

实验 14 人体脑电图描记

(实验菜单)

[实验目的与要求]

1. 学习单极导联法引导记录人脑电图的方法;
2. 观察人脑电图的波形特征;
3. 了解声、光、情绪等因素对脑电波的影响。

[实验原理]

大脑皮层神经元在未任何外加刺激的情况下,存在着持续不断的节律性电活动,这些电活动表现为不同频率、幅值和波形的电位变化,称为自发性脑电波。将引导电极安放在头皮表面,用脑电图仪或生物信号采集处理系统记录出的这种大脑皮层电活动曲线,称之为脑电图(electroencephalogram, EEG)。脑电图检查是分析、判断大脑半球电生理功能的一种神经系统检查方法,可进行功能性病变诊断与病理性病变诊断,目前其应用范围不仅限于神经系统疾病,也广泛用于各科危重病人的监测,麻醉监测以及心理、行为的研究。

脑电图的波形按其频率和振幅的不同分为四类:

α 波: 频率 8~13 Hz、波幅 10~100 μ V。主要出现于枕叶和顶叶后部。 α 波是成年人在清醒、安静、闭眼时出现的主要脑电波,波幅先由小逐渐变大,再由大变小,如此反复而形成梭形,每一梭形持续 1~2 s,通常在枕叶的记录中最为显著。睁开眼睛或接受其他刺激时, α 波立即消失而呈现快波,这一现象称为 α 波阻断。当再次安静闭眼时,则 α 波又重现。

β 波: 频率 14~30 Hz、波幅 5~25 μ V。大脑皮层处在紧张活动状态时出现,在额叶和顶叶比较显著。有时 β 波与 α 波同时出现在一个部位, β 波重合在 α 波上。

θ 波: 频率 4~7 Hz, 波幅 20~100 μ V。少年正常脑电波,成年人一般在困倦时出现。

δ 波: 频率 1~3.5 Hz、波幅 20~200 μ V。婴幼儿正常脑电波,在成年人,常在睡眠状态下出现,当极度疲劳时或在麻醉状态下也可出现。

脑电图电极的连接常用 10-20 系统电极法: 大脑皮层前后方向的测量以鼻根到枕骨粗隆连成的正中line为准,在此线左右等距的相应部位定出左右前额点(FP1, FP2)、额点(F3, F4)、中央点(C3, C4)、顶点(P3, P4)和枕点(O1, O2),前额点的位置在鼻根上相当于鼻根至枕骨粗隆距离的 10%处,额点在前额点之后相当于鼻根至前额点距离的二倍即鼻根正中line距离 30%处,向后中央、顶、枕各点的间隔均为 20%,枕点距枕骨粗隆的距离相当于鼻根至枕骨粗隆距离的 10%。由此将大脑皮层分为左右额叶(或称额区)、左右颞叶、左右顶叶以及左右枕叶。根据引导脑电波的类型,将电极安放于相应脑区,临床上常用的有单极导联法和双极导联法。

[实验对象与器材]

受试者(人)、脑电帽、圆盘电极(可采用 Ag-AgCl 心电监护电极)、RM6240E 人体生理实验系统、消毒用酒精棉球、电极糊或生理盐水、手电

[实验方法与步骤]

1. 仪器连接和参数设置: 将引导线数据端插入 RM6240E 人体生理实验系统的 1 通道。启动 RM6240E 人体生理实验系统,设定 1 通道模式为“生物电”,时间常数为 0.02 s,滤波频率 30~100 Hz,灵敏度 100 μ V,采样频率 1 KHz,扫描速度 400 ms。
2. 电极的安放: 受试者呈舒适坐姿,保持清醒、放松。用酒精棉球分别擦净左右额前近发际区、耳垂及前臂的一小块皮肤处,并涂以电极糊或生理盐水,然后将一次性盘状电极放置

