

脑电事件相关电位

EEG/ERP

深圳市瀚翔生物医疗电子股份有限公司

C O N T E N T

01

基本知识

EEG/ERP 基本原理

02

实验设计

E-Prime 的操作使用

03

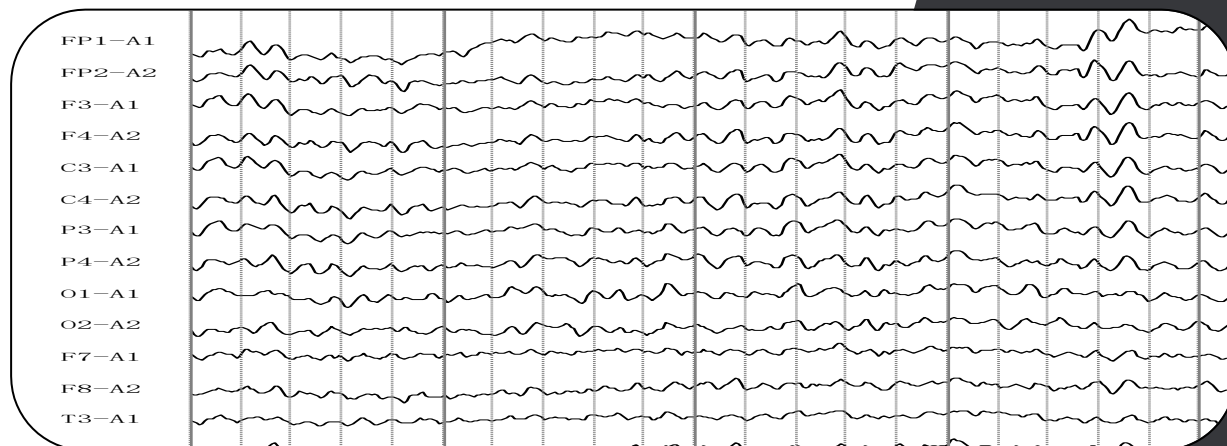
数据记录分析

Recorder、Analyzer
操作使用

EEG概念

通过电极记录下来的脑细胞群的自发性、节律性电活动。
是由大量神经元同步发生的突触后电位经总和后形成的。

Electroencephalogram EEG



EEG 波形:

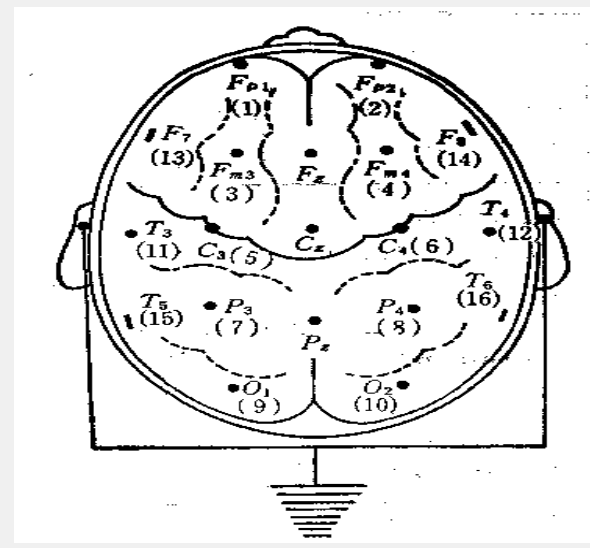
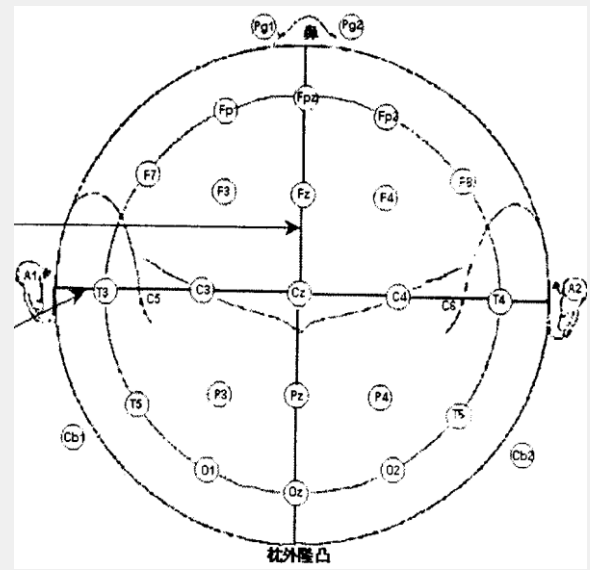
δ 波: 频率为0.5~3Hz, 波幅为20~200 μ V。在睡眠期间、极度疲劳或麻醉时可出现。可能是大脑皮层处于抑制状态时电活动的主要表现。

