

flexiVent 动物肺功能测试系统

FlexiVent Pulmonary System

—— 呼吸力学研究的金标准



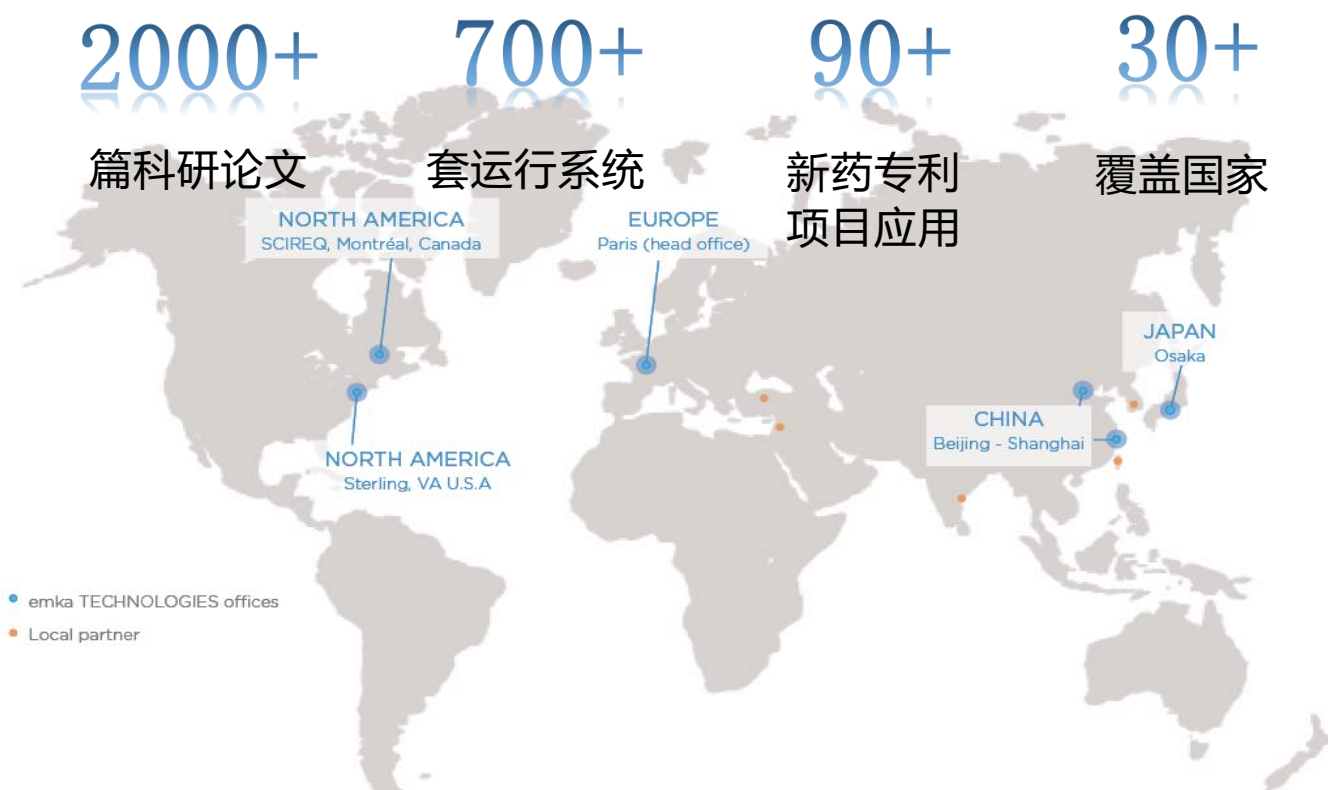
上海赛睿克生物技术有限公司
SCIREQ BIOTECH SHANGHAI CO., LTD.

尖端的技术
完善的设计
更精确，更真实，更快捷

关于SCIREQ 公司

SCIREQ公司成立于1997年，位于加拿大蒙特利尔，是专业研发、设计、生产精密实验室用和临床前研究用肺功能研究设备的企业。

SCIREQ的用户遍及世界各国，SCIREQ为世界各地的科学家提供了探究肺生理学和病理学的高精尖的仪器设备，广泛用于哮喘、肺气肿、慢性支气管炎、肺纤维化等肺部疾病的实验研究。



应用群体

高校	科研院所	医院	企业
医学院、药学院、生命科学学院、公共卫生学院	中科院、医科院、中医科学院、国家药检院、军事科学院	综合医院、呼吸研究所	药物研发和安全性评价 CRO

flexiVent



RESPIRATORY MECHANICS 适用动物：大鼠、小鼠、豚鼠、家兔、灵长类

为了测量呼吸力学，flexiVent通过短暂机械换气来进行一次测量操作，此期间一个预设的压力或容量波形(也可称为振荡)作用于目标动物的气道开口处。在整个操作过程中，压力和体积的数据都被记录下来。flexiVent所采用的测量方法称之为强迫振荡法。

