

## 小动物肺功能检测（无创Buxco WBP流程）

### 1. 预处理

实验前24小时内将小鼠放入体描箱（30分钟/次 × 3次），熟悉气味



### 2. 基础参数获取

1. 小鼠移入体描箱，连接传感器后静置10分钟。  
2. 记录稳定呼吸波形至少5分钟，获取基础参数：呼吸频率:(331-474) BPM、潮气量: (0.25-0.58) mL、Penh值: (0.9-2.00)



### 3. 雾化处理

雾化器依次输入：生理盐水（对照）记录5分钟，梯度浓度Mch（6.25-50 mg/mL）每浓度暴露3分钟，间隔10分钟清洗期



### 4. 计算Penh峰值变化率

变化率(%) = (激发后Penh - 基线Penh) / 基线Penh × 100%

## 小动物肺功能检测（有创FlexiVent流程）

### 1. 麻醉固定

腹腔注射戊巴比妥钠（50 mg/kg）麻醉深度达到夹趾无反射，仰卧位固定小鼠

### 2. 气管手术

颈部剃毛消毒，纵向切开皮肤（1.5 cm），分离肌肉暴露气管，在第3-4软骨环间做“倒T型”切口，插入18G套管（深度5 mm），丝线固定插管，连接呼吸机回路

### 3. 设置呼吸机参数

频率150次/分、潮气量10 mL/kg、PEEP3 cmH<sub>2</sub>O，并使用标准电阻器校准传感器CoV >90%

### 4. 测量核心参数

1. Snapshot: 测量基线阻力、弹性、顺应性  
2. PVs-P协议: 缓慢充气至30 cmH<sub>2</sub>O（速率3 mL/s），生成准静态压力-容积(P-V)曲线，计算：静态顺应性(Cst) =  $\Delta V / \Delta P$ ；肺总量(TLC) = 30 cmH<sub>2</sub>O对应容积；  
3. 强迫振荡技术: 输入多频正弦波（0.5-19.75 Hz），拟合常相位模型获取组织阻尼

### 5. 激发试验

雾化端口输入梯度浓度Mch（3-100 mg/mL），每次给药后30秒测量Snapshot，绘制剂量-R曲线

## 常见问题解析

### 1. 插管后胸廓无起伏、呼吸机报错“压力异常”是什么原因？

①插入过深进入单侧支气管（小鼠右肺4叶，左肺1叶，易误入右支气管），插管深度应控制在距声门5 mm内；②气管切口位置偏离（未在第3-4软骨环间），术前可局部注射1%利多卡因减少呛咳；③套管被分泌物或血块堵塞，插管后连接注射器应回抽确认通畅。

### 2. 影响吸入药物在肺内沉积的因素有哪些？

①小鼠呼吸频率（150-200次/min）远高于人类（12-20次/min），导致吸入气流速高，气溶颗粒惯性撞击咽部而非深入肺部；②动物无法主动屏气，药物在肺泡滞留时间不足，降低吸收效率；③啮齿类动物呼吸道分支级数少，且纤毛分布密集，导致大颗粒药物更易沉积在上呼吸道，难以抵达肺泡区；④哮喘或慢阻肺模型动物气道黏液分泌增多，纤毛运动加速，药物未溶解即被清除；⑤无创通气设备气流与雾化气流冲突，降低有效吸入量。

## 参考文献

- [1] Hoymann HG. Invasive and noninvasive lung function measurements in rodents [J]. J Pharmacol Toxicol Methods. 2007, 55(1):16-26.
- [2] Mitzner W, Tankersley C. Noninvasive measurement of airway responsiveness in allergic mice using barometric plethysmography [J]. Am J Respir Crit Care Med 158(1):340-1.
- [3] 赵玮(2017).应用无约束全身体积描记系统检测小鼠肺功能[J].实验动物与比较医学 (5):383-389