

脑电实验全流程 (BIOSEMI64 导+8EXG)

1 准备实验材料

被试到达前准备所有实验材料。被试到达后签署知情同意书，介绍实验流程，将所有电子产品放在主试间（脑电屏蔽室外）。安排被试洗头、吹干头发。注：头发必须全干后才能开始实验。

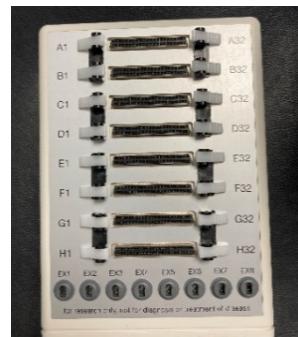
1.1 电极线整理

1.1.1 头皮电极 64 导的头皮电极根据电极所在的左右位置被分为 A 导联(图 1 左上)和 B 导联 (图 1 右上)，每侧 32 个电极。根据电极总线上标的名称将 A 导联 (32A) 和 B 导联 (32B) 插在 A/D Box 对应的 A1-A32/B1-B32 插槽上。正确插入后，插槽旁的卡扣会翘起来。注：double-check 电极位置是否正确！

Pin-type for head-cap



Flat-type



CMS/DRL



图 1 电极类型和 A/D Box

1.1.2. 外接电极 外接电极一共有 8 个 (图 1 左下)，分别为 EXG1—EXG8，一般情况下只使用 EXG1-6。按顺序将 EXG1-6 插入 A/D Box 对应的插槽内。

1.1.3 参考电极 CMS/DRL 电极为 BIOSEMI 系统特有的参考电极(图 1 右下),在 A/D Box 上有特定的插槽，插好参考电极。

1.2 检查脑电帽

64 导的脑电帽有中号和小号两种。可根据被试的头围进行选择。使用脑电帽之前检查电极插孔上是否残留有未洗净的脑电膏，需要保证其已经洗净并且干燥。

1.3 耗材整理

1.3.1 导电膏 导电膏的成分为电解质。涂抹在电极或者注射在被试头皮上，可以降低电极与人体皮肤之间的阻抗。将导电膏挤进针管中，提前准备两管。

1.3.2 磨砂膏 磨砂膏的作用是除去被试皮肤上的角质，其目的也是降低阻抗，一般适用于外接电极。

1.3.3 酒精 酒精兼具消毒和降温的作用，可以减少实验时被试皮肤出汗的几率，也是为了降低阻抗。

1.3.4 棉签

2. 开启脑电记录软件

2.1 ActiView 软件设置

打开 A/D Box 的电源，启动数据采集电脑上的 ActiView 软件

— 在 About ActiView 页面点击 Load Config File 按钮，选择 Configuring 文件夹中的‘10-20system64+8.cfg’文件。

— 调整右侧栏中的 Decimation 至 1/2

2.2 文件保存

— 点击‘Start File’，选择到数据保存的路径，设置文件名并确定。ActiView 软件开始同步呈现脑电信号。

注：此时 ActiView 软件仅实时显示脑电信号，并未开始采集保存数据！

3 操作步骤

3.1 佩戴脑电帽过程

首先为被试佩戴脑电帽。长发被试可将头发别在耳后。脑电帽上带有商标的一侧应该位于后脑勺，佩戴好脑电帽后，注意把商标从里面扯出，避免遮挡 Lz 电极。用软尺测量并调整 CZ 电极的位置，使其位于头顶中心，即 CZ 到眉心以及枕骨（后脑勺凸起的一块骨头）的距离相等；到左右耳的距离相等。确定好脑电帽的位置后，让被试把下巴上的绑带粘住固定。

3.2 贴合外接电极

在外接电极上贴上电极环，注意不要遮挡电极位点。在电极位点涂上脑电膏，使用棉签蘸取少量磨砂膏和酒精，擦拭被试皮肤对应位置后贴上电极。注：不要让导线遮挡被试的视线。按照下列顺序进行贴合：