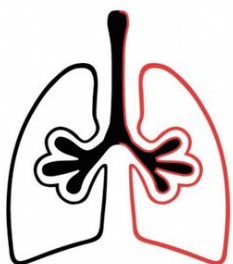
flexiVent的强迫振荡法不直接测量进出受试动物肺部的气流。相反，它采用一种间接测量技术，相比呼吸速率计和体积描计箱的直接测量气流具有很多优点。在一次强迫振荡操作中，flexiVent测量其活塞推送体积和气缸内压力，通过这些数据，受试动物整个肺部和通气管路提供的机械负荷可以计算出来，利用成熟的信号处理和先前通气管路负荷检测操作中建立的校准数据，可将受试动物的负荷与呼吸机内腔的区分开。该技术已经过彻底地验证，并且已经被证明是比直接气流测量法更精确和敏感的方法。

flexiVent强迫振荡法准确可靠，重复性好；其所测的阻力不仅是气道粘性阻力，而是整个系统的呼吸阻抗。不同振荡频率下所反映的呼吸阻抗特性有所不同。因此，应用多频振荡技术能更全面反映呼吸阻抗的特性。经过众多flexiVent用户的研究文献积累，各种呼吸系统疾病模型如哮喘(Asthma)、纤维化肺炎(IPF)、慢性阻塞肺炎(COPD)等已建立flexiVent参数体系，使得flexiVent成为呼吸系统疾病研究的金标准。

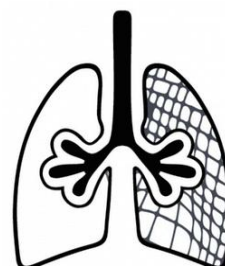




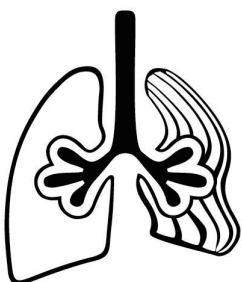
FlexiVent 应用领域



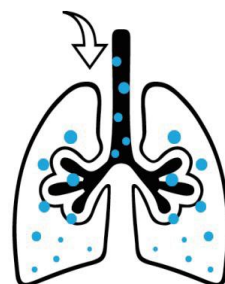
哮喘和气道高反应性
Asthma & airway hyperresponsiveness (AHR)



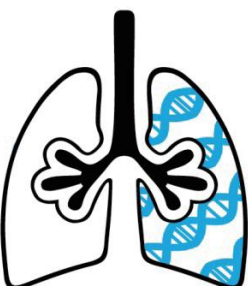
慢阻肺和肺气肿
Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) & EMPHYSEMA



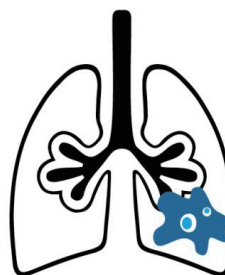
肺纤维化
FIBROSIS



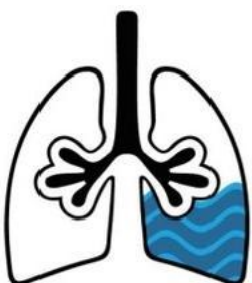
药物研发和药物安全
Drug Development & Safety Pharmacology



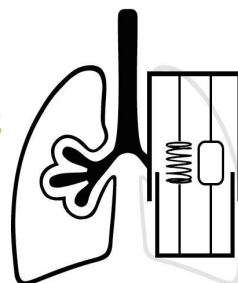
基础研究、动物表型研究
Basic Research & Phenotyping



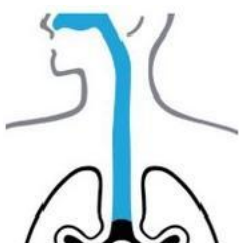
急性肺损伤、肺感染
Acute Lung Injury & Infection



肺水肿、急性/新生呼吸窘迫综合征
Pulmonary Oedema ARDS/IRDS



呼吸机研究
Ventilator research, ARDS, VILI



过敏性鼻炎
Allergic Rhinitis

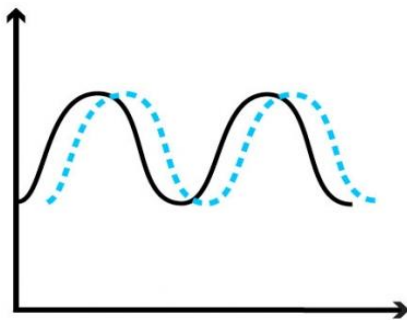
肺部影像研究和肿瘤诊断研究
Lung imaging & tumor detection



FlexiVent 检测模式

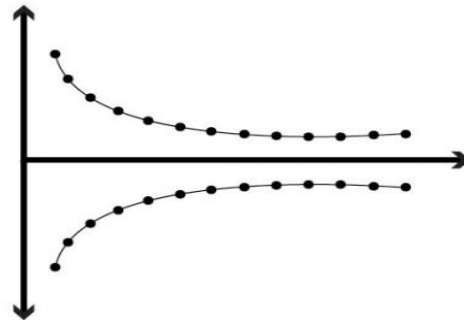
FlexiVent是唯一的高度集成的呼吸力学检测平台
包含六种主要的检测模式，检测不同的呼吸力学指标

