

实验七 生理因素及药物对呼吸运动及膈神经放电的影响

【实验目的】

1. 学习用计算机生物信号系统记录呼吸及膈神经放电的方法。
2. 观察血液化学成分改变对呼吸运动及膈神经放电的影响。
3. 观察肺牵张反射以及迷走神经在此反射中的作用。

【实验原理】

呼吸运动能够有节律地进行，并能适应机体代谢的需要，有赖于呼吸中枢的调节作用。体内外各种刺激可以直接作用于呼吸中枢或通过不同的感受器反射性地作用呼吸运动，由此调节呼吸运动的频率和深度，使肺通气能适应机体代谢需要。

【材料与方法】

一、实验对象：家兔。

二、器材药品：哺乳动物手术器械一套、兔手术台、气管套管、注射器（20ml、5ml 各一副）、30cm 长的橡皮管一根、纱布、线、引导电极固定架、三维调节器、玻璃分针、输液夹、压力换能器或张力换能器、BL-410 计算机生物信号采集处理系统、20%氨基甲酸乙酯溶液、3%乳酸溶液、生理盐水和液体石蜡（加热 38~40 °C）、10%尼可刹米注射剂、氮气、CO₂。

三、方法与步骤

（一）动物准备

1. 麻醉与固定 20%氨基甲酸乙酯耳缘静脉缓慢注射（0.75~1.0g /kg 体重），麻醉完成后背位交叉固定于兔手术台上。
2. 气管插管术 见第六章第五节。
3. 分离膈神经 在颈外静脉与胸锁乳突肌之间向纵深分离直至脊柱肌，透过脊柱肌表面浅筋膜可见到颈椎发出的第 3、4、5 颈神经丛。由颈 3、4、5 发出的腹支汇合成如细丝大小的神经分支，紧贴前斜方肌的腹缘并于肌纤维平行走向胸腔。此即为膈神经。用玻璃分针将其分离 1.5~2cm 引线备用。最后用热生理盐水纱布覆盖手术野。
4. 膈神经放电的记录 用止血钳夹住切口皮肤及组织，向上方牵引固定，使之形成皮兜。在皮兜内分离神经处滴加 40 液体石蜡保温防干燥。然后用玻璃分针将膈神经轻轻挑入引导电极上，通过三维调节器调节紧张度，神经不可牵拉过紧，记录电极应悬空，避免接触周围组织。在颈部皮肤切口处用导线使动物接地。
5. 膈肌放电 将二根记录电极从剑突下插入使其接触膈肌以记录膈肌放电。
6. 描记呼吸运动的方法 描记呼吸运动方法很多，本实验指导主要介绍下列几种方法：
气管插管描记法 在颈部插入气管套管后，气管的一端和大气相通，另一端用硅胶管与压力换能器相连。
呼吸肌运动描记法 膈肌运动描记：在颈部插入气管套管后，切开胸骨下端剑突部位的皮肤，再沿腹白线切开 2cm 左右，打开腹腔，小心地将剑突表面组织剥离，暴露出剑突软骨和胸骨柄，使剑突完全游离，此时可以观察到剑突软骨跟随膈肌收缩而自由移动，用一根长线穿过剑突软骨并

结扎，或用一穿线的铁钩挂住软骨，线的一端则连接张力换能器。胸壁运动描记：在胸廓运动明显的部位切开皮肤 1~2cm，用手术弯针在肋间肌上缝合丝线连接张力换能器。

其它描记方法 如胸内压描记法、体容积描记法、口罩或鼻孔插管法等。

(二) 仪器的连接及调试

在桌面上双击 BL-410 机能系统进入界面，用鼠标左键单击菜单条的“实验项目”菜单项，弹出下拉式菜单，移动鼠标至“呼吸实验”，选择“膈神经放电”，用鼠标左键单击该项，系统自动进入该实验记录存盘状态。在这个实验模块中，1 通道记录膈神经放电，2 通道记录呼吸运动，3 通道记录膈肌放电，时间常数、高频滤波设置参见第三章第四节表中的参数值。