θ 波: 频率为4~7Hz, 波幅为100~150 μ V。在成人困倦时可以出现。

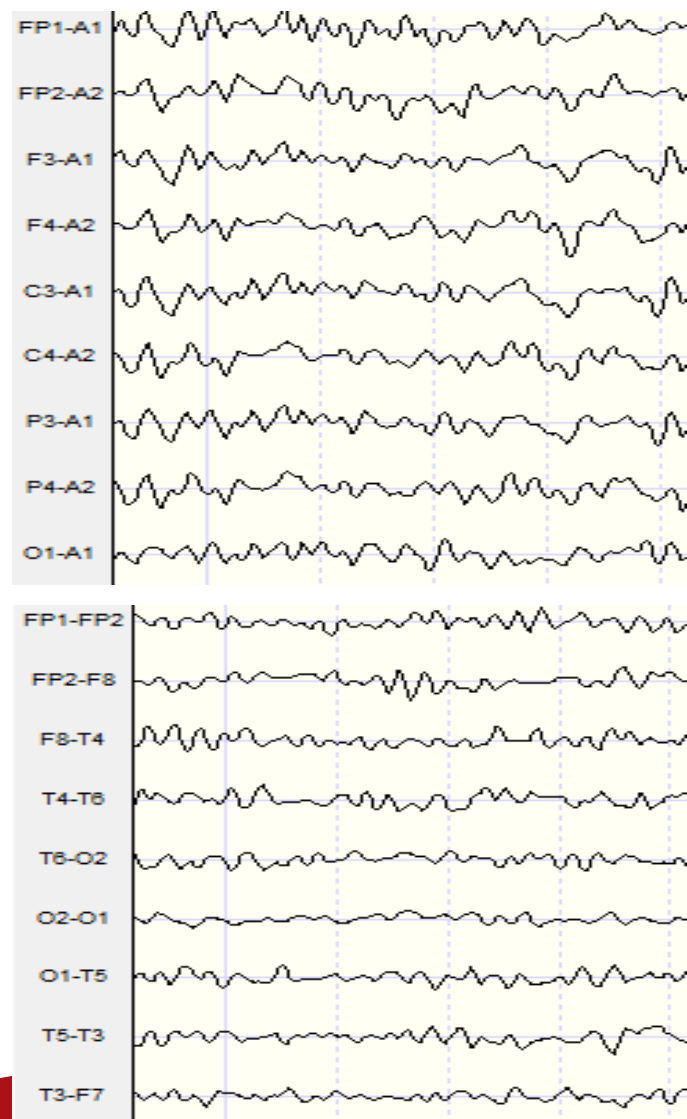
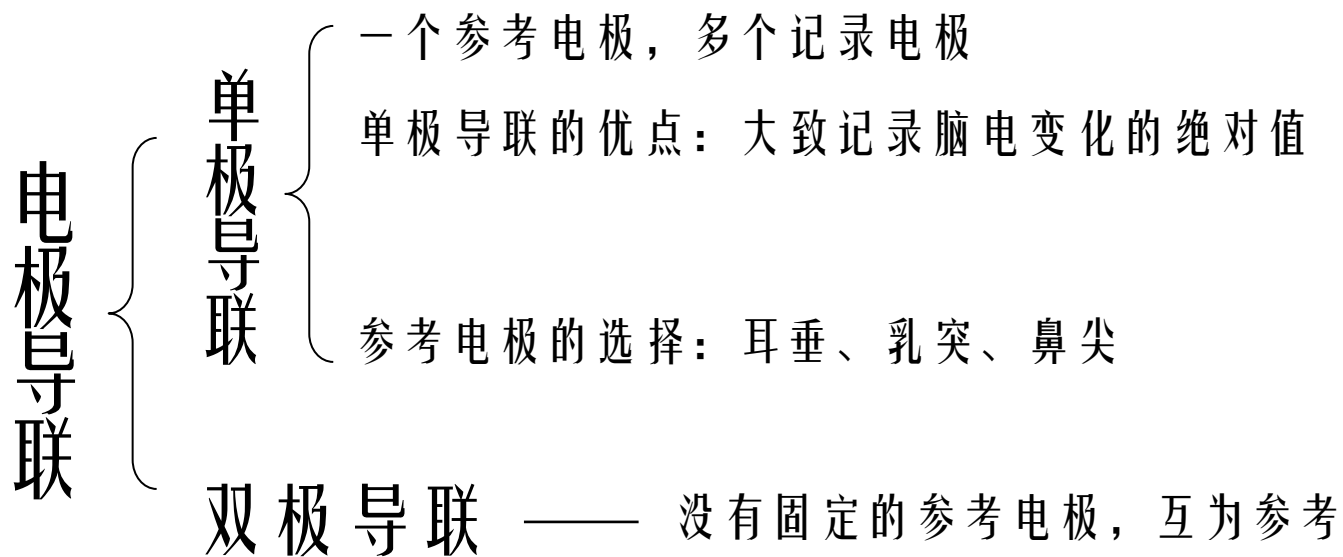
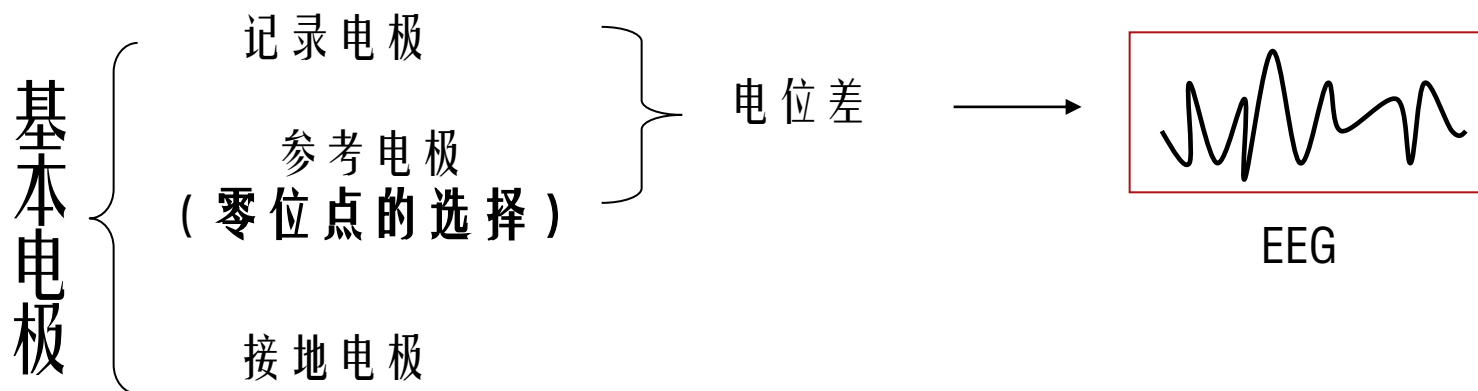
α 波: 频率为8~13Hz, 波幅为20~100 μ V。成年人清醒、安静、闭眼时出现。

β 波: 频率为14~30Hz, 波幅为5~20 μ V。当受试者睁眼视物或接受其他刺激时出现, 是大脑皮层处于紧张激动状态的标志

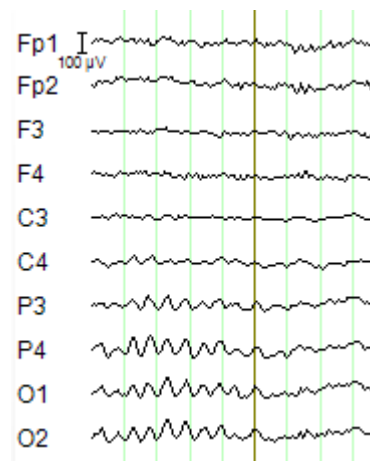
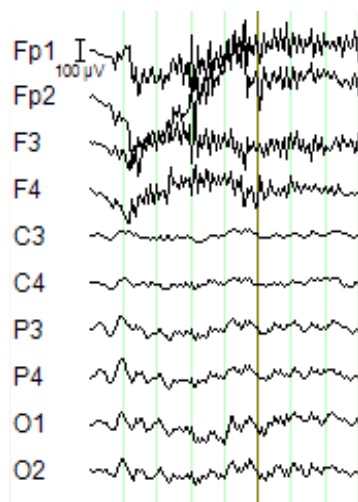
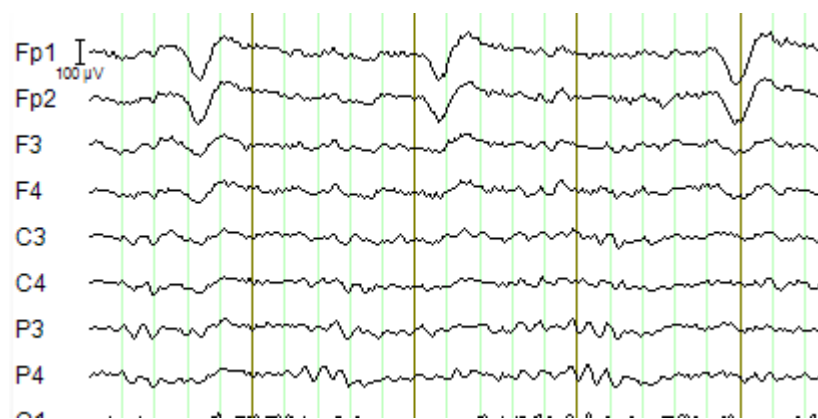
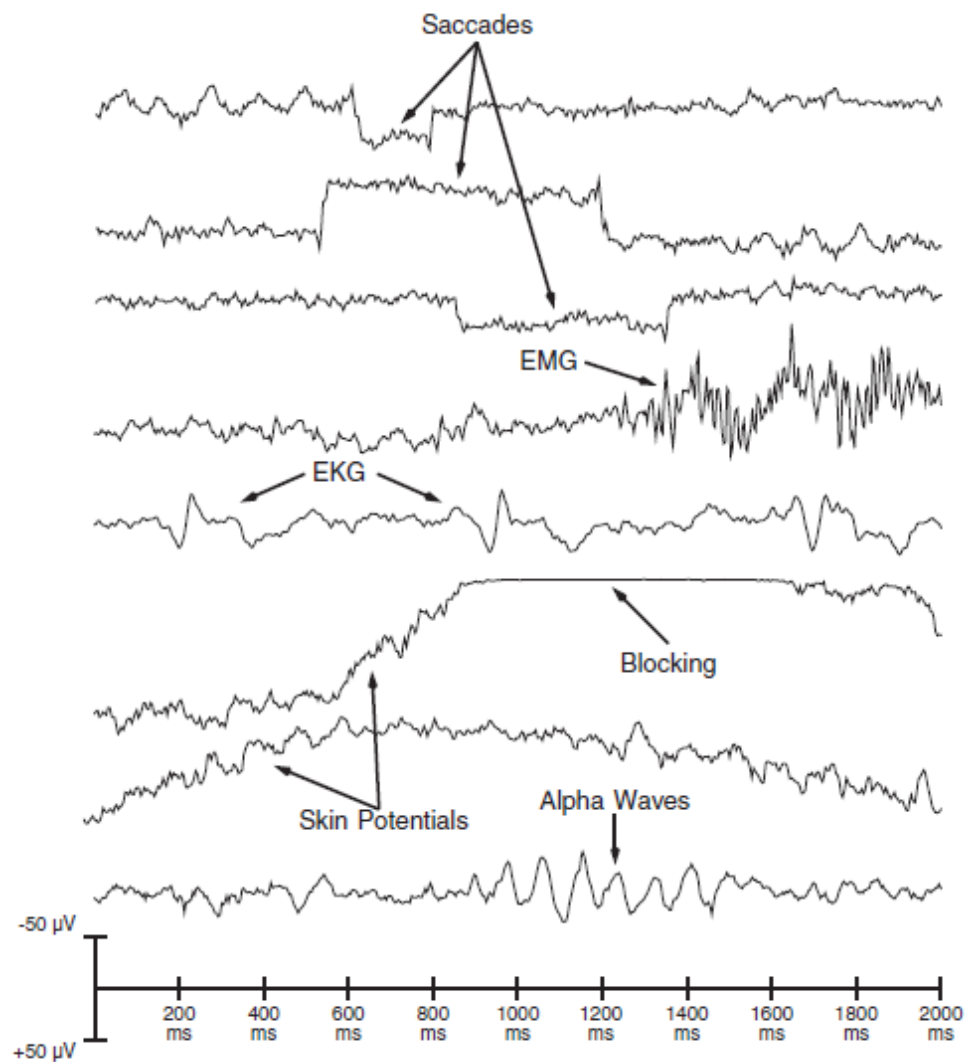
部位	名称	代号	部位	名称	代号
前额	Frontal pole	Fp1 Fp2	侧额	Inferior frontal	F7 F8
额	Frontal	F3 Fz F4	颞	Temporal	T3 T4
中央	Central	C3 Cz C4	后颞	Posterior temporal	T5 T6
顶	Parietal	P3 Pz P4	耳	Auricular	A1 A2
枕	Occipital	O1 O2			



