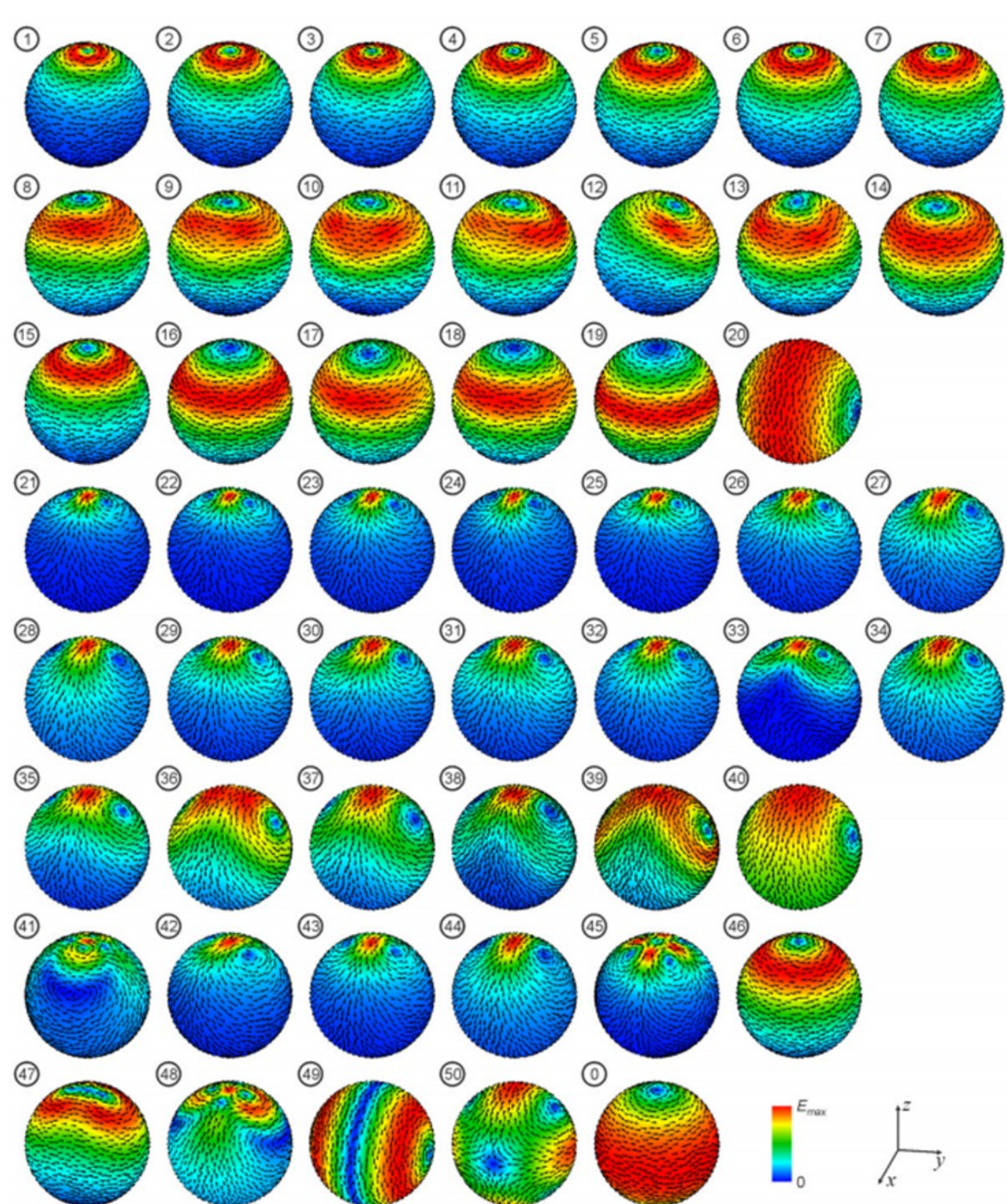