(三) 观察指标 呼吸的频率和幅度，膈神经放电或膈肌放电的频率和幅度。

【观察项目】

1. 描记对照曲线 待动物呼吸等功能状态稳定后，同步描记呼吸及膈神经放电、膈肌放电曲线。并观察正常膈神经（或膈肌）放电及其与呼吸运动的关系。膈神经放电的特点是伴随呼吸节律呈群集性发放，电位幅度为 $100\mu\text{v}$ 左右，通过监听器可听到与呼吸一致的节律性放电声。
2. 吸入气中 CO_2 浓度增加的影响：将充有 CO_2 的道氏袋通气管上的注射针头斜对着气管插管，打开气量调节夹，气袋加压，使兔吸入气 CO_2 浓度升高，观察膈神经放电或膈肌放电及呼吸运动变化。
3. 吸入气中 O_2 浓度降低的影响：将充有 N_2 的道氏袋通气管上的注射针头斜对着气管插管，打开气量调节夹，气袋加压，使兔吸入 O_2 浓度降低，观察膈神经放电及呼吸运动变化。
4. 增大呼吸无效腔：将气管插管的一侧管夹闭，把 30cm 长的橡皮管连在气管插管的另一侧上，动物通过此橡皮管进行呼吸。观察对膈神经放电或膈肌放电及呼吸运动的影响。
5. 由耳缘静脉注入 10% 的尼可刹米（ $50\text{mg}/\text{kg}$ 体重），观察膈神经放电及膈肌放电及运动变化。
6. 增加血液酸碱度：自兔耳缘静脉注入 3% 乳酸 1~2ml，观察膈神经放电及膈肌放电及呼吸运动变化。
7. 颈迷走神经在呼吸运动调节的作用：记录一段对照呼吸曲线后，先切断一侧迷走神经，观察呼吸运动的变化。再切断另一侧迷走神经，观察呼吸运动的变化（包括频率和深度）。然后，以电刺激（刺激参数：连续刺激、强度 3V 左右、波宽 1-2ms），刺激一侧迷走神经的中枢端 10s 左右，观察刺激期间呼吸运动的变化。
8. 肺扩张反射现象观察：在兔自主呼吸末用注射器快速推入 10~20ml 空气，使肺过度扩张，观察呼吸运动变化。若进行此项实验，呼吸记录最好用膈肌运动法或胸膜腔内压记录法。

【注意事项】

1. 静脉注射乳酸溶液时速度要慢，总剂量不超过 2ml，以防动物挣扎或酸中毒死亡。
2. 分离膈肌条，不能太向上，以免造成气胸。
3. 分离膈神经时，要细心、动作要轻、避免牵拉。
4. 每项实验后，均需待神经放电基本恢复、呼吸运动平稳后再进行下项试验。
5. 所描记的各项的呼吸曲线前后均要有正常对照曲线。

【要求与思考】

1. 课前复习呼吸运动的发生过程和呼吸运动的调节。

2. 给兔吸入高浓度 CO_2 气体持续 10 分钟以上，呼吸运动可能会出现哪些变化？
3. 假如摘除或麻醉兔颈动脉体后，给兔吸入高浓度 CO_2 的气体或低浓度 O_2 的气体，兔呼吸运动各有何变化？为什么？
4. 为什么要分别观察切断和刺激迷走神经前后呼吸运动的变化？试着用不同频率的刺激刺激迷走神经中枢端，观察呼吸运动有何变化？为什么？
5. 在本实验过程中，在没有给处理因素的情况下，如呼吸突然变得深快急促，最有可能的原因是什么？如何解决？

【作业题】

1. 试述呼吸运动的发生过程。
 2. 仔细观察切断迷走神经后呼气相与吸气相变化有何不同？由此可导出何结论？
 3. 写出肺牵张反射的反射弧，人和兔的肺牵张反射有何不同？
4. 阐明各项处理引起呼吸变化的特点及机理。