

一、实验题目

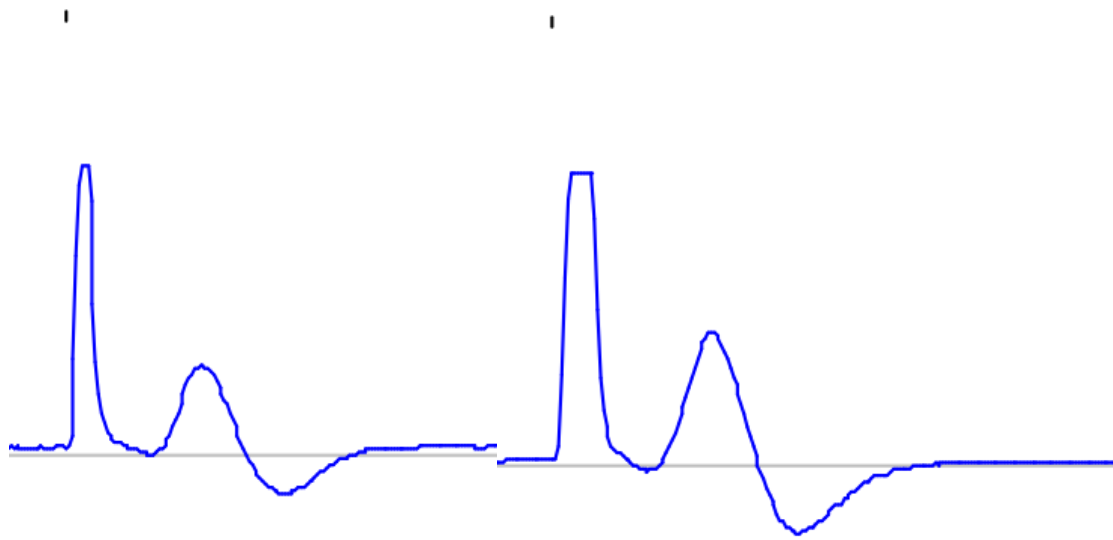
实验 6.27 神经干动作电位的引导、兴奋传导速度及不应期的测定

二、实验结果及分析

1. 阈强度与最大刺激强度

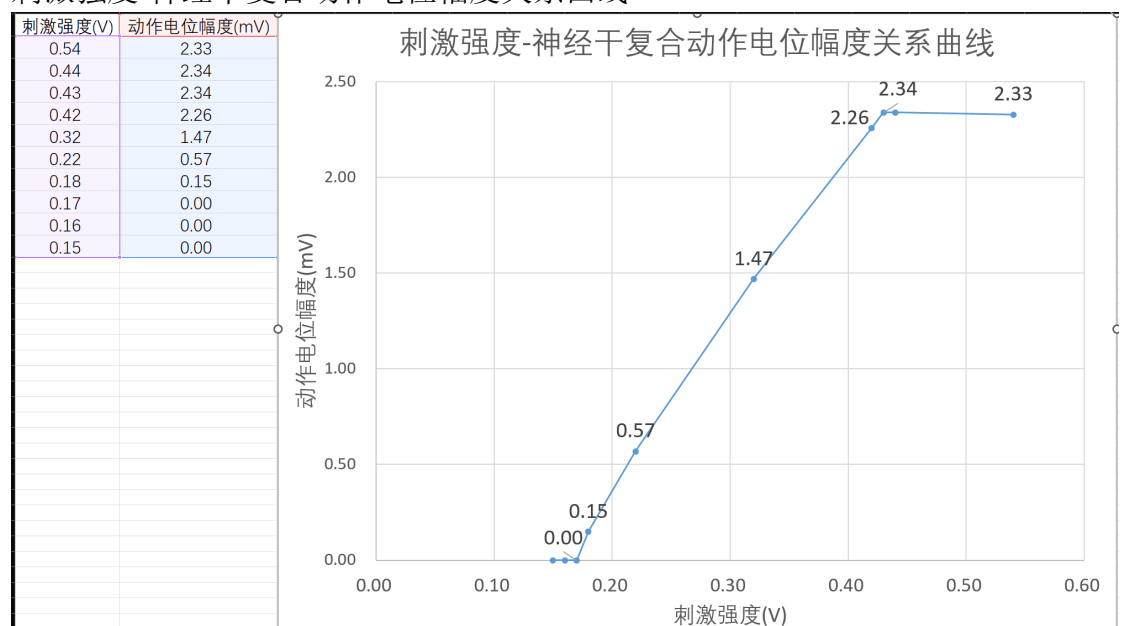
阈强度与最大刺激强度数值及其对应的神经干复合动作电位原始曲线图

阈强度：0.17V 最大刺激强度：0.43V



说明：选择单刺激模式，固定刺激波宽 0.1ms，从 0V 开始，逐步增加刺激强度。刚刚能观察到动作电位时对应的刺激强度为阈强度。当幅度不再随着刺激强度增大而升高时，刺激强度为最大刺激强度。

刺激强度-神经干复合动作电位幅度关系曲线



思考：此现象与单细胞动作电位的“全”或“无”现象矛盾吗？为什么？

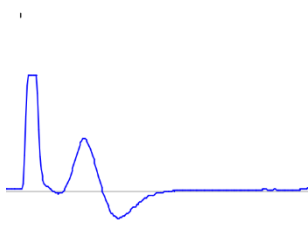
不矛盾

观察上面的关系曲线和阈强度和最大刺激强度，可以看出动作电位幅度是会随着刺激强度增大的。但是这是刺激强度-神经干复合动作电位幅度关系曲线，它与单细胞动作电位不同。