EEG 电极导联



EEG 信号及噪音



EEG 的运用

临床:

1. 癫痫等疾病的诊断

医生对波形及节律辅助诊断:
棘慢波、尖波、慢波

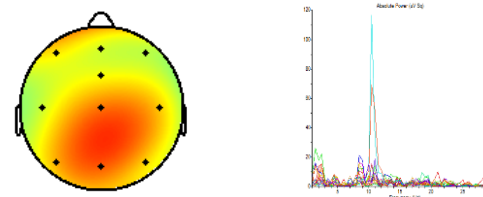
2. 睡眠分析

快速眼动期 和 非快速眼动期

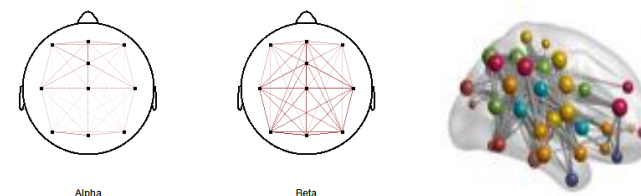
3. 脑功能监测: 麻醉、脑死亡

科研:

1. 脑电功率谱分析:



2. 大脑连接及相关性分析



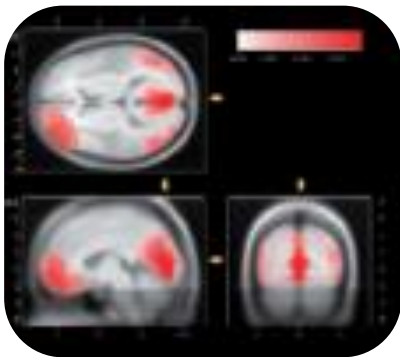
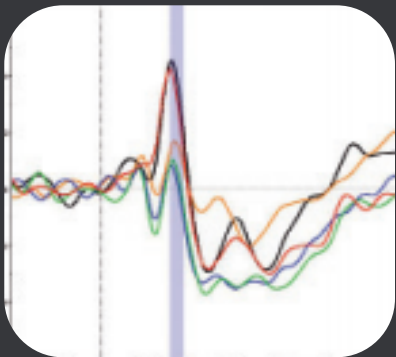
成人正常EEG主要特征

1. 由 α 波和快波组成，慢波只有少数、散在性 θ 波(占10% ~ 15%以下)。
2. α 波和快波显示正常分布，即 α 波主要分布于枕、顶区，快波于额、额前区。
3. 左右对称部的波幅差一般不超过20%。
4. 左右对称部的频率差异不超过10%。
5. α 波在睁眼、感觉刺激、精神活动时有反应(衰减)。