于相应部位，头部电极用脑电帽固定，小臂电极可以用心电肢体夹固定。引导线的正、负极分别连接在额前电极和耳垂电极上，接地端连接前臂皮肤处。

3. 实验观察：

1) α 波记录

令受试者全身肌肉，尤其是头颈部肌肉放松、闭目、不思考问题，观察一段脑电变化，波形比较稳定后，注意识别 α 波及其节律的出现。

2) α 阻断”现象的观察

(1) 试者保持安静、闭眼观察 α 波，然后令其睁眼约 2~15s，再令其闭眼，反复观察 α 波阻断现象。

(2) 试者保持安静、闭眼情况下观察 α 波，然后与其交谈，或问其简单的问题让其心算后回答，或用声音、闪光等刺激，观察是否 α 波阻断现象。

注意：由于脑电图的个体差异较大，正常人也有以 β 节律为主者。如观察不到 α 节律，应更换受试者。

4. 结果与讨论：测定 α 波和 β 波的振幅和频率，测定闪光刺激开始到 α 波向快波移行为止的时间。分析讨论脑电波形成和 α 波阻断机制。

[注意事项]

1. 引导电极应与皮肤保持良好接触。实验最好在屏蔽室内进行，以减少干扰。
2. 若受试者比较紧张，可先与其交谈，待其放松后再进行。室内环境应保持安静，光线不宜过强。
3. 如有肌电干扰，属被测者呼吸均匀，放松肌肉，停止眨眼、咀嚼或吞咽等动作。

[创新与探索]

1. 脑电波形成的机制是什么？
2. 如何识别 α -节律与 α 波阻断？ α 波有什么特点？与其余波形如何区分？

实验 15 人体反应时测定

[实验目的与要求]

1. 学习视觉与听觉简单反应时的测定方法
2. 比较两种简单反应时的差别
3. 学习测定视觉辨别反应时的方法
4. 了解辨别反应时不同于简单反应时的特点

[实验原理]

反应时又称反应潜伏期，指个体从接受刺激作用到开始做出外部反应之间的时间间隔。反应时受多种因素的影响，如刺激的种类、强度及个体的练习程度、适应水平、定势、动机和情绪等。

反应时分为简单反应时、选择反应时和辨别反应时三种类型。简单反应时是指一个单一简单刺激（如光、声音）与受试者做出单一反应（按下电键或放开电键）之间的最小的延迟

时间。不同感官的反应时不同，说明反应时间与所刺激的感觉通路有关。如视觉对光的反应时间长于听觉对声音的反应时间。选择反应时指有两个（或多于两个）刺激和两个（或多于两个）反应。每个刺激都有自己独特的反应。从多个可能出现的刺激中，选择某一刺激的出现到做出正确反应的时间。辨别反应时也有两个（或多于两个）刺激，经过辨别对某一特定刺激做出正确反应的时间。

反应时是心理学中最常用的反应变量之一。任何心理活动都需要一定时间。因此，几乎所有的心理学研究都可以应用反应时的原理和方法。使用反应时作为指标的实验研究，对研究和解决心理学理论问题和生活世界问题有很强的实际应用价值。如运动员起跑反应时的检测，驾驶员反应时的检测。

[实验对象与器材]

受试者（人）、RM6240E 型多道生理信号采集处理系统、简单反应时测定装置、辨别反应时测定装置、耳塞

[实验方法与步骤]

1. 简单反应时的测定：

接通仪器电源，反应时刺激器接通道 1，主控（检查者）和被测（受试者）控制器分别与反应时刺激器相连。检查者拨动信号发生开关，在光或声刺激呈现的同时，计时器立即进行计时。受试者按压控制器按钮，停止计时。

打开软件，选择人体实验-人体反应时的测定，在控制界面选择刺激方式。

练习操作：刺激器放在离受试者 1 m 处，受试者以右手食指轻触按键。检查者在发出“预备”口令后约 2 s 呈现刺激。受试者当感觉到刺激出现时，立即按压按键，计时器停止计时，检查者记下成绩。练习实验可作 2~3 次。（为防止无关刺激的干扰，检查者和受试者可分隔在两个操作室中进行实验。）

实验观察：① 刺激呈现按“红—长声—短声—绿”方式安排，每单元各作 10 次，总次数为 40 次。② 为了检查受试者有无超前反应，在每单元的 10 次实验中插入 1 次“检查实验”。如受试者发生对“空白刺激”作出反应，检查者根据反馈信号提供的信息须宣布该单元实验结果无效，重做 10 次。③ 做完 10 次后，休息 1 min。