复合动作电位是由许多兴奋性不同的神经纤维产生的动作电位综合而成的复合动作电位变化。也就是说对于神经干中的单个细胞来说，还是有动作电位的“全”或“无”现象的。

由于神经干中单个细胞兴奋性不同，所以在增加刺激强度的过程中会观察到动作电位的幅度随之增大，当到达某个刺激强度后动作电位幅度不再随着刺激强度的增大而升高，这个时候兴奋性较高和较低的细胞都能受到阈上刺激，触发动作电位。增大刺激强度可以到达更多细胞的阈电位，导致动作电位总和幅度增大。

2.神经干动作电位传导速度

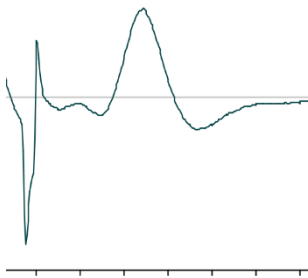
神经干动作电位传导速度计算



测量两个波峰之间的时间差（双相动作电位前面有伪迹，不应用于计算）

测得两波峰时间差值为 1.08ms

电极 4 到电极 6 的距离为 2cm



$$v = s/t = s / (t_2 - t_1) = 2\text{cm} / 1.08\text{ms} \\ = 1.852 \text{ cm/ms} \\ = 18.52 \text{ m/s}$$