01 SNAPSHOT



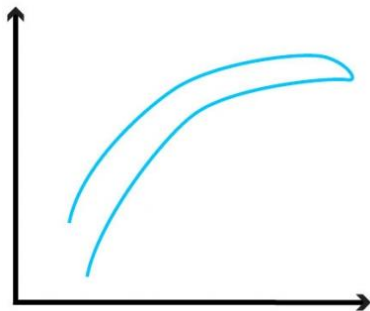
单频振荡模式
Single frequency forced oscillation

02 PRIME/QUICK PRIME



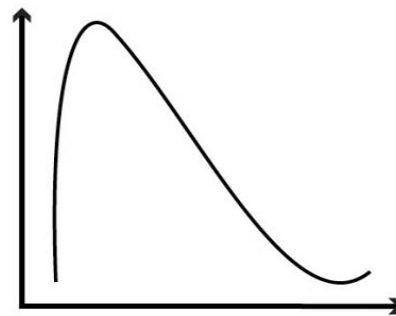
多频强迫振荡
Broadband frequency forced oscillation

03 PV LOOP



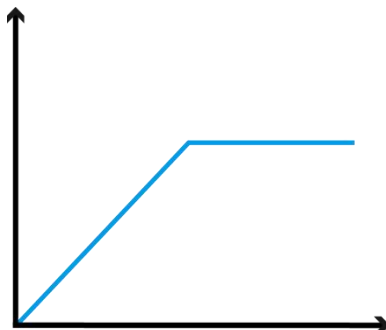
压力容积环
PV LOOP

04 NPFE



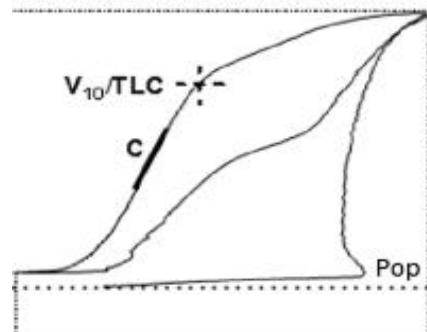
强迫负压呼气模式
Negative Pressure Forced Expirations

05 DEEP INFLATION



深度膨胀模式
Deep Inflation

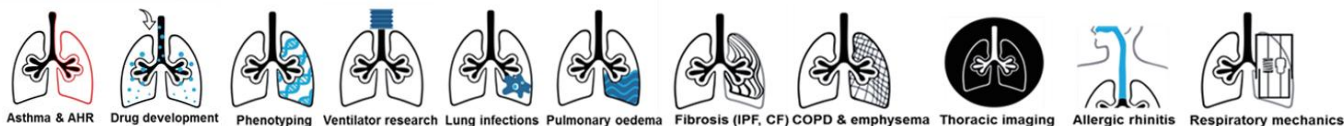
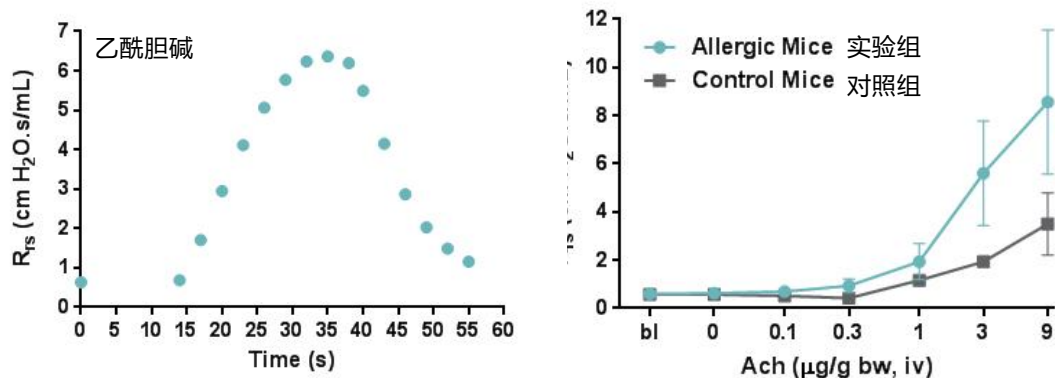
06 LUNG VOLUME