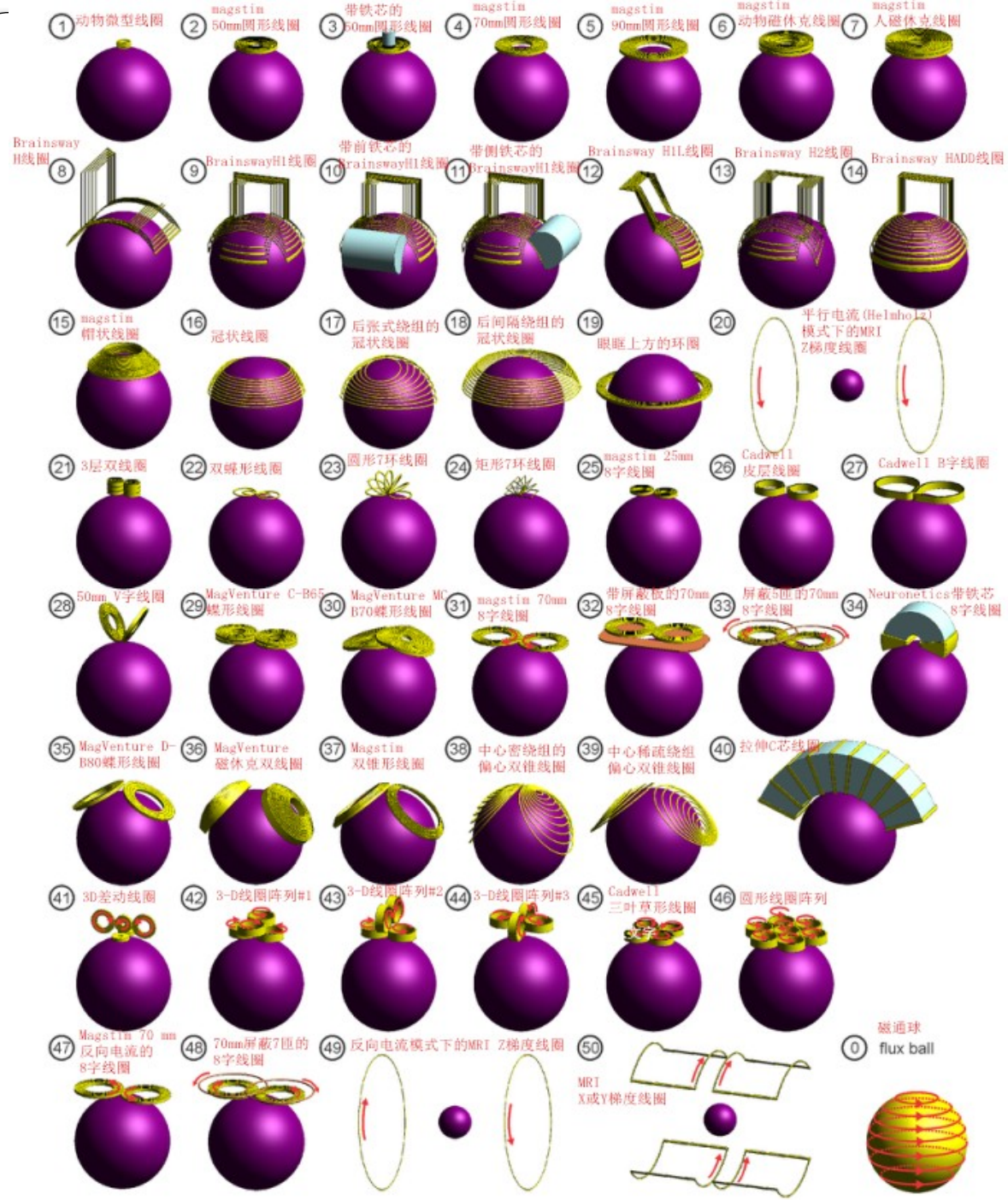
刺激线圈