实验时，要密切关注被试脑电的特征，一方面大致判断被试的健康情况，一方面可以对实验过程中被试的反应或实验的可靠程度（导电膏的蔓延）进行判断。

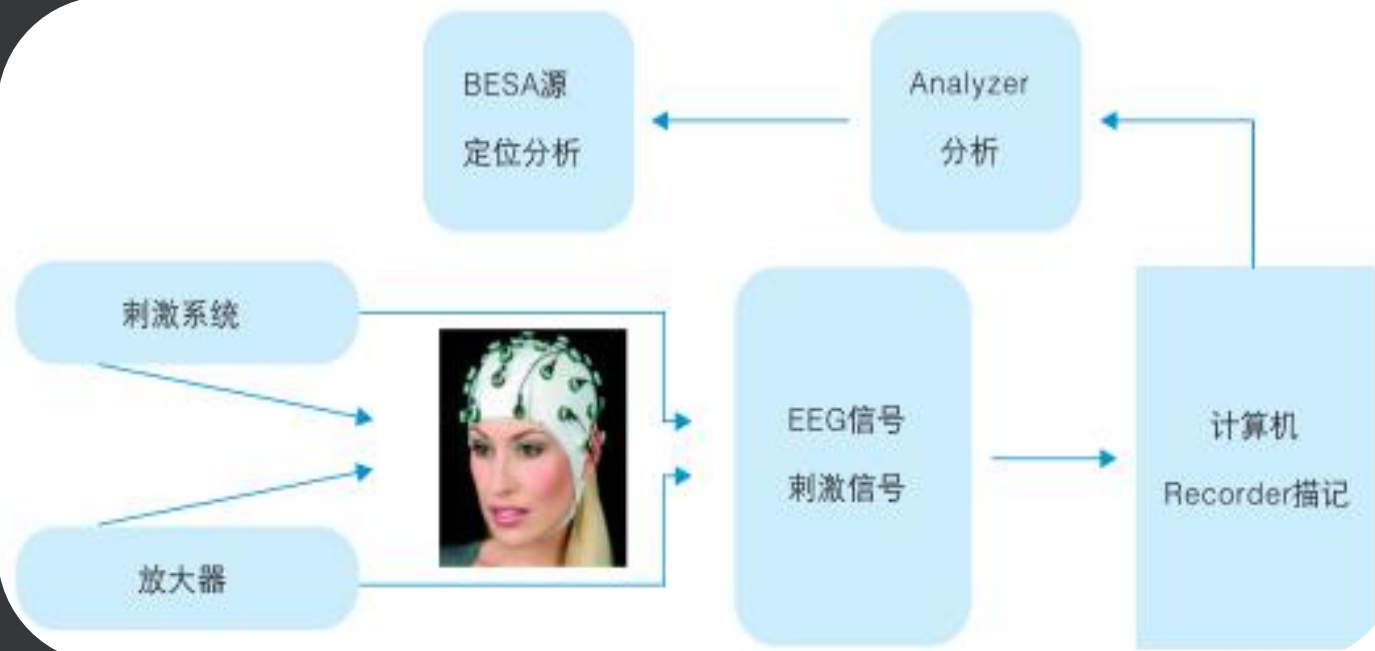
ERP概念

凡是外加一种特定的刺激，作用于感觉系统或脑的某一部位，在给予刺激或撤消刺激时，在脑区所引起的电位变化



Event-Related Potential

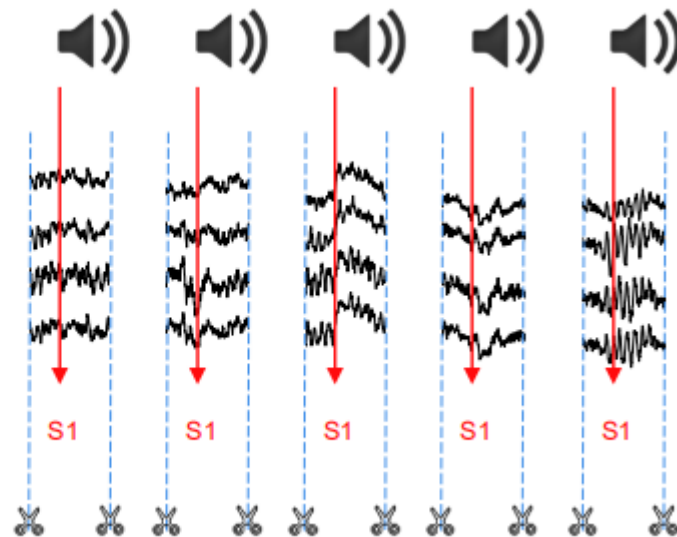
ERP波形被认为是大脑对各种事物变化所引起的电活动，是人的神经传导及对事物认知，心理行为的一种客观的表现形式。是科学家“观察脑功能的窗口”



ERP 特征及提取

(一) 特性:

1. 淹没, 约2微伏 -- 10微伏。
2. 两个恒定: 潜伏期、波形
3. 时间分辨率高



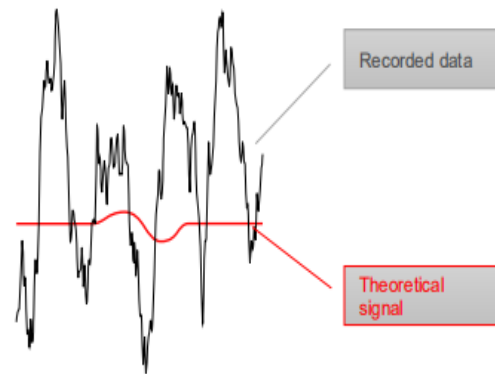
(二) 叠加平均:

信噪比的提高值与叠加次数: $S/N = n / \sqrt{n} = \sqrt{n}$

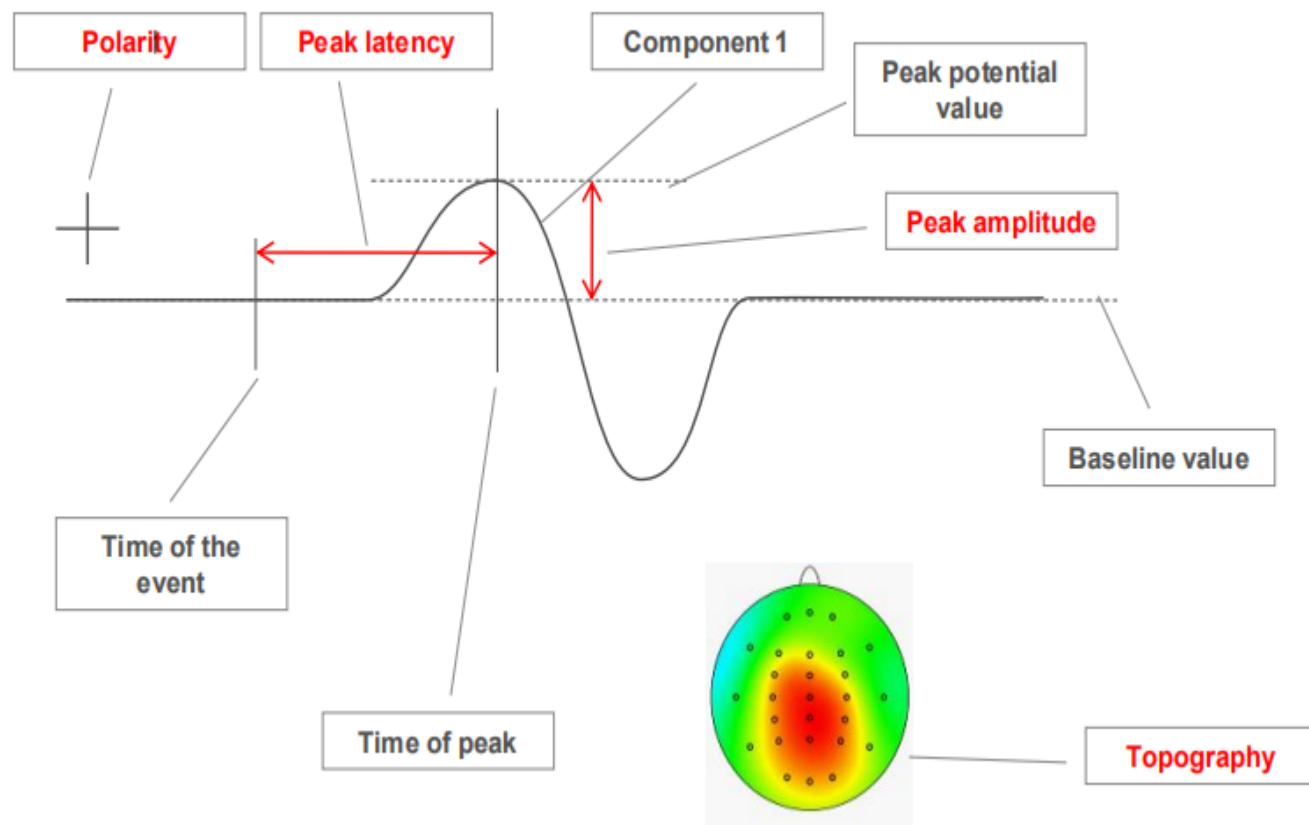
例: 原信号2微伏 / 噪音10微伏 = 0.2

叠加100次后

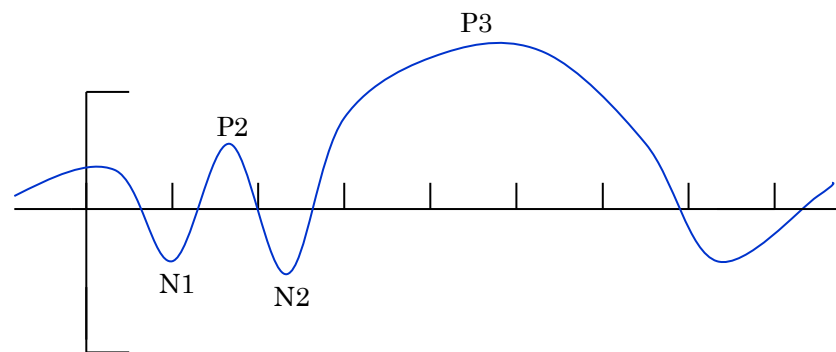
$$(2\mu V \times 100) / (10\mu V \times \sqrt{100}) = 200\mu V / 100\mu V = 2$$