01 Snapshot 单频振荡的实际应用

OVERALL ASSESSMENT

整体呼吸系统功能评价,清晰区分实验组与对照组



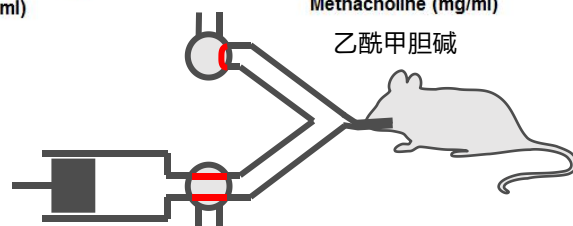
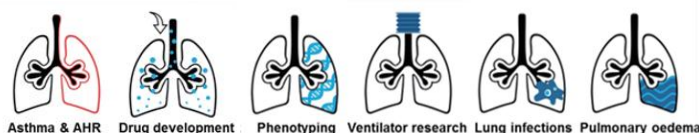
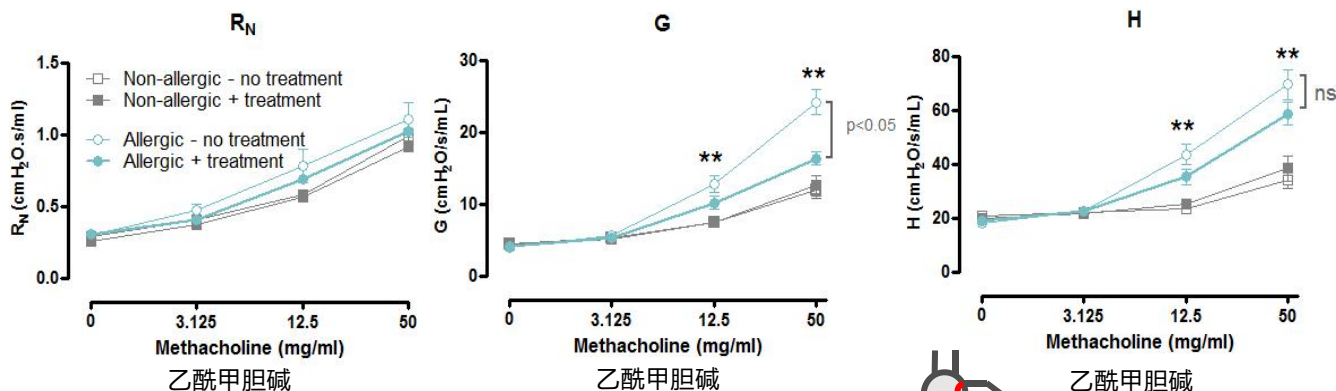
02 Quick Prime 多频振荡模式实际应用

DETAILED RESPONSE & SPECIFIC TREATMENT EFFECTS

精准解析气道反应与肺组织效应,以一定的体积驱动,以压力的变化反映结果

气道反馈 Airway response

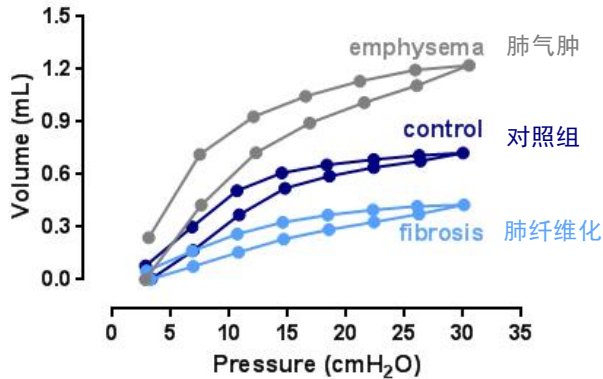
肺部组织反馈 Lung tissue response



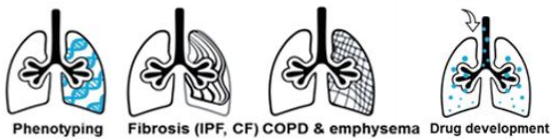
03 Pressure-volumeloops 压力容积环实际应用

ELASTIC PROPERTIES OF THE RESPIRATORY SYSTEM

鉴别肺气肿（高顺应）与肺纤维化（低顺应）



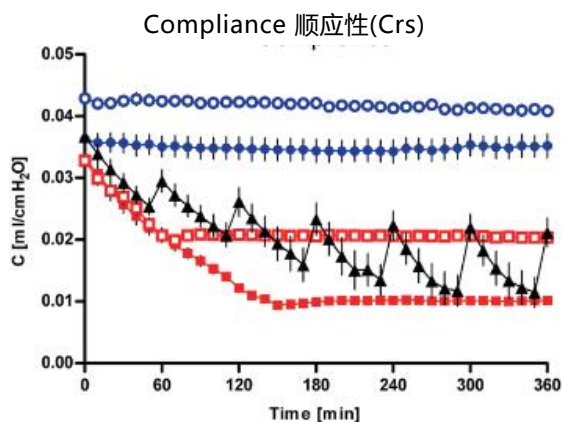
	Emphysema	Fibrosis
C _{st}	↑	↓
K	↑	↓
A	↑	↓



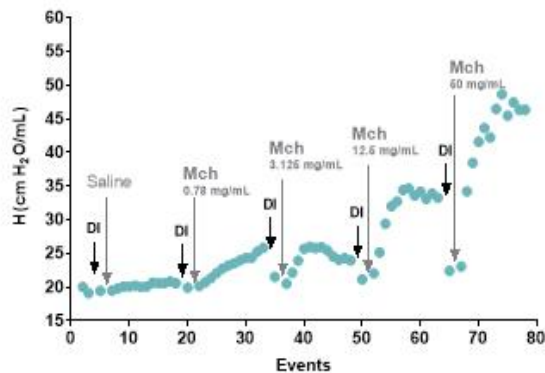
04 Deep inflation 深度膨胀模式的实际应用

STABLE RESPIRATORY MECHANICS

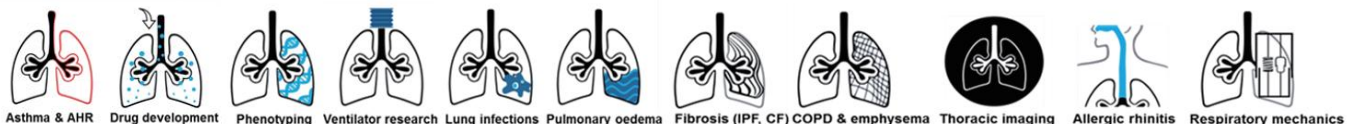
提供稳定可重复的顺应性与组织弹性参数



Tissue Elastance 刚性/弹性(H)