一名受试者测完 40 次后，换另一名受试者进行实验。

2. 辨别反应时的测定：

练习：接通仪器。检查者告知受试者将要对“红”或“绿”哪种颜色的光刺激进行检测，然后令受试者用耳塞塞住耳朵，以免听到检查者操作刺激器的声音。检查者随机按下“红”或“绿”光按键，让受试者看到某一特定颜色光时迅速按下反应键。计时器记下时间，练习实验可做 4~5 次。

实验观察：① 两种色光刺激各呈现 10 次，随机排列。② 检查者呈现刺激与受试者反应方式同预备实验。如果反应错了，计时器不计时间，检查者根据反馈信号提供信息，安排受试者重做一次。

每一个受试者测试红光和绿光各 10 次，每做完 10 次休息 1 min，再做另一组实验。

3. 测定结果的处理：

1) 计算个人对不同色光的辨别反应时的平均数、标准差。

2) 计算个人视觉与听觉反应时的平均值与标准差。

3) 计算同种刺激的简单反应时和辨别反应时的区别。

[注意事项]

1. 检查者与受试者必须认真按照操作要求进行实验。

2. 在做辨别反应时实验时，受试者必须根据检查者发出的信号做出相应的反应，不得按照自己的猜测或听到的预告信号做出反应。

[创新与探索]

1. 根据实验结果说明视觉与听觉简单反应时的差别及其可能原因。

2. 根据实验结果说明简单反应时是否受练习的影响。
3. 本实验结果是否与前人实验数据一致？原因何在？
4. 举例说明反应时实验的实际应用意义。

实验 16 盲点的测定

[实验目的与要求]

证明盲点的存在，并计算盲点所在位置和范围。

[实验原理]

视网膜在视神经离开视网膜的部位（即视神经乳头所在的部位）没有视觉感受细胞，外来光线成像于此不能引起视觉，故称该部位为生理性盲点。由于生理性盲点的存在，所以视野中也存在生理性盲点的投射区。此区为虚性绝对性暗点，在客观检查时是完全看不到视标的部位。根据物体成像规律，通过测定生理性盲点投射区域的位置和范围，可以依据相似三角形各对应边成正比的定理，计算出生理盲点所在的位置和范围。

[实验对象与器材]

受试者（人）、白纸、铅笔、尺子、遮眼板、白色和黑色的视标

[实验方法与步骤]

1. 将白纸贴在墙上。受试者立于纸前 50cm 处，用遮眼板遮住一眼，在白纸上与另一眼相平的地方用铅笔划一“+”字记号。令受试者注视“+”字。实验者将视标由“+”字中心向被测眼颞侧缓缓移动。此时受试者被测眼直视前方，不能随视标的移动而移动。当受试者恰好看不见视标时在白纸上标记视标位置。然后将视标继续向颞侧缓缓移动直至又看见视标时记下其位置。由所记两点连线之中心点起，沿着各个方向向外移动视标找出并记录各方向视标刚能被看见的各点，将其依次相连，即得一个盲点投射区的图形。
2. 根据相似三角形各对应边成正比定理，可计算出盲点与中央凹区的距离及盲点直径。

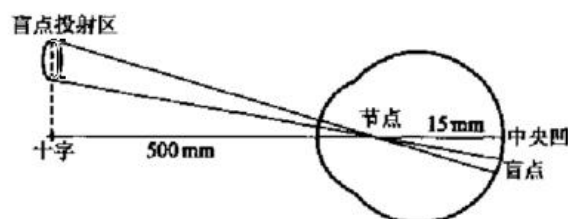


图 19-1 计算盲点与中央凹的距离和盲点直径示意图

盲点直径 = 盲点投射区直径 × 节点到视网膜（中央凹）距离 / 节点到白纸距离

盲点与中央凹区距离 = 盲点投射区中心到十字的距离 × 节点到视网膜（中央凹）距离 / 节点到白纸距离

[关键技术]

盲点投射区的判断与描画

[注意事项]

1. 受试者的被测眼在测量时一定要直视前方,不得随视标移动而移动,以免造成测试误差。
2. 视标应缓慢移动,并随时询问受试者的观察情况。

[思考题]

1. 试述测定盲点与中央凹的距离和盲点直径的原理。
2. 在我们日常注视物体时,为什么没有感到生理性盲点的存在?

