

实验四 电刺激及化学因素对心脏活动的影响

【实验目的】

1. 学习蛙心灌流的方法。
2. 结合内环境概念，了解生理活性物质及化学因素对心脏活动的影响。
3. 观察心脏在兴奋过程中兴奋性的变化。

【实验原理】

心脏具有自律性，离体心脏在模拟其内环境条件下，在一定时间内仍具有节律性舒缩活动，而人为地改变其环境因素，会影响心脏的活动。

心肌在一次兴奋过程中，其兴奋性会发生一系列周期性变化。心肌兴奋性的特点是兴奋的有效不应期特别长，约相当于整个收缩期和舒张早期，在此期中，任何强大的刺激均不能引起心肌兴奋和收缩。而相对不应期及超常期均发生在舒张期内，所以在心室舒张中、晚期给心室一次适宜刺激，可在正常节律性兴奋到达心室之前，引起一个提前出现的兴奋和收缩，称为期前收缩。期前收缩也有自己的有效不应期，因此当窦房结(两栖类为静脉窦)下传的正常节律性兴奋传至心室肌时正好落在这个有效不应期之中而失效，这时心室就不能兴奋及收缩，心室仍处于舒张状态，必须等到再下一次正常节律的兴奋到达时才产生兴奋及收缩。所以，在一次期前收缩之后，往往有一较长的心室舒张期，称为代偿间歇。

【材料与方法】

一、实验动物：蟾蜍或蛙。

二、实验器材、药品：

蛙类手术器械一套、眼科手术剪、蛙心夹、蛙心插管、铁支架；三维调节器、试管夹、双凹夹、滴管、棉线、小烧杯、传感器、BL-410 系统、任氏液、低钙任氏液(所含 CaCl_2 为一般任氏液的 1/4，其它成份不变)、0.65%NaCl 溶液、1% CaCl_2 溶液、2% CaCl_2 溶液、3%乳酸溶液、2.5% NaHCO_3 溶液、0.01% 肾上腺素、1%KCl 溶液、0.001%乙酰胆碱。

三、方法与步骤：

1、标本制备

破坏蟾蜍脑和脊髓，背位固定在蛙板上，暴露心脏，识别心脏的各个解剖部位。参照图 6-14 制备离体蛙心并作蛙心插管。在主动脉根部和左侧主动脉下各穿一线。将主动脉根部下的线 1 打一松结备用，将左侧主动脉下的线 2 结扎。用左手提起结扎线，视蛙心插管尖端长度，用眼科剪在左侧主动脉距分叉部的适宜处剪一小斜口，右手将盛有少量任氏液的蛙心插管由此口插入动脉圆锥，然后稍后退，使尖端沿着动脉圆锥后壁向心室中央方向经主动脉瓣插入心室内。进入心室的标志是随着心室搏动，均有血液喷入插管，插管的液面随着心搏而升降。将主动脉的松结扎紧，并固定在蛙心插管的玻璃钩上。用滴管吸去插管中的血液，更换新鲜任氏液。剪断左主动脉，轻轻提起插管和心脏，在心脏的下方绕一线，将右主动脉、左右肺静脉、前后腔静脉一起结扎(切勿损伤静脉窦)。于结扎线的下方剪去所有牵连的组织，将心脏摘出。保持灌流液面高度恒定，即可进行实验。

2、仪器安装调试

用试管夹将蛙心插管固定在铁支架上，将系有丝线的蛙心夹于心室舒张末期夹住蟾蜍心尖部，丝线另

一端经过转向滑轮垂直连接于张力换能器悬梁臂上，用三维调节器调节丝线的松紧(图 8-3)。

BL-410 系统：启动微机进入 BL-410 软件主界面，用鼠标左键单击菜单条的“实验项目”“循环实验”“蛙心灌流”，系统自动进入该实验记录存盘状态。在这个实验模块中，1 通道记录蛙心收缩曲线。根据曲线具体情况，调节基线及下列参数：显速 1.00~2.00s/div、G 100、T DC、F 30Hz，使曲线达到理想状态。

3、观察指标 心肌收缩强度和心搏频率(收缩曲线的幅度反应强度，密度反应频率)