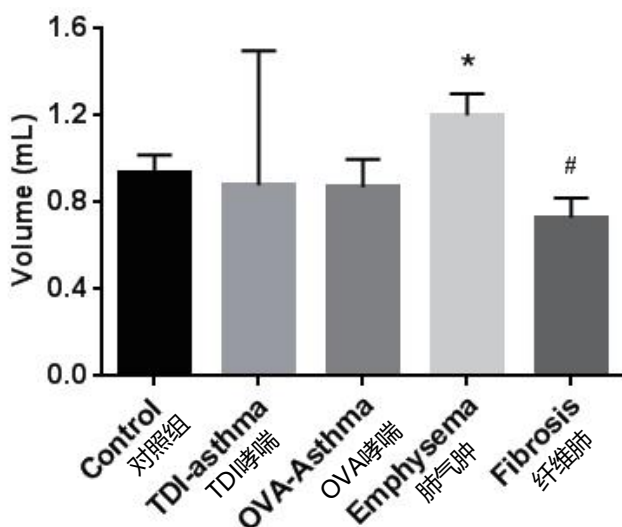
以压力驱动的强迫振荡，给动物肺部逐渐充气达到30cmH₂O的压力后维持3s



05 Deep inflation 深度膨胀模式的实际应用

LUNG VOLUME:INSPIRATORY CAPACITY

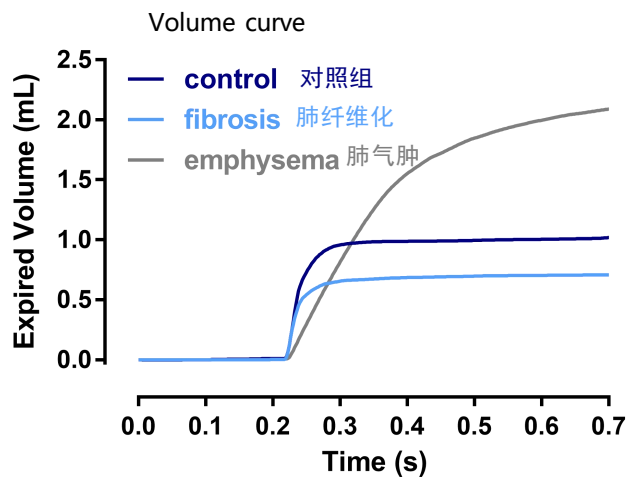
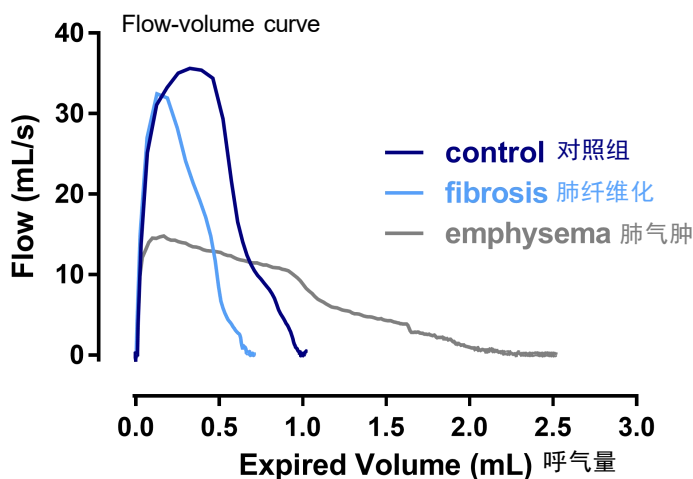
评价肺容积：吸气容积