ERP 成份及命名



潜伏期：早、中、晚成份，慢波
命名：正 - P，负 - N，潜伏期
成份：外源性成份、内源性成份
和纯心理波



脑电事件相关电位技术的应用



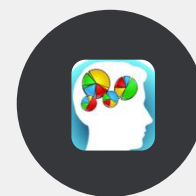
心理

认知
情绪、记忆



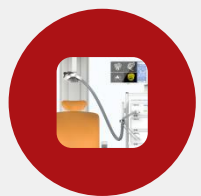
语言

语音, 语义
翻译



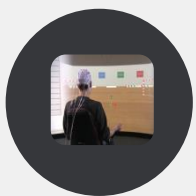
经济管理

金钱
决策



临床

精神
康复



智能

大数据
脑机接口



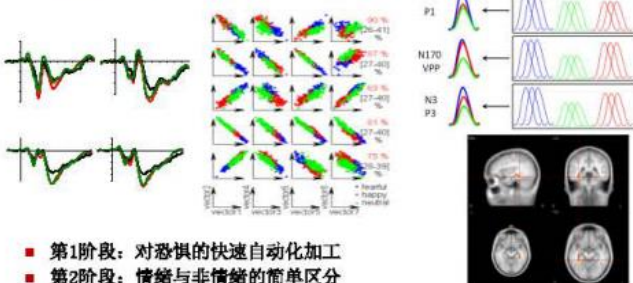
其它

结合运用
设计

ERP 相关研究文献

Three Stages of Facial Expression Processing

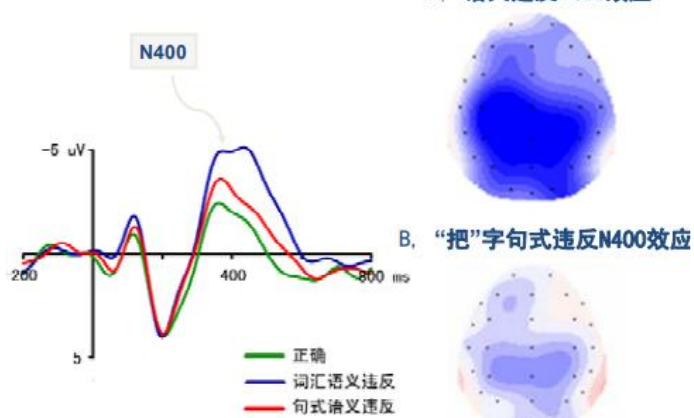
- Luo, et al, Neuroimage, 2010
- Zhang, et al, Biol Psychol, 2014
- Zhang, et al, Soc Cogn Affect Neurosci, 2015



- 第1阶段：对恐惧的快速自动化加工
- 第2阶段：情绪与非情绪的简单区分
- 第3阶段：对各种表情的精细加工

33

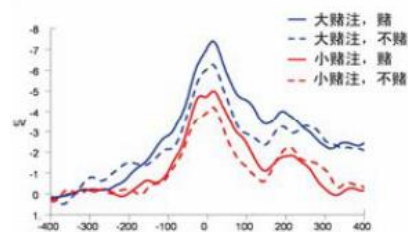
A. 语义违反N400效应



B. “把”句式违反N400效应



决策过程与结果评价

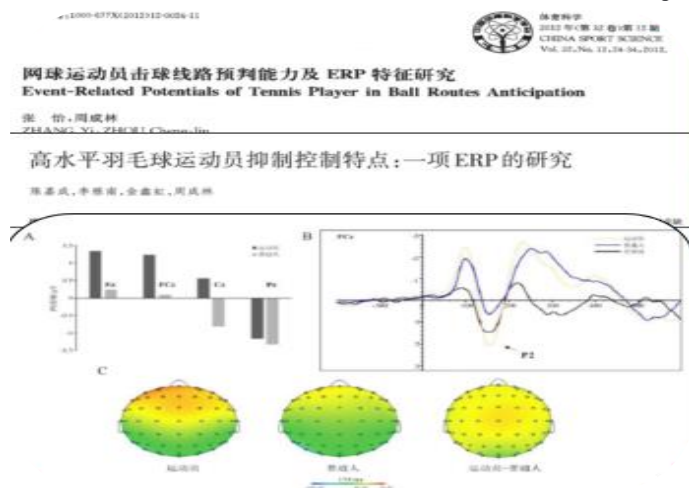
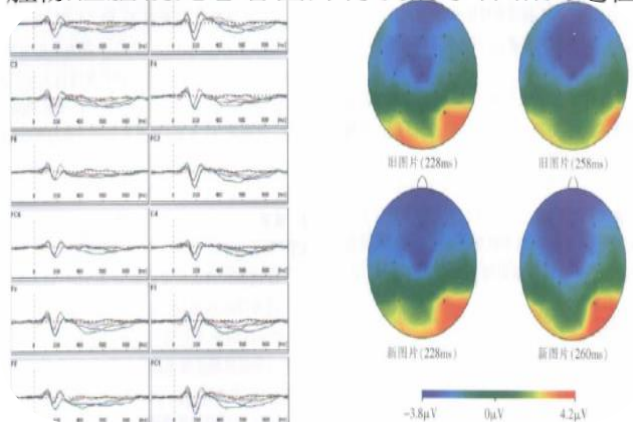


Yu & Zhou (2009, JOCN)

- 首次证明，脑中错误相关负波(ERN)跟错误没有关系；错误觉察理论不可能是一个有关ERN的一般性理论
- 指出了产生ERN的大脑前扣带回 (ACC) 在风险决策中的作用:预警

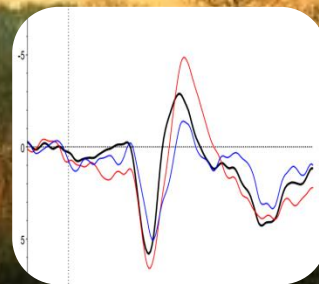
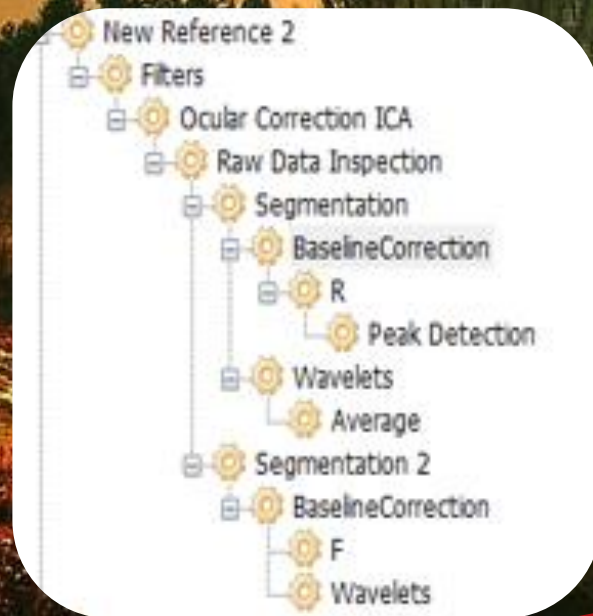
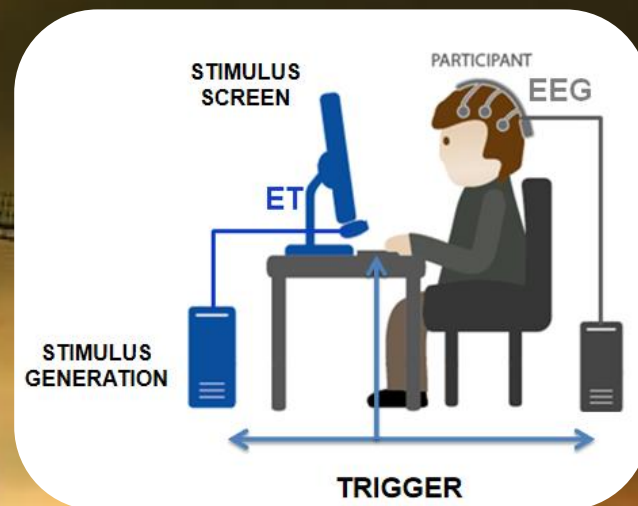
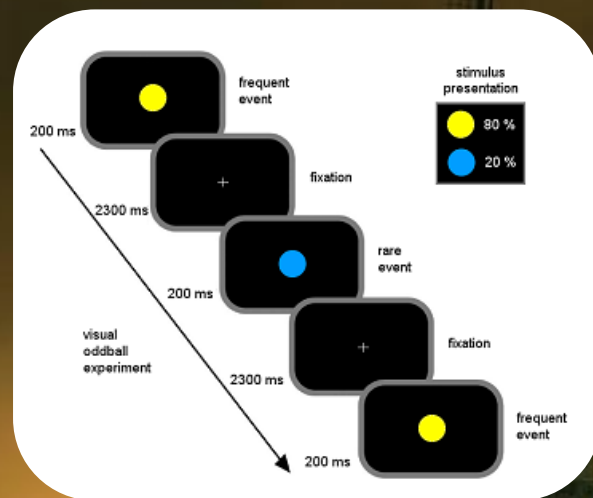
75