Circular Coil



Double Coil





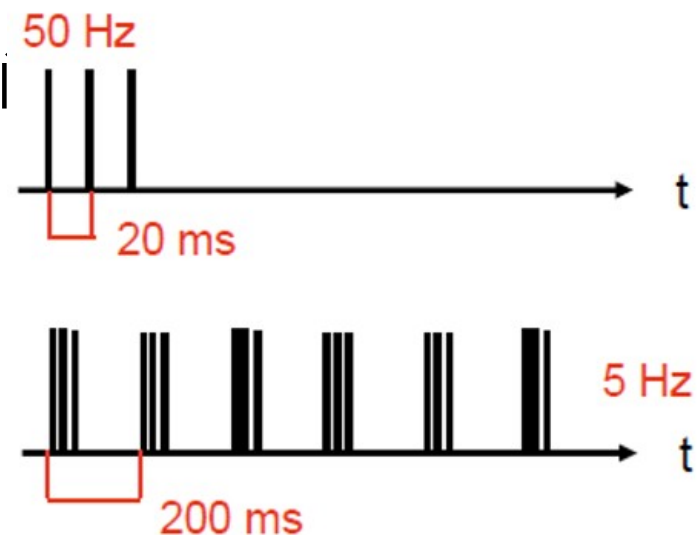
- 研究结论：
- 刺激精度：8 字形 > 圆形 > H 形线圈
- 刺激深度：H 形 > 8 字形 ≈ 圆形线圈

TMS 线圈使用依据

- 首要原则：按需选择，合适最好！
 - 圆形线圈：需要对较大范围的脑区刺激时的首选
 - 8 字形线圈：精准刺激时首选。
 - H 形线圈（也称深部线圈）：可直接刺激深部脑区治疗相关疾病。
 - 动物线圈：目前市面最小的动物线圈可用于微小动物的刺激（如鼠），如果是较大的动物（如猴子），可以选用尺寸大一些的动物线圈。

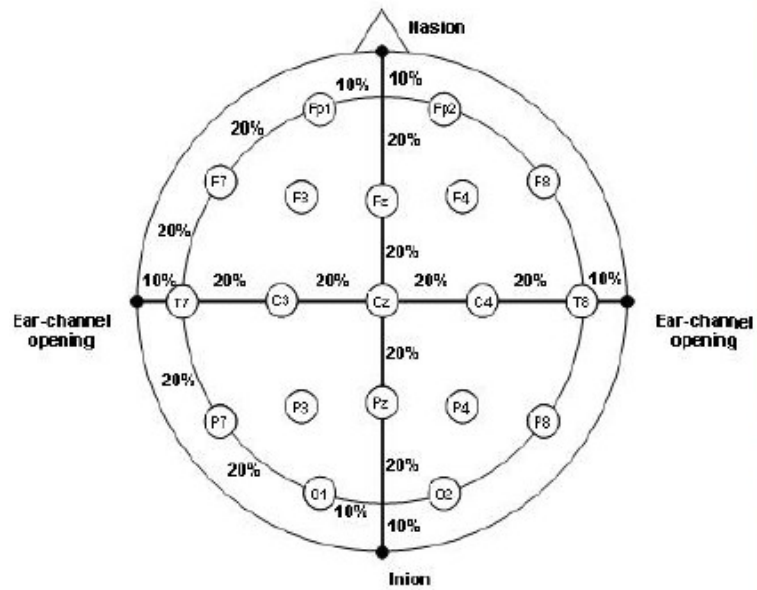
刺激参数

- TMS 有 6 个主要参数：刺激强度、刺激频率、串刺激时间、串间歇时间、总时间和脉冲总数
- 刺激强度：运动阈值（ MT ）
- 刺激频率：高低频
- 串刺激时间：指刺激输出脉冲或脉冲串从始至终的时间
- 串间歇时间：指两段串刺激之间没有输出的时间。
- 总时间：指串刺激时间和串间歇时间总和
- 脉冲总数：指一段时间内刺激输出的脉冲总数