06 NPFE强迫负压呼气模式实际应用

FLOW-VOLUME & VOLUME-TIME CURVES

流量容积曲线及流量时间曲线

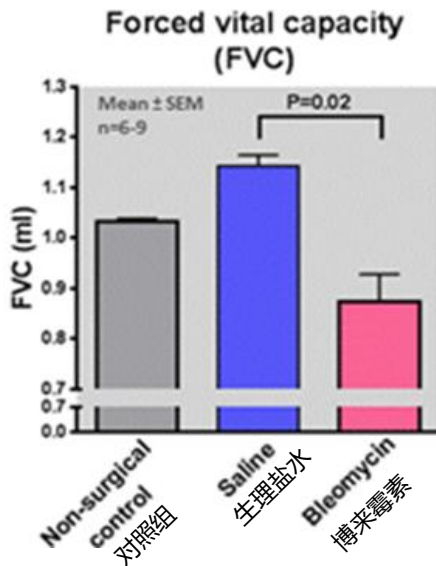


07 NPFE强迫负压呼气模式实际应用

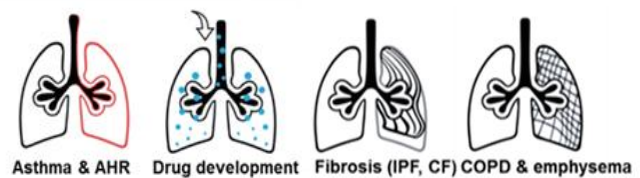
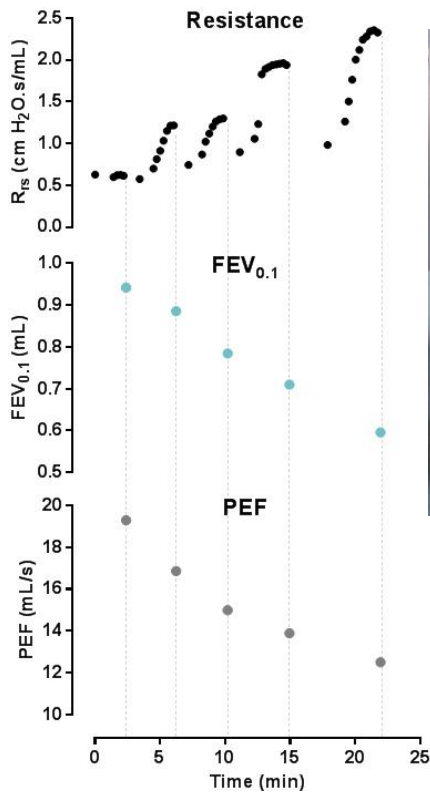
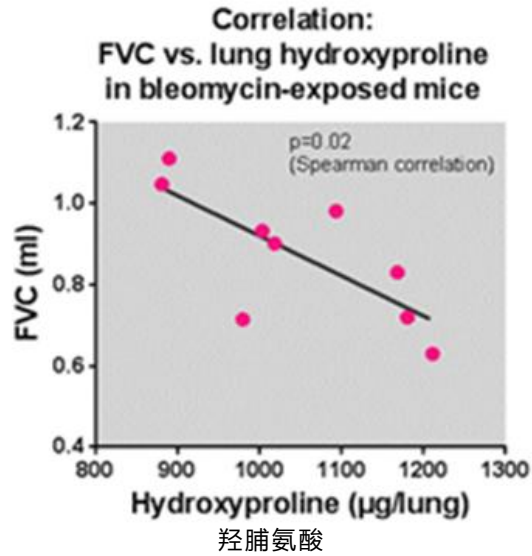
LUNG VOLUME & COMBINED MEASUREMENTS

肺纤维化程度与功能指标高度相关

用力呼气量



在博来霉素暴露鼠中FVC
与羟脯氨酸浓度的相关性

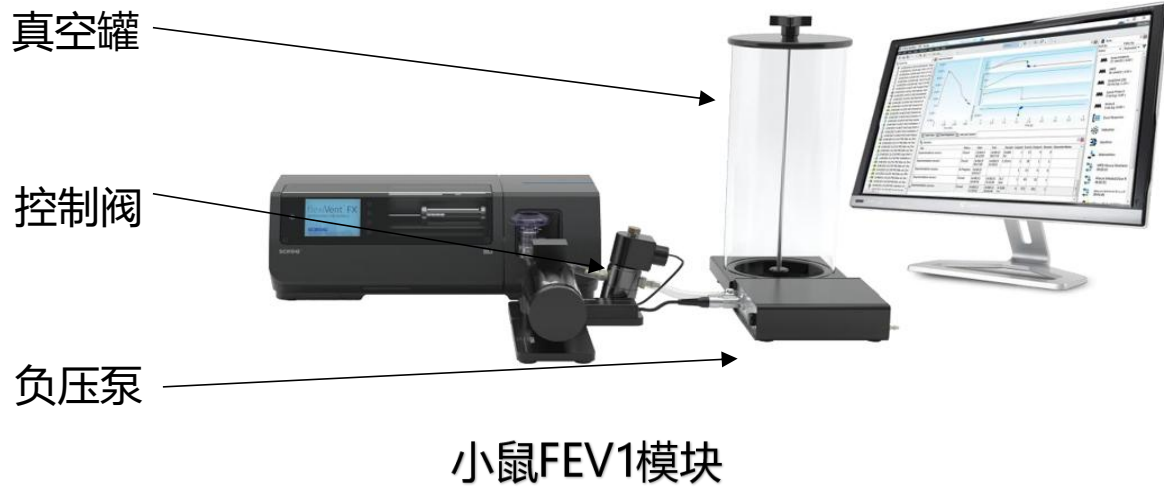


FlexiVent 功能配置表

模块	最小体重g	最大体重g	常用实验动物					
			初生小鼠	小鼠	大鼠	豚鼠	雪貂	小猪
FX Module 1	3	30	✓	✓				
FX Module 2	15	85		✓				
FX Module 3	60	240			✓			
FX Module 4	150	560			✓	✓		
FX Module 5	260	1000			✓	✓		
FX Module 6	500	2000					✓	✓
FEV with FX Module 1	8	30		✓				
FEV with FX Module 4	150	300			✓			