腔隙性脑梗死患者图片再认的事件相关电位

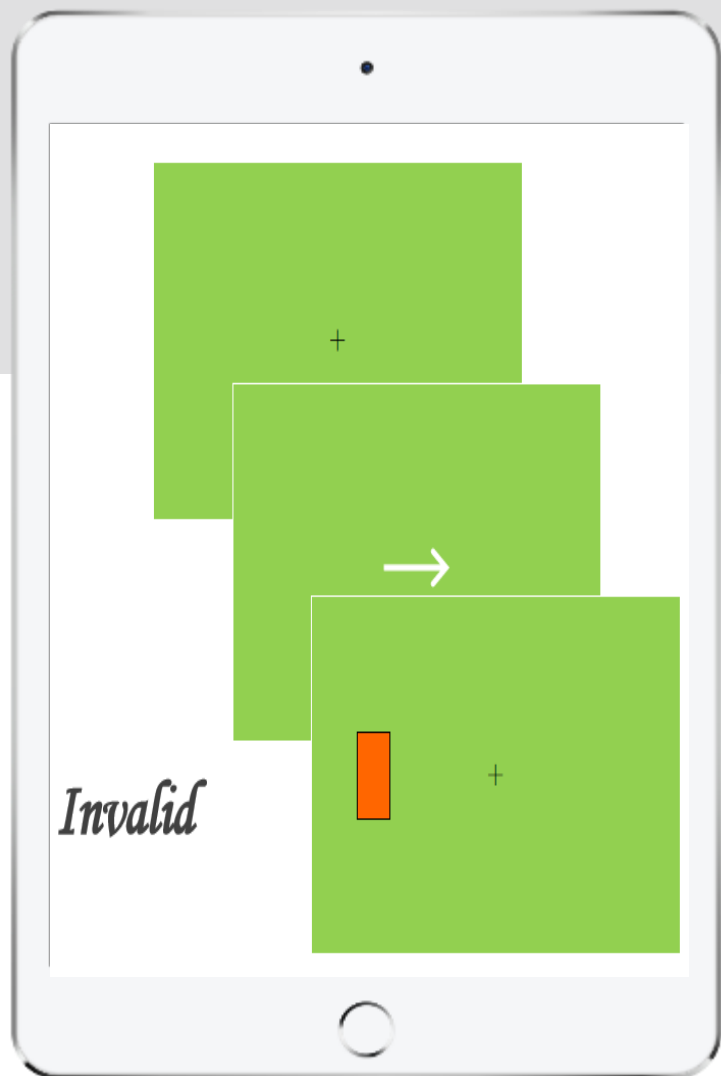


ERP 实验流程

- 研究课题，方向
Idea? ----- 设计实验
- 数据采集：
环境控制、电极阻值控制、被试配合
- 数据分析：
参考电极、眼电纠正、伪迹去除、滤波、分段、基线校正、叠加平均、总平均、对比分析、统计分析
- 朔源分析



ERP 实验设计



- 刺激分类:

视觉: 图形、文字、人物

听觉: 纯音、测试音、语音

体感: 电、磁

跨通道: 视听同步

- 刺激范式:

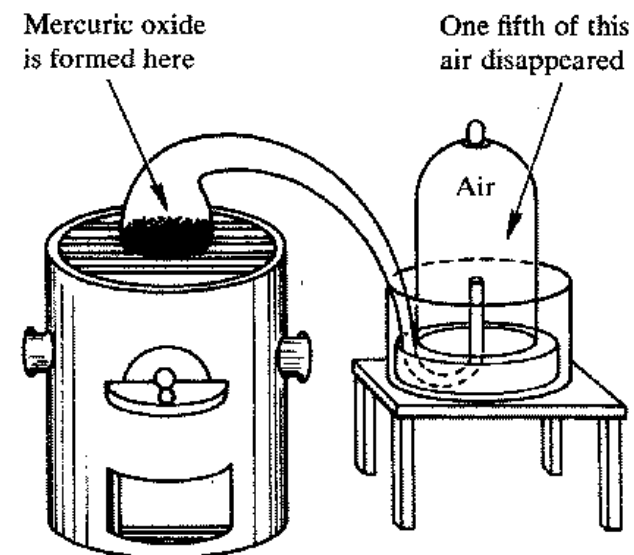
Oddball 实验

Go-Nogo 实验

Stoop 实验

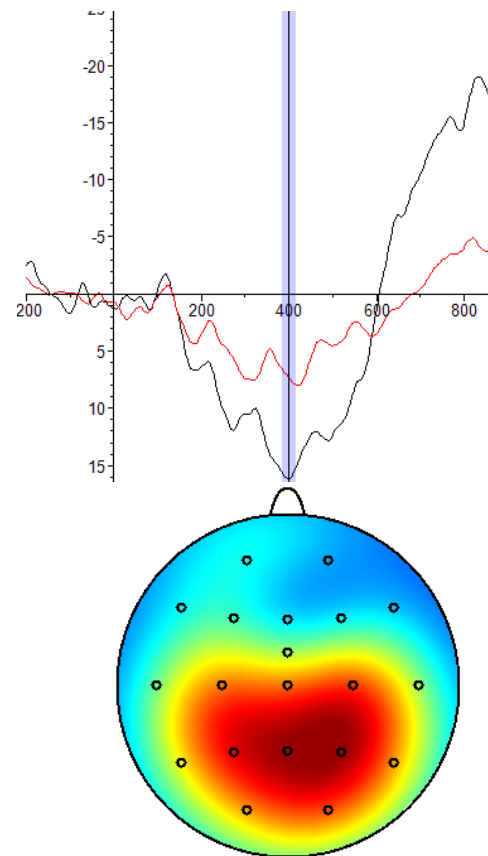
Flanker 实验

确保一个给定的实验效应只有一个可能原因



ERP Oddball 实验

- ❖ Oddball实验模式是指采用两种或多种不同刺激持续交替呈现，它们出现的概率显著不同
- ❖ 组成
 - 标准刺激(standard stimuli)——大**概率**
 - 偏差刺激(deviant stimuli)——小**概率**
令被试对偏差刺激进行反应，因此该偏差刺激称为**靶刺激 (Target) 或目标刺激**。
- ❖ 诱发P300、MMN等与刺激概率有关的ERP成分时的经典实验模式