TMS 定位

国际 10-20-EEG 系统



NDI Polaris 定位导航系统

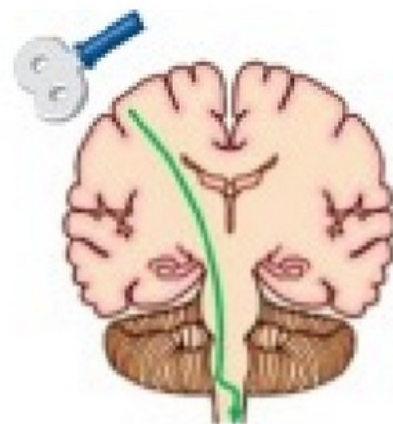


功能反应定位

(A)



TMS

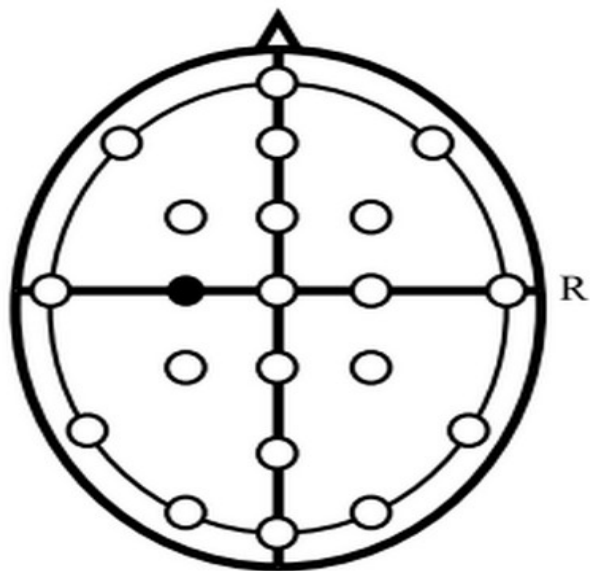


Motor response



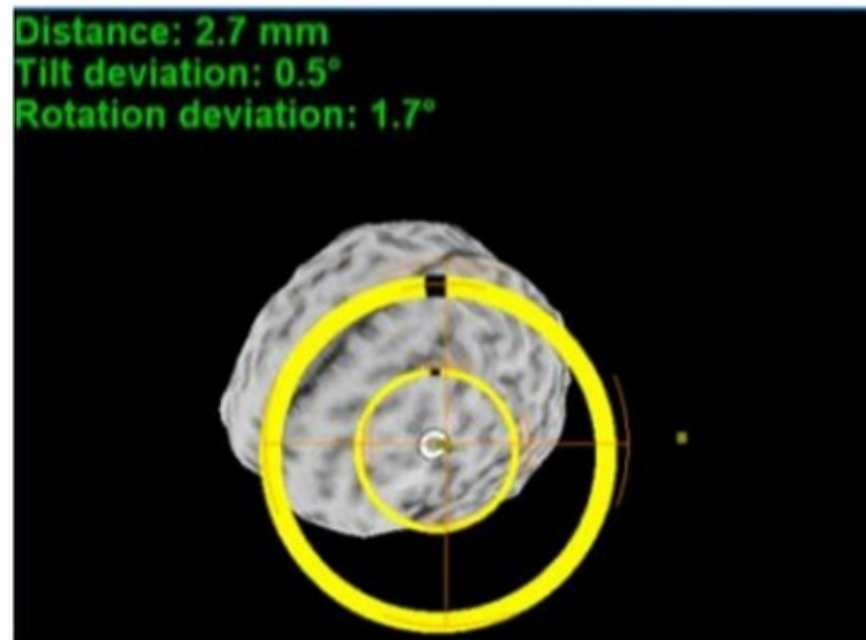
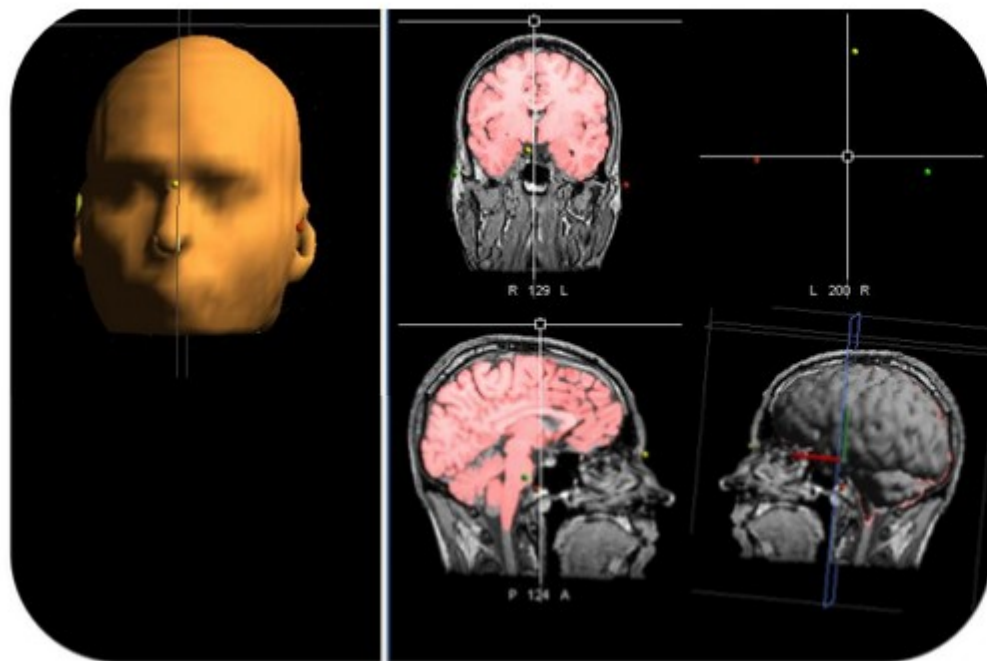
刺激初级运动皮层时，记录到第一骨间背侧肌的MEP