4、观察项目

(1)描记正常心搏曲线 曲线的规律性代表心搏的节律性；曲线的幅度代表心室的收缩强弱；曲线的顶点水平代表心室收缩的程度；曲线的基线代表心室舒张的程度。

(2)把蛙心插管内任氏液全部吸出，换入 0.65%NaCl 溶液，观察曲线的变化。待效应明显后，换入新鲜任氏液使心跳恢复正常。

(3)加入 2%CaCl₂ 溶液 1-2 滴，观察曲线的变化，换液同上。

(4)加入 1%KCl 溶液 1-2 滴，观察曲线的变化，换液同上。

(5)加入 0.01%肾上腺素 1-2 滴，观察曲线的变化。待效应明显后，将灌流液全部吸出，换入新鲜任氏液，使心跳恢复正常。

(6)加入 0.001%乙酰胆碱 1-2 滴，观察曲线的变化。待效应明显后，将灌流液全部吸出，换入新鲜任氏液(如果加入乙酰胆碱后心脏已停立于舒张状态，换液后，可用滴管插至插管底部，将灌流液挤入心室，反复数次，将心室内乙酰胆碱完全清洗出)。

(7)加入 3%乳酸溶液 1 滴于灌流液中，观察曲线的变化。待作用明显后，再加入 2.5%NaHCO₃ 溶液 1-2 滴，观察心跳恢复过程。

(8)标本功能状态恢复稳定后，分别在收缩和舒张的早、中、晚期给心室单次阈上刺激，观察记录心搏曲线的变化。

【实验结果】根据观察指标设计三线表、并打印记录曲线。

【注意事项】

1. 蛙心插管的尖端实验前要检查，不可过于尖锐锋利，否则易损伤血管及心脏组织。
2. 制备蛙心标本时，勿伤及静脉窦。
3. 各种液体的滴管要专用，不可混用。
4. 蛙心插管内液面应保持相对稳定的高度。
5. 每加一种溶液要用滴管混匀，以免所加溶液浮在上面，不易进入心脏。
6. 滴加试剂后，一旦出现作用应立即用新鲜任氏液换洗，以免心肌受损，而且必须待心脏活动恢复正常稳定后方能进行下一步试验，以形成前后对照。
7. 滴加药品和换取新鲜任氏液时，须及时在曲线上标记，以便观察分析。
8. 化学药物作用不明显时，可再适当滴加，密切观察药物剂量添加后的试验结果。

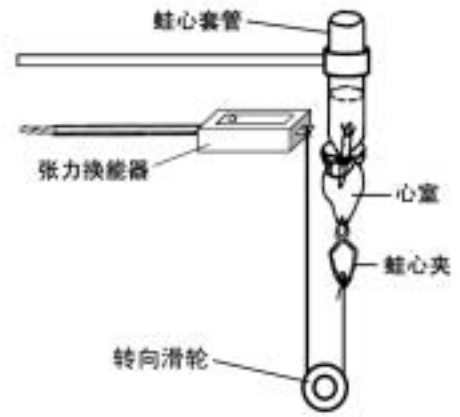


图 8-3 实验装置连接示意图

9. 随时用任氏液润湿蛙心表面。

【要求与思考】

1. 课前复习心肌的生理特性。
2. 掌握生理学教材各种离子(尤其是钾、钙、钠)、酸碱环境及肾上腺素、乙酰胆碱对心肌活动的影响。
3. 分析高钾在临床上有何生理意义。
4. 本实验中有无出现与预期不符的结果? 原因何在?
5. 复习期前收缩和代偿间歇的产生机理。
6. 如何证实心肌有较长的不应期? 心肌的较长不应期有何生理意义?
7. 复习心肌兴奋后, 兴奋性出现周期性变化(绝对不应期、有效不应期、相对不应期、超常期、低常期等概念)。

【作业题】

1. 怎么判断蛙心插管插入心脏。
2. 在任氏液中加入不同试剂灌注蛙心时, 心搏曲线分别发生什么变化。
3. 区别 2%CaCl₂ 或肾上腺素向蛙心插管中滴加后, 可见蛙心收缩增强, 并请认真观察记录两者舒张状态, 并分析其机理。
4. 滴加 Ach 后, 离体蛙心活动有何变化, 机理如何?
5. 以本实验为例, 说明内环境相对稳定的意义。
6. 心肌能否象骨骼肌那样受连续刺激而发生强直收缩?
7. 心肌兴奋过程中, 兴奋性变化对心泵功能有何意义?
8. 心率过快或过缓时期前收缩后是否会出现代偿间歇? 为什么?