ERP Go-NoGo 实验

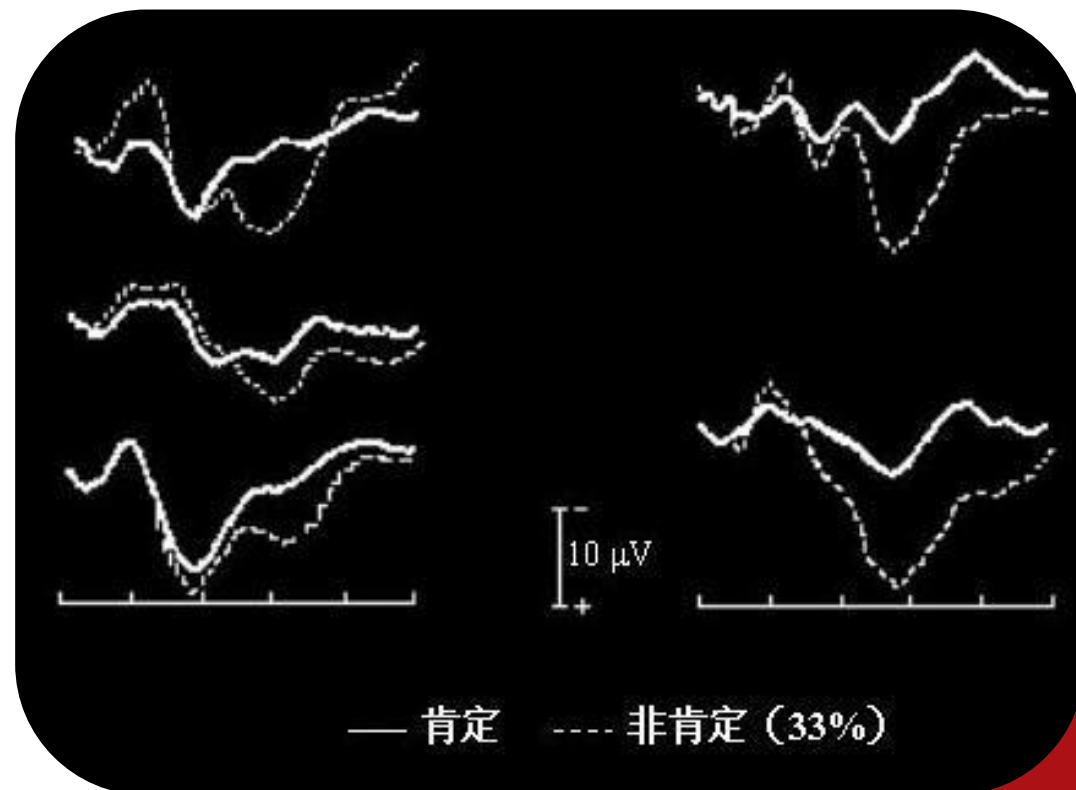
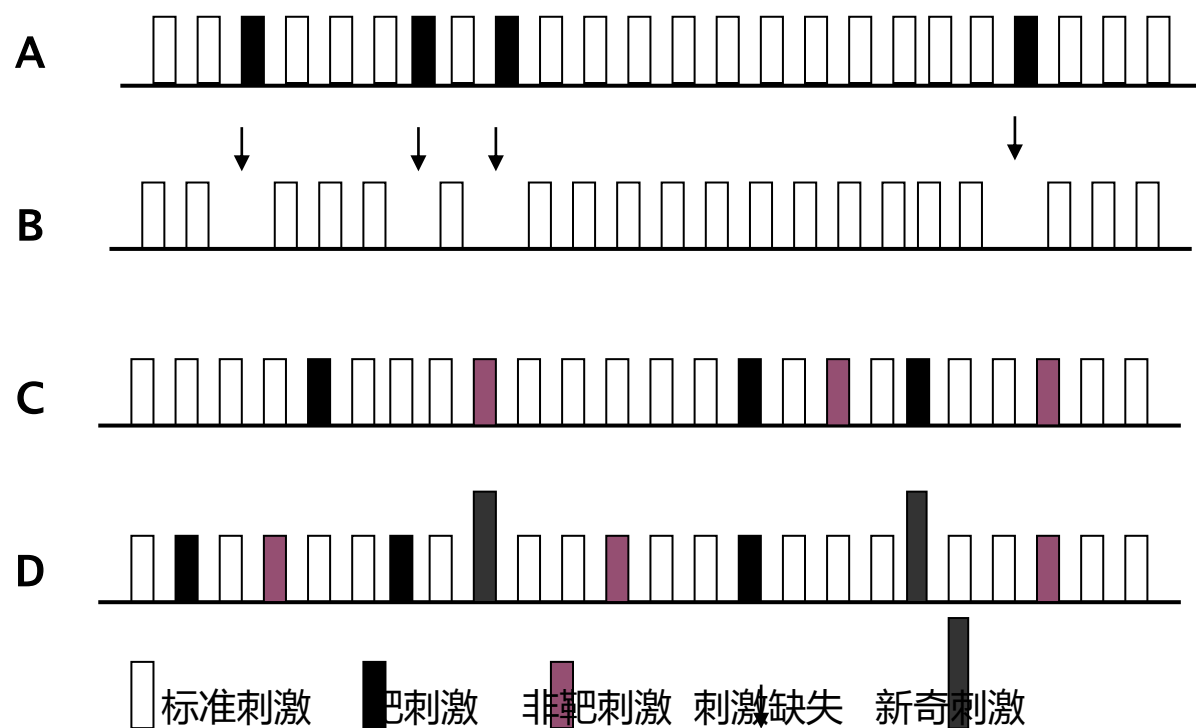
- 两种刺激的概率相等
- Go刺激——令被试反应的刺激，即靶刺激
Nogo刺激——不需被试反应的刺激
- 特点：排除了刺激概率对ERP的影响；由于没有大小概率之分，大大节省了实验时间，但也丢掉了因大、小概率差异而产生的ERP成分

实验中其它 注意细节

- 别忘了注视点!
- 编程序时, 尽量多编码
- 询问被试睡眠、休息情况、情绪状况
- 注意被试隐形眼镜、眼病
- 注意环境温度: 出汗、寒战
- 被试摇头晃脑
- 手机关机

ERP 经典成份 --- P300

- P300是Sutton于1965年发现，发表在当年的Science (150, 1187 - 1188) 上



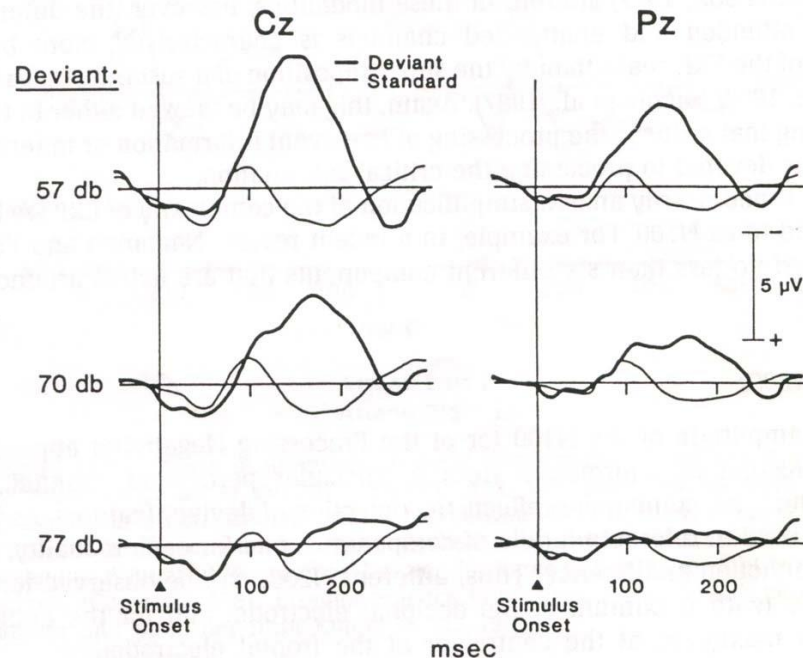
ERP 经典成份 --- MMN

结果发现：

无论注意与否，在约250ms内，小概率刺激均比大概率刺激引起更高的负波。以小概率刺激引起的ERP减去大概率刺激引起的ERP，会得到一个差异波，是一个存在100 - 250ms之间的明显的负波。