3.2.1 EXG1/2—分别对应左右乳突（耳朵后方凸起骨头的下方靠耳朵内侧）



图 2 左右乳突位置

3.2.2 EXG3/4—分别对应左眼瞳孔正上方（在眉毛之上）和瞳孔正下方(下眼皮)

3.2.3 EXG5/6—分别对应左右眼角（眼角和太阳穴之间）

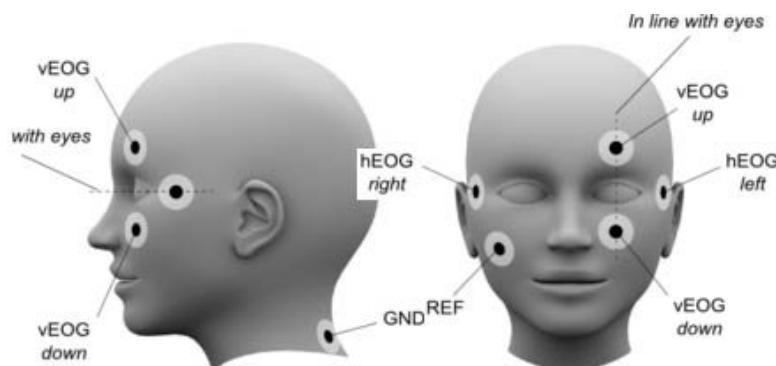


图 3 眼电位置

3.3 连接头皮电极

3.3.1 打导电膏的原则

用针管轻轻拨开被试的头发，让被试的头发更少地遮挡头皮。打脑电膏的时候可以询问被试是否感受到凉意，如果没有感觉可以拨动被试的头发、再注入一些脑电膏。

注：注射导电膏时遵循少量多次原则，即每个电极不要注入太多导电膏，防止电极和电极之间发生串联。

3.3.2 打导电膏的顺序

先打参考电极(CMS/DRL)，确保参考电极正常后，两个主试分左右同时开始打脑电膏。

由于大脑后部脑电膏渗透速度较慢，注射导电膏也应该按照从后（枕叶）向前（额叶）的顺序。

注：BIOSEMI 系统将电极按邻近位置分成了多股，插电极的时候可以一股一股地插入 A/D Box。

如何确保参考电极正常？

参考电极的导电性是基础。可以在打完参考电极后，任选一个额区电极（如 Fz）打导电膏。然后选择 ActiView 软件中的 Electrode Offset 页面（该页面显示各个电极的阻抗情况）。如果观察到 EXG 和额区电极阻抗都正常降低了（有一两个阻抗较大可能是因为导电膏不够或贴合问题，可以之后一起调整，），则可以进行下一步。若所有电极阻抗都没有降低，则需要重新对参考电极进行调试。可以尝试轻转电极、轻按电极、拨头发、补一点脑电膏等方法。

3.4 阻抗调试

所有电极都插入之后，继续观察它们的阻抗，一般要求阻抗至少在 $50\mu\Omega$ 以下，如果阻抗超过此值，则进一步调试该电极。方法有（1）增加导电膏；（2）用针管调试电阻，增加导电膏与头皮接触；（3）轻按电极；（4）确保被试已进入安静状态。等所有阻抗都稳定下降后，进入下一个步骤。

3.5 波形调试

— 在‘Monopolar Display’页面可以看到所有电极的信号。在 $100\mu\text{V}$ 的量程下，各个电极的理想波形应该是平缓的直线（带有略微的波动）。可以通过调整显示的量程、调整查看的电极数量来观察是否有噪音较大、波动较大的电极。根据每个电极的波形，对噪音

