

实验3 神经干动作电位的引导

【实验目的】

1. 学习记录神经干复合动作电位的方法，通过实践操作学习电生理实验方法。
2. 识别和分析蛙类坐骨神经干动作电位的波形，测量其潜伏期、幅值及时程，并观察几种因素对动作电位波形的影响。

【实验原理】

神经的动作电位是神经兴奋的客观标志。当受刺激细胞（或神经纤维）而兴奋时，细胞膜外电位会因动作电位的产生和传导而出现一系列变化。发生兴奋的部位对静止部位来说呈负电，冲动通过后该处电位又恢复到静息水平。因之兴奋部位与邻近部位之间可出现电位差，这种电位差可用电极加以引导并可通过适当的仪器放大与显示，神经干兴奋过程中所发生的这种膜外电位变化称神经干动作电位。神经干动作电位与单根神经纤维中的动作电位不同，它是由许多兴奋阈值、传导速度和幅度不同的神经纤维产生的动作电位综和而成的复合性电位变化，称为复合动作电位，其电位幅度在一定范围内可随刺激强度的变化而变化。

如果将两引导电极置于正常完整的神经干表面，当神经干一端兴奋之后，兴奋波先后通过两个引导电极，可记录到两个方向相反的电位偏转波形，称为双相动作电位。如果两个引导电极之间的神经组织有损伤，兴奋波只通过第一个引导电极，不能传导至第二个引导电极，则只能记录到一个方向的电位偏转波形，称为单相动作电位。

【实验对象】

蛙或蟾蜍

【实验器材与药品】

微机生物信号采集处理系统、蛙类坐骨神经—腓肠肌标本制备手术器械和药品 1 套（参见实验 1）、神经标本屏蔽盒、滤纸片、棉球、10%KCl 溶液。

【实验方法和步骤】

一、蛙坐骨神经标本的制备

标本制备方法与坐骨神经—腓肠肌标本制备方法（参见实验 1）大体相同，但无需保留股骨和腓肠肌。神经干应尽可能分离的长一些。要求上自脊髓附近的主干，下沿腓总神经或胫神经一直分离至踝关节附近止。坐骨神经在膝关节后分为胫神经和腓神经两支，如要制备腓神经，则在分叉的下端将胫神经剪断，膝关节附近的腓神经表面有肌肉和筋膜覆盖，仔细分离并沿腓肠肌沟一直下行分离至跟腱，然后将棉线用任氏液浸泡后，在脊髓侧坐骨神经起始处和跟腱处将神经结扎，在结扎的外侧将神经干剪断，制成坐骨神经腓神经标本。另外，也可保留胫神经而将腓神经剪断，制成坐骨神经胫神经标本。将制备好的神经干标本浸于任氏液中数分钟，待其兴奋性稳定后开始实验。

二、仪器准备 按图 3-1 所示用导线连接实验仪器，须避免连接错误或接触不良。

三、观察与记录

（一）预实验

目的在于检查整个刺激和记录系统的状况。可先用一根浸湿任氏液的棉线条代替神经干，置于标本屏蔽盒的电极上，打开计算机，启动生物信号采集处理系统。观察显示器屏上有无 50 匝交流正弦波干扰。如有干扰，应检查各仪器的外壳和屏蔽罩是否均接地，公共地线是否接地良好。直到荧光屏上的扫描线除刺激伪迹外基本平滑为止。然后，停止刺激，取下棉线。调出方波信号后，所设刺激参数除刺激强度外一般不变，然后进行下一步实验。

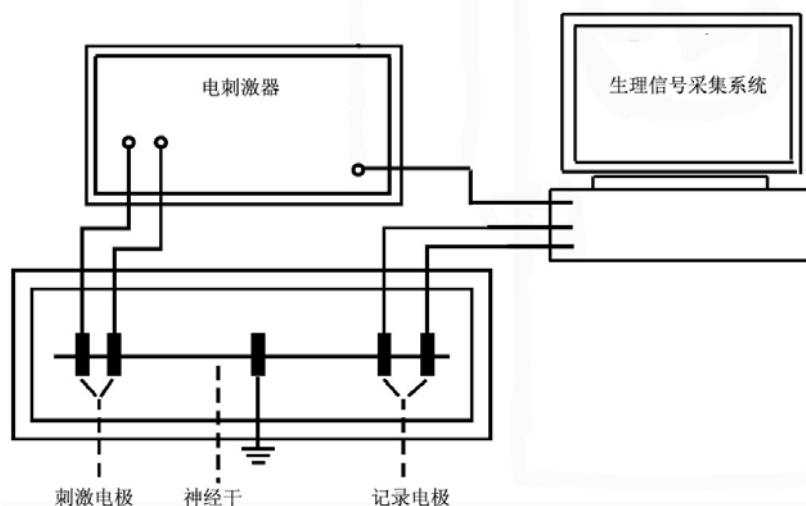


图 3-1 引导神经干动作电位装置连接示意

(二) 用神经干记录动作电位的产生

将神经干标本置于标本屏蔽盒内，使神经干与刺激电极、接地电极、引导电极均接触良好。用手控单个刺激，逐步增加刺激强度，同时注意显示器屏上在刺激伪迹之后几 ms 内出现一个先上后下的电位，此即双相动作电位。动作电位如果是先下后上，可将引导电极输入导线的 A、B 端对调一下。调节强度使动作电位具有适当幅度，调节扫描速度使整个动作电位出现在显示器屏上，并有适当的宽度。调节刺激的“延迟”参数使动作电位处于荧光屏中间，以便仔细观察。