定位帽定位



TMS-EEG同步

MRI 结构像 + 功能像定位



机器人自动导航系统



安全性

心理学专业

基础心理学


TMS (经颅磁刺激)

经颅磁刺激 (TMS) 心理学实验被试有副作用吗？

请问正常人可以做经颅磁刺激 (TMS) 嘛？心理学系的学姐拉我去做实验被试，说是没有副作用，要连续去7天，有报酬，主要是认知功能测试、磁共振检查、经颅磁刺激，我主要担心正常人做这个有副作用，不知道怎么拒绝，想听听大家的意见，球球了

关注问题

 写回答

 邀请回答

 好问题

 添加评论

 分享

... 收起 ^

安全性

- 2008 年，经颅磁刺激获得 FDA 批准，用于抑郁症的治疗；
- 2013 年，经颅磁刺激获批治疗与特定偏头痛相关的疼痛症状
- 2018 年，经颅磁刺激（ TMS ）扩大适应证，用于强迫症（ OCD ）的治疗

➤ 2021 年最新



副作用

- 即刻、短期（ TMS 后几小时到几天）和长期（ TMS 后几周到数月）。
- 即刻的安全问题包括轻微头痛、电极处头皮灼伤、磁刺激时的噪声以及受试者哭闹等情绪反应，这些均与刺激参数有关，通过技术改进和参数调整可以避免。
- 常见副作用：常见的有头痛、耳鸣、纯音听力障碍等。耳鸣和纯音听力障碍可通过佩戴耳塞预防。
- 一般为暂时、可逆的，无需特殊处理，休息后可缓解关于 TMS 诱发癫痫发作

禁忌

- 癫痫病史
- 颅内压增高
- 脑部病变（血管，创伤，肿瘤）
- 头部（包括嘴巴里）有金属物质
- 电子设备（心脏起搏器，植入治疗泵，DBS，植入人工耳蜗）
- 怀孕
- 服用降低惊厥阈值的药物