○ MMN (mismatch negativity) 译为失匹配负波

在Oddball范式下，大概率刺激为1000Hz纯音，小概率刺激为800Hz纯音，分别在两只耳朵中出现，让被试进行双耳分听，只注意一只耳的声音，并对小概率刺激做出反应，不注意另一耳的声音。



MMN与标准刺激/偏差刺激差异的关系：随偏差增大而增大。声强MMN，标准刺激为80dB，偏差刺激分别为57dB，70dB，77dB。

ERP 经典成份 --- CNV

○ CNV (Contingent Negative Variation) 关联负变。

实验中，告知被试，他将得到两个信号（声音或闪光等），他的任务是在第一个信号出现后开始准备反应，但并不反应，当出现第二个信号之后则要尽快做出反应；两个信号之间的时间并不固定。

结果发现：

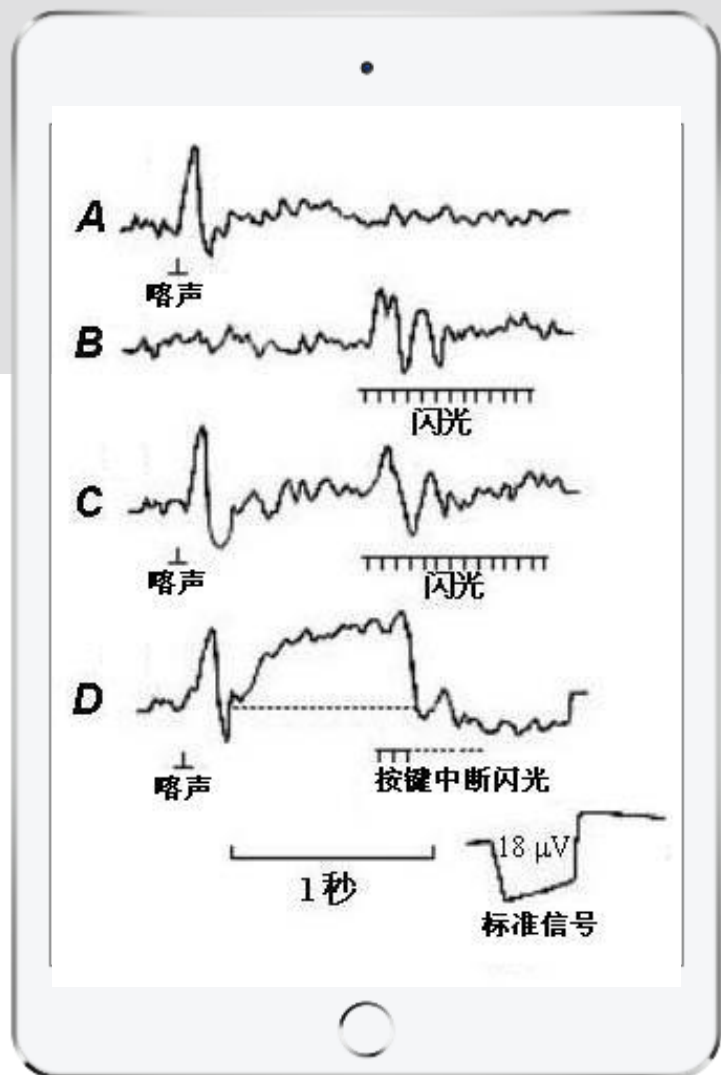
在两个信号之间，被试的脑电出现了负向偏转（或负向变化，负变），这个脑电负向变化形成的类似高原的波形就是CNV，在被试完成按键反应后CNV就消失了

叠加12次，Cz点。

A:短声, B:闪光, C:短声+闪光。

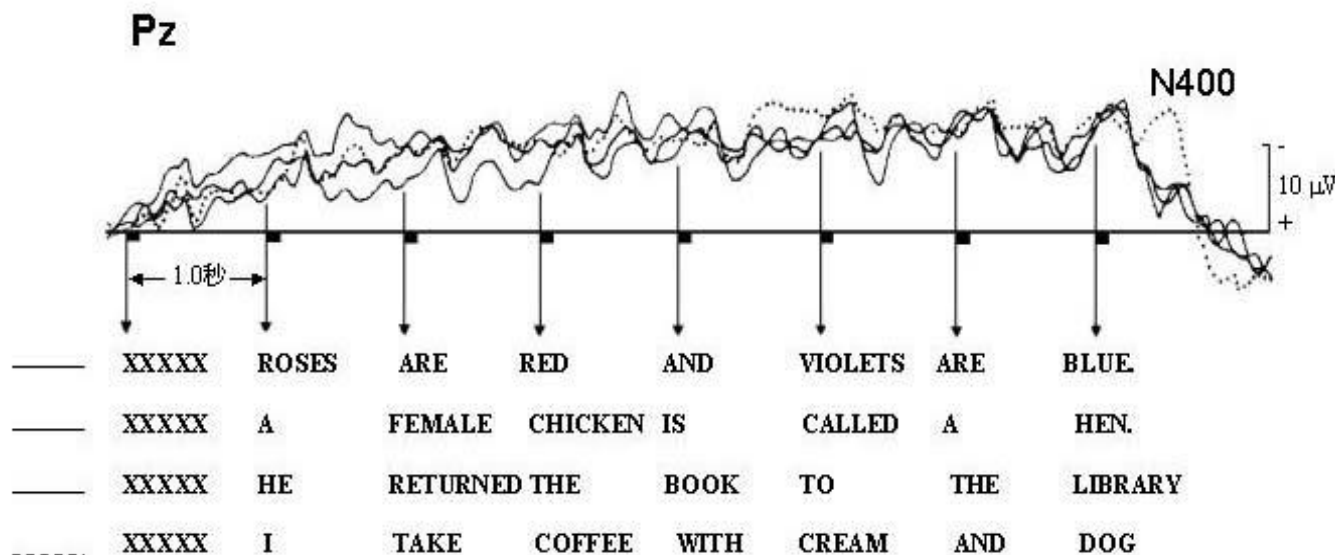
前三种情况都不出现CNV。

第四种情况下，令被试在闪光出现时尽快按键，按键即将闪光终止，只有这时才出现CNV。



ERP 经典成份 --- N400

- N400，是研究脑的语言加工原理的常用ERP成分，最早由Kutas于1980年报告，这一篇报告发表在当年的Science (207, 203 - 205) 上。他们通过屏幕向被试呈现一些句子，句子的每个单词从前往后是逐个出现的，先出现的几个句子都是正常的符合语法和语境的。在呈现句子时同步记录每个单词呈现后引起的脑电变化。



实验设计前几个句子都是正常的，最后一个句子的最后一个单词是明显畸义的。实验观察到在这个畸义词出现之后400ms左右出现了一个新的负成分，这就是N400。

BrainProducts 产品

BrainAmp ST
BrainAmp DC
BrainAmp MR (plus)
BrainAmp EXG



BrainAmp



Research &
Application



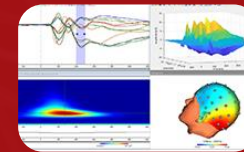
actiCHamp



V-Amp



Cap



Software



LiveAmp



Accessories

BrainCap
actiCap
EasyCap
R-Net

Recorder
Analyzer
RecView

CapTrak
EP-PreAmp
CMS20
Move
syncBox
StimTrak
Trigger Box

“ actiCHamp
actiCHamp plus

电极帽

BrainCap



Brain Products公司设计了多种式样的电极，包括了普通被动电极、主动电极、干电极及盐水电极帽系统。其用途可拓展至各个领域，与fMRI同步采集、与MEG同步采集、与fNIRS同步采集、与TMS同步采集等等。



THANKS