小鼠选 FX1/FX2；大鼠选 FX3/FX4；大动物选 FX5/FX6

FlexiVent 可选配件



心电检测



体温检测



雾化给药

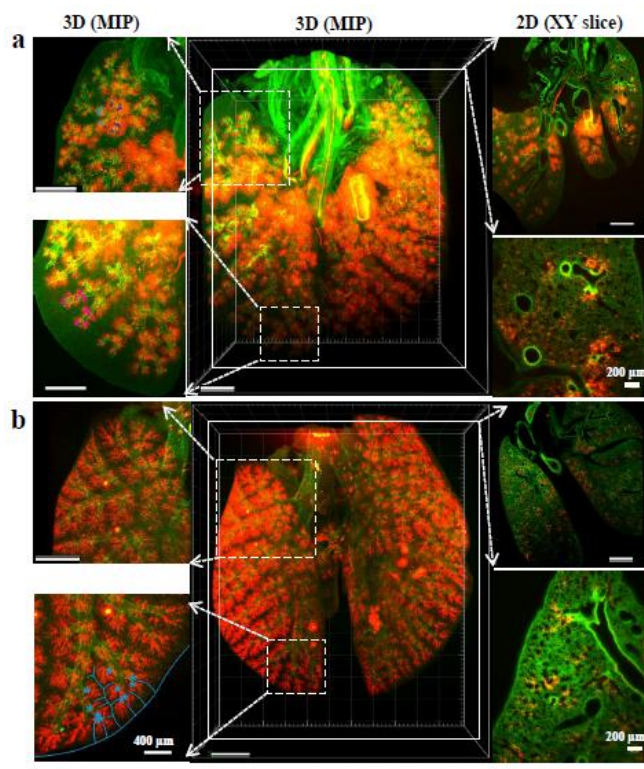
XS-AN-FM精细颗粒

约2.5-4 μ m

XS-AN-SM标准颗粒

约4-6 μ m

鼻腔滴注法和FlexiVent在线气雾给药的比较



Instillation
(滴注)

flexiVent-assisted
drug delivery
(在线气溶胶)



气管内滴注



- 口鼻吸入
- 均匀
- 中央和肺泡分布

FlexiVent 检测参数

基础呼吸力学参数	
IC	用力吸气量
Rrs	呼吸系统动态阻力
Ers	呼吸系统动态弹性
Crs	呼吸系统动态顺应性
Rn	主气道阻力
G	组织损伤
H	组织弹性
A	IC估计值
K	形状参数
Cst	准静态顺应性
Hysteresis	迟滞性, 吸气和呼气 分支中间的区域
肺功能 FEV 模块参数	
FVC	用力肺活量
FEV _x	X秒的强迫呼气量
PEF	最大呼气流速
FEF _x	X秒的呼气流速
FEV_PEF	最大流速时的强迫呼气量
FEF_x%FVC	达到x%FVC时的呼气流速
氧气通气参数	
FRC	功能残气量
RV	残气量
TLC	肺总量