(三) 观察和测定双相动作电位

1. 观察双相动作电位的波形及其特点 调节刺激强度，从 0.1 V 开始逐渐增加刺激电压，仔细观察双相动作电位波形、变化及其特点。
2. 测定阈强度和最大刺激强度 刺激强度从 0 开始，逐渐增大至刚好引起一个很小的动作电位，此强度值即是神经干的阈强度。刺激强度逐渐增大至一定强度时，动作电位不再加大，此临界强度值即是神经干的最大刺激强度。

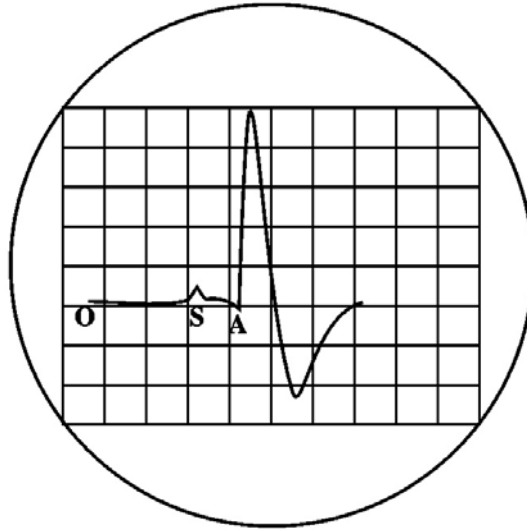


图 3-2 一次外触发同步记录的动作电位

O 点为触发扫描开始； S 为刺激伪迹；

A 为神经动作电位； O—S 为触发道刺激之间的延迟时间；

3. 测定潜伏期和动作电位的时程及幅度 当动作电位不再增大时，记录从刺激伪迹前沿到动作电位的起始转折处（潜伏期）占几格？相当于多少毫秒？从动作电位起始到结束全时程占 X 轴几格？相当于多少毫秒？动作电位的上相波顶点与基线间占 Y 轴几格？相当于多少毫伏？下相波最低点与基线间占 Y 轴几格？相当于多少毫伏？
4. 影响因素
 - (1) 改变前置放大器的高频滤波和时间常数，观察其对动作电位的波形有何影响？
 - (2) 把神经干标本放置方向倒换后，动作电位波形有无变化？
 - (3) 把引导电极调换位置，动作电位波形有无变化？
 - (4) 在刺激电极和引导电极之间的神经干上，放置一小块浸有 10%KCl 溶液的棉花，动作电位波形有无变化？

（三）观察和测定单相动作电位

1. 用镊子将两个记录电极之间的神经夹伤或用药物（如普鲁卡因）阻断，显示屏上呈现单相动作电位。
2. 读出最大刺激时单相动作电位的潜伏期、幅度和时程。

【注意事项】

1. 分离神经干过程中，要求剥离干净，神经分支及周围结缔组织应用眼科剪小心剪除，切忌撕扯，以免损伤神经组织。
2. 神经干两端要用细线扎住，然后浸于任氏液中备用。取神经干时须用镊子夹持两端扎线，切不可直接夹持或用手触摸神经干。
3. 神经干须经常滴加任氏液保持湿润。可在屏蔽盒内置一小片湿纱布，以保持盒内湿润，防止标本干燥；也可将标本盒内充满石蜡，只暴露电极，起到保护作用。
4. 神经干应与记录电极密切接触，尤其要注意与中间接地电极的接触。任氏液过多时，应用棉球或滤纸片吸掉，防止电极间短路。
5. 神经标本屏蔽盒用前应清洗干净，尤其是刺激电极和记录电极，用后应清洗擦干，否则

残留盐溶液会导致电极腐蚀和导线生锈。

6. 刺激强度一定要从最小的 0.1V 开始逐步增加，且刺激时间不宜过久。两刺激电极间距不宜太近，因其间的神经干电阻太小，过大的刺激强度不仅可损伤神经，甚至可导致两电极间近于短路，损坏刺激器。

【思考题】

1. 什么叫刺激伪迹？有何意义？
2. 请设法证明显示器上出现的波形是动作电位。
3. 随着刺激强度的增加，神经干动作电位的幅度有何变化？是否符合动作电位产生的“全”或“无”规律？为什么？为什么刺激增大到一定强度，动作电位幅度不再变化？
4. 试述单、双相动作电位的产生原理。两种电位在时程和幅度上有何不同？
5. 两个记录电极之间的神经损伤后，动作电位有何变化？为什么？

(段玉斌 裴建明)