较大，不够平稳的电极进行调整。

4 实验操作

4.1 调整被试位置

调整头托位置，减少被试头动。

注：靠前电极（如眼电、额区电极）不要压迫头托，容易产生伪迹

4.2 检查物品

确保房间里没有任何电子产品（如手机），防止其影响信号。离开房间时，注意关好两道门，确保静电屏蔽以及一定程度的隔音。

注：测试室外话筒，便于和被试全程的沟通。

4.3 采集并保存脑电数据

在确定被试已进入安静状态，等待所有电极信号进入稳定状态，可以开始正式实验。

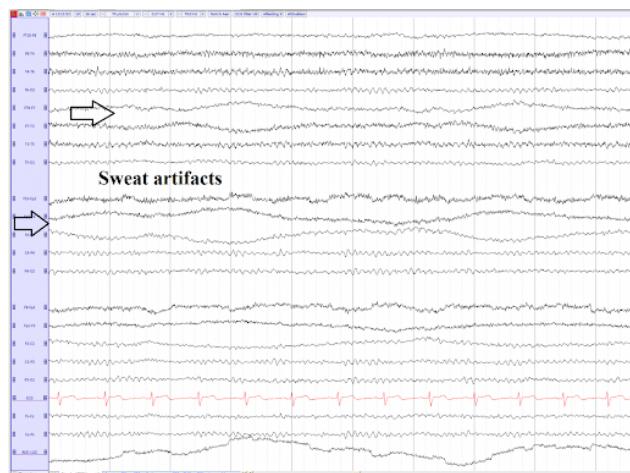
注：点击软件右下角‘paused’按钮，软件上的状态会变成‘Saving’，这时数据才开始保存。通过话筒指导被试开始实验。

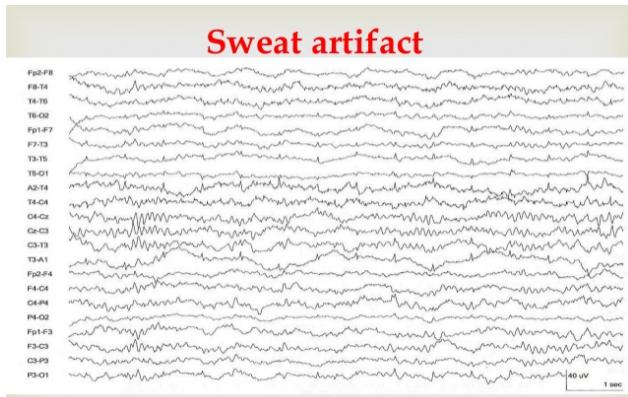
4.4 全程注意观察信号

哪些属于异常情况？

记录过程中有时电极会出现异常的漂移或伪迹。如果这种情况持续几个试次不消失，则主试需要积极做出调整（视情况与被试沟通或检查电极）。若在每组实验刚开始出现异常情况，应该立即停止实验；若在接近一组实验尾端出现异常，可以等到休息时向被试询问情况或检查电极是否紧密贴合并进行调整。

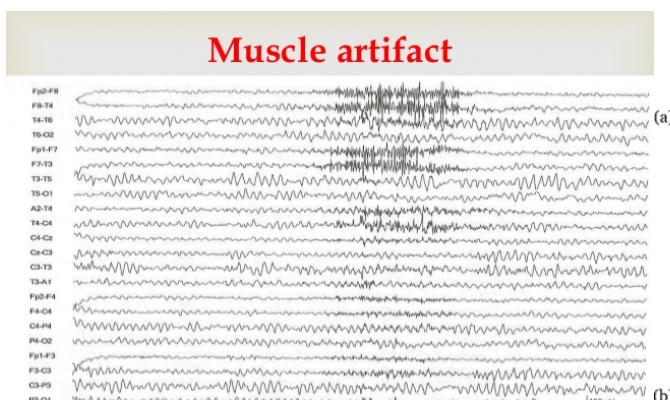
4.4.1 漂移信号（出汗或其他原因）



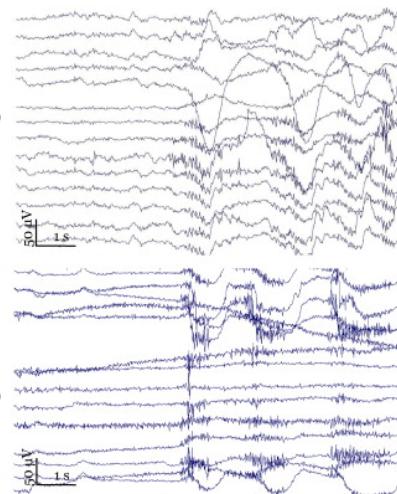


The decreased amplitude and very low frequency oscillations are present diffusely, which is consistent with the whole scalp's involvement. The recurring sharp waves across most channels are ECG artifact.