∴神经干动作电位传导速度为 18.52 m/s

思考：影响神经纤维传导速度的因素有哪些？

1、髓鞘的有无

有髓神经纤维比无髓神经纤维传导速度要快得多，同时还能减少能量消耗。

2、神经纤维的粗细

粗的神经纤维电阻小，局部电流较大，有利于传导。

3、有髓神经纤维髓鞘的长短

因为有髓神经纤维上的动作电位是跳跃式传导，髓鞘越长传导就越快。

4、离子浓度

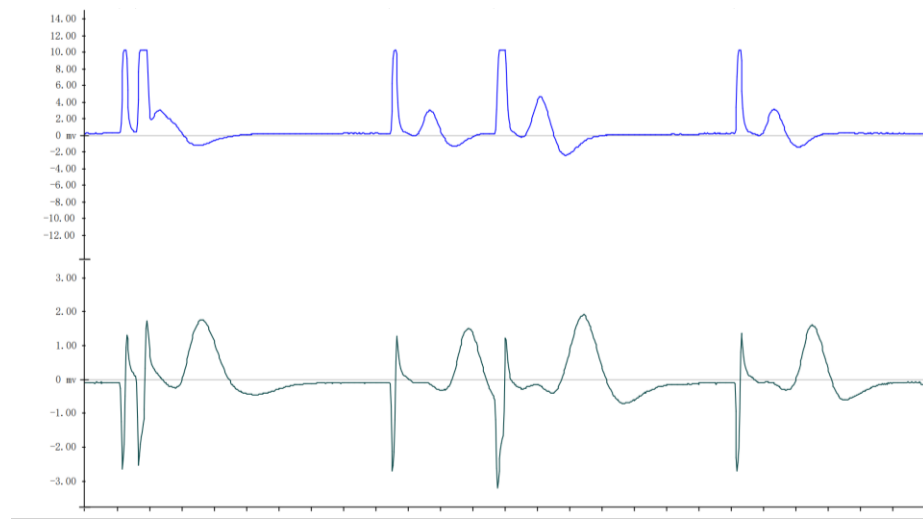
主要影响钠钾泵的活性。当静息电位过小或者出现外负内正的反极化状态时钠钾泵被抑制从而影响传导速度。

5、温度

影响钠钾 ATP 酶活性也会影响传导速度。

3.不应期

不应期实验原始图



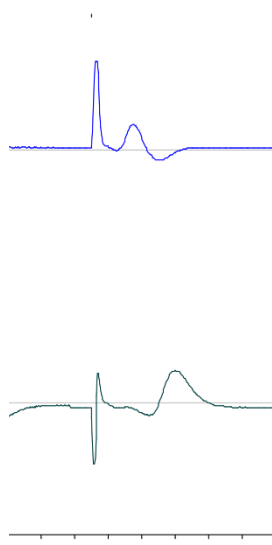
思考：当两个刺激脉冲的时间间隔逐渐缩短时，第二个动作电位如何变化？为什么？

第二个动作电位的波会不断靠近第一个动作电位的波，然后逐渐幅度变小，最后当刺激间隔足够短的时候，观察到第二个动作电位消失，因为此时第二次刺激落入绝对不应期中，无法形成动作电位。

当刺激间隔缩短到最长不应期（本组测得 2.9ms）时，开始有神经细胞中的第二个刺激落入绝对不应期，因此观察到第二个动作电位的波开始减小。当刺激间隔一直缩短到最短不应期（本组测得 0.6ms）时，所有神经细胞上的第二次刺激都落入绝对不应期，因此第二个动作电位消失。

4.单相动作电位

单相动作电位实验原始图



本组所夹位置为 6、7 电极之间

因此可以看到 4、5 电极之间的正常双相动作电位（蓝线）但是在 6、7 之间，动作电位无法传至 7 电极，只能引起 6 电极处产生动作电位的波峰，7 电极处无法产生动作电位，形成单相动作电位。

思考：如何解释发生的变化？应用利多卡因能引出单相动作电位吗？为什么？

解释：破坏 6、7 电极之间的神经干后，动作电位无法传导至 7 电极处，因此 4、5、6 处可以产生动作电位，其中 4、5 电极是双相动作电位，但是由于 7 电极处无法产生动作电位，因此 6 电极记录到了单相动作电位。

思考：如果破坏 4、5 电极之间的神经干，可能只能看到 4 处产生动作电位因此在 1 通道看到一个单相动作电位，在 6、7 间无法看到动作电位。但是由于存在伪迹，而伪迹是可以通过神经干表面的电解质传播的，所以可能可以在 6、7 间的位置观察到一个伪迹。由于伪迹传播速度很快，在刺激时间点处就能观察到。

应用利多卡因能引出单相动作电位。利多卡因能够阻断钠离子通道，使得神经元无法产生动作电位，从而达到局部麻醉的效果。如果用在 4、5 电极之间或者 6、7 电极之间则可以引发单相动作电位。

三、小结

- 1、在做实验的过程中应该记得滴加任氏液以避免活性降低影响实验结果。
- 2、在取神经标本时应该保证长度足够覆盖 7 个电极。
- 3、复合动作电位是由许多兴奋性不同的神经纤维产生的动作电位综合而成的复合动作电位变化，与单细胞动作电位的“全”或“无”现象不矛盾。
- 4、实验操作时不要用手直接接触神经标本避免损伤标本，影响实验效果。
- 5、可以通过刺激时间点到波峰的时间差判断是第几次动作电位，应熟练掌握软件测量和使用方法。