[创新与探索]

请根据盲点的定义自行设计一个其他形式的实验。

[参考文献]

1. 解景田,刘燕强,崔庚寅,主编。生理学实验(第四版)。高等教育出版社,2015.

实验 17 声音的传导途径

[实验目的与要求]

通过比较声音的两种传导途径,了解各自的特点,并掌握听力障碍的检测方法。

[实验原理]

声音是由两条路线传入内耳的,即空气传导和骨传导。所谓空气传导(简称气导)是指声波由耳廓收集,经外耳道到鼓膜,鼓膜振动带动 3 个听小骨--锤骨、砧骨、镫骨组成的听骨链,由于镫骨底板紧贴内耳卵圆窗,卵圆窗膜活动使相邻的内耳淋巴液被激动,促使流体再刺激基底膜上的螺旋器而产生神经冲动,再经听神经传到大脑听中枢而产生听觉。所谓骨传导(简称骨导)是指声波经颅骨传入内耳,使淋巴液振动刺激基底膜产生神经冲动,传到听中枢,同样产生听觉。

听力正常的人均由空气传导将声波传递到听神经,骨传导起的作用极微弱,只有空气传导通路发生障碍,骨传导才相对加强,发挥作用。

[实验对象与器材]

受试者(人),低音频音叉(256 Hz 或 512 Hz)、隔音耳塞

[实验方法与步骤]

1. 任内氏实验(Rinne test): 用于检验同侧耳的空气传导与骨传导

(1) 保持室内安静,受试者取坐位,检查者敲击音叉使之振动后立刻将音叉柄末端置于受试者一侧颞骨乳突部,此时受试者可听到音叉振动的声音,随着时间的延续,声音会逐渐减小,当受试者报告刚刚听不到声音时,迅速将音叉移动至同侧外耳道外侧 1cm 处,若此时受试者仍报告能听到声音,则说明空气传导时间(反映其传导效率)大于骨传导时间,即任

内氏实验阳性，反之，空气传导时间小于骨传导时间，则为任内氏实验阴性。

(2) 先将敲响的音叉置于受试者外耳道外侧 1cm 处，至受试者报告听不到声音时，迅速将音叉柄移至同侧颞骨乳突部，若此时受试者报告仍听不到声音，则说明其为任内氏实验阳性，若还能听到声音，则为任内氏实验阴性。

(3) 正常人任内氏实验为阳性，当空气传导发生障碍时，可得到任内氏实验阴性结果，实验时，用隔音耳塞塞住外耳道，模拟空气传导障碍，重复任内氏实验，可发现，此时受试者空气传导效率大大降低。

2. 韦伯氏实验(Weber test): 用于比较两侧耳的骨传导能力强弱，又称骨传导偏向实验。

(1) 敲响音叉，将叉柄末端置于受试者前额或头顶正中，让受试者比较两侧听到的声音强弱：正常人感觉声音来自正中，两耳感受到的声音没有差别，即骨传导无偏向。

(2) 若一侧空气传导通路受阻，则该侧骨传导效率会加强。用隔音耳塞塞住受试者一侧耳孔，重复上述实验，比较两侧声音强度。

[注意事项]

1. 使用音叉时应敲击音叉支上三分之一处。
2. 敲击力量应一致，勿用硬物猛烈敲击，以免产生泛音。
3. 音叉振动方向与外耳道方向一致，二者相距 1~2 cm。
4. 振动的音叉不应接触任何物体。

[思考题]

1. (任内氏实验假阴性) 单侧重度神经性耳聋患者在进行该侧任内氏实验时，受试者报告阴性结果，试分析原因。
2. (韦伯氏实验骨导偏向结果分析) 若受试者单侧耳传导性耳聋，韦伯氏实验结果偏向哪只耳？若神经性耳聋呢？

[创新与探索]

1. 任内氏实验中，收集全班同学空气传导时间与骨传导时间比值数据，有什么统计特征？
2. 设计另外一种方法，验证传导性耳聋患者骨传导相对加强。