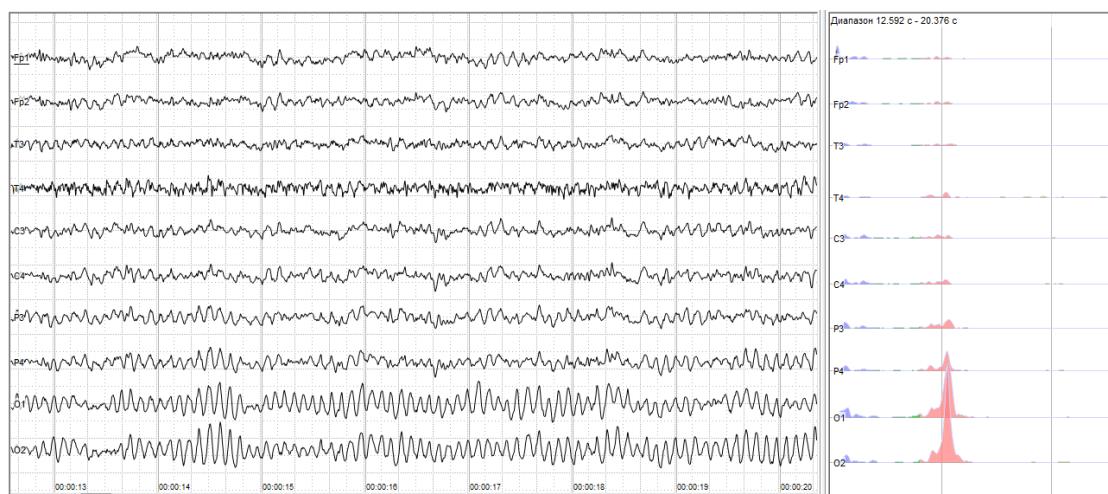
4.4.2 头动或者肌肉运动引起的伪迹



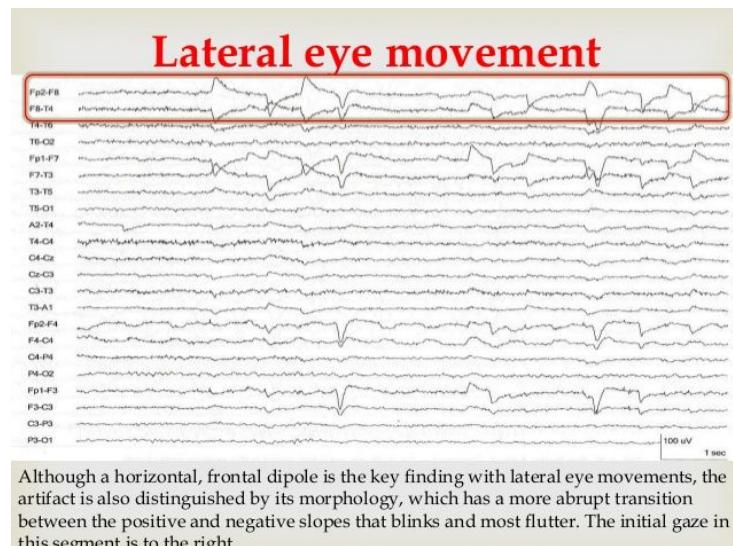
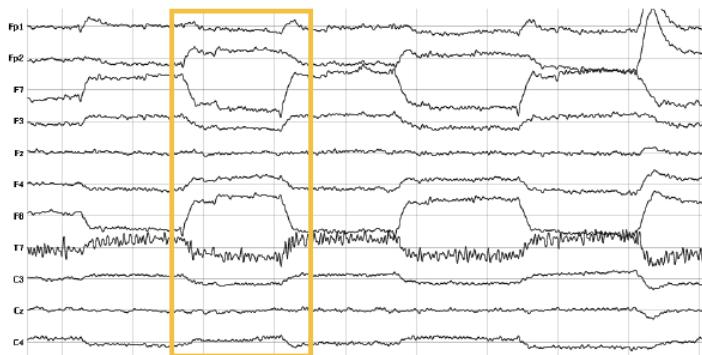
The high amplitude, fast activity across the b/l ant. region is due to facial muscle contraction and has a distribution that reflects the locations of the muscles generating it. Typical of muscle artifact, it begins and ends abruptly.



4.4.3 出现疲劳的指标（Alpha 波，主要出现在枕叶以 O 和 PO 开头的电极，如下图右侧的分布图所示）

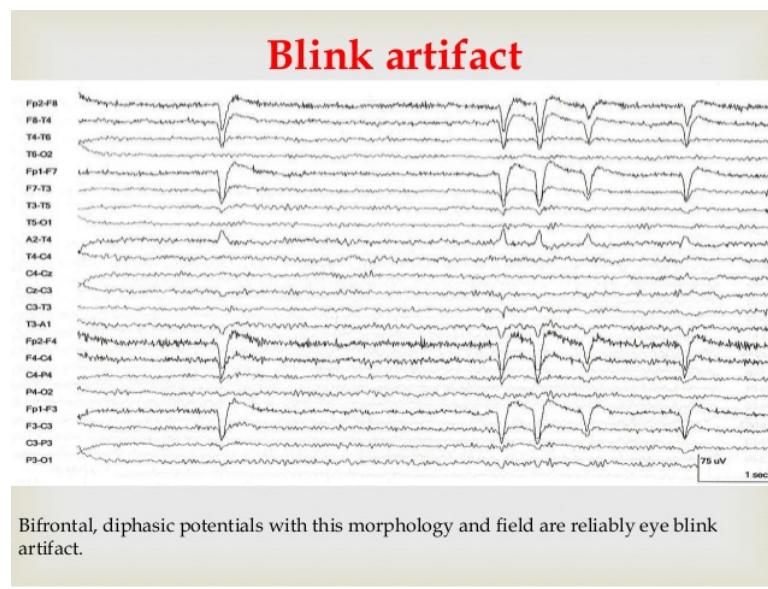


4.4.4 出现频繁眨眼的情况（水平眼动，重点关注眼电和以 F 开头的电极）



Although a horizontal, frontal dipole is the key finding with lateral eye movements, the artifact is also distinguished by its morphology, which has a more abrupt transition between the positive and negative slopes than blinks and most flutter. The initial gaze in this segment is to the right.

4.4.5 出现频繁眨眼的情况（垂直眼动）



Bifrontal, diphasic potentials with this morphology and field are reliably eye blink artifact.

如果被试在任务过程中经常眨眼或眼动，则应提醒被试在完成任务时尽量注视中心十字，并且减少眨眼次数（特别是在我们关心的实验阶段）。

4.4 全程与被试保持积极沟通

每次休息时间，主试都应该主动前往实验室房间，与被试进行交流沟通(**last but not the least!**)

5 实验后清洁

做完实验后，清洗电极和脑电帽，收拾实验室台面。

注：在清洗时用偏冷的温水（切忌热水、肥皂等），用力要轻、冲洗水流不要过大。可以使用棉签来清洗脑电帽上的插孔，确保插孔中没有脑电膏的残留。与A/D Box 连接的插头处放在口袋里，务必保持干燥（绝对不能进水）。洗好后将电极和脑电帽晾起来，使其自然风干。

6 离开实验室前切断所有电源