inExpose

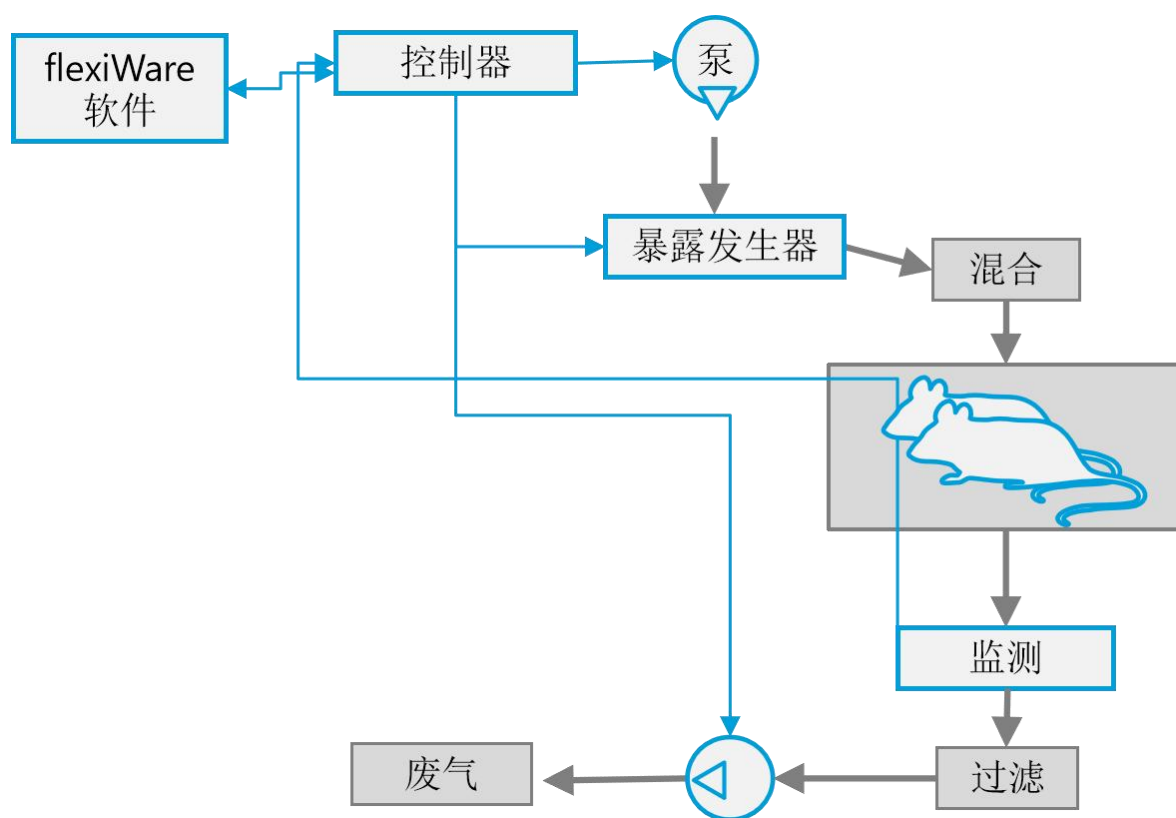
inExpose吸入暴露染毒系统

适用动物：大鼠、小鼠、豚鼠



InExpose 是一个高度集成的、结构紧凑的、计算机程序控制的吸入暴露系统。有全身式和仅鼻式两种暴露形式、可实现各种气溶胶、烟雾的吸入暴露。有单支和全自动(24支烟)的香烟烟雾发生器。体积小，内部容积少，减少研究材料的损耗。

inExpose®系统原理



吸入暴露过程

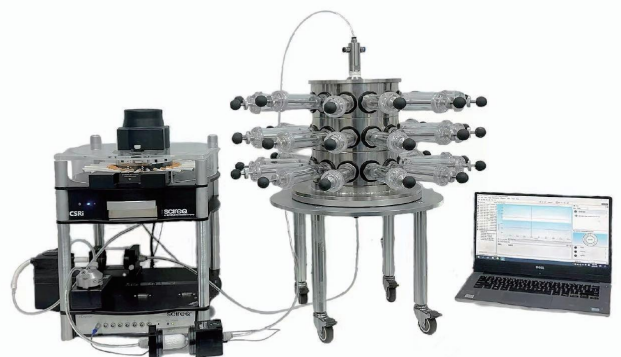
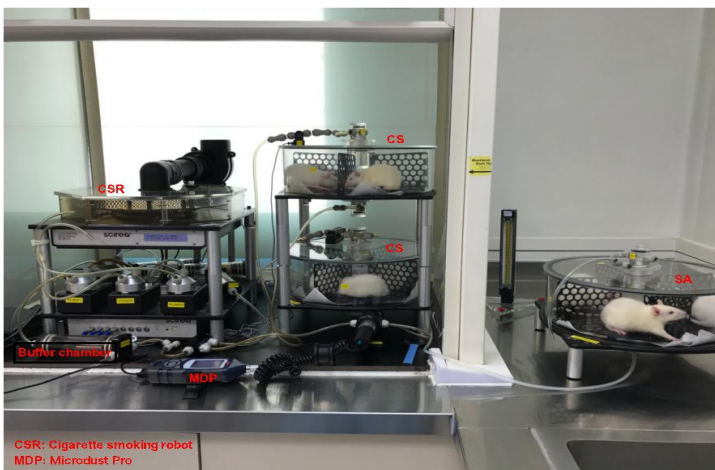


inExpose®系统配置



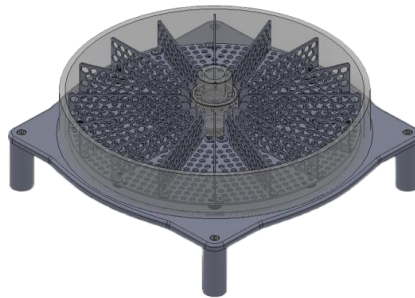
- Base Unit 基础模块单元主气流烟雾
- 仅鼻部暴露塔和（或）全身暴露舱
- Cigarette Smoking Robot自动香烟发生器
- 颗粒浓度检测装置
- 负压通风橱
- 采集软件Flexiware
- 计算机

配置组合实物图:



全身暴露腔：

- ▶容量5L，可暴露16只小鼠
- ▶容量10L，可暴露4只大鼠
- ▶金属隔断，均匀吸入烟雾
- ▶结构紧密，不漏气



小鼠暴露腔



大鼠暴露腔

仅鼻暴露：



- ▶内部容量低：

小鼠<200ml, 大鼠<400ml

小鼠：软钢丝固定，大鼠：硬质材料固定

- ▶独立的管理系统，防止重复吸入和交叉污染

单只香烟暴露：

- ▶手动点烟和换烟
- ▶ISO 标准模式和加拿大强化标准
- ▶有电子烟适配器



香烟机器人:

- ▶可一次性装载24只香烟
- ▶可同时点燃1-12只香烟
- ▶可执行主流烟雾暴露 (Main stream)
- ▶可执行侧流烟雾暴露 (Side stream)
- ▶可执行混合烟雾暴露 (Combination MS/SS)
- ▶吸烟程序设置简单
- ▶自动点烟、收集烟灰并弹出



基本单元:



- ▶有4个伺服控制泵接口，由软件控制，提供稳定的程序化气流。
- ▶气流最高可达到4L/min。
- ▶有8个模拟信号输入口
- ▶有4个数字信号输入/输出口

- 整套系统的噪音将低于70dBD。系统可选择MicroDust Pro实时颗粒浓度检测设备。可提供0-100%的大气颗粒浓度的实时检测，用于监控暴露舱内的质量控制。





部分参考文章(肺功能)

该研究利用 flexiVent 从呼吸力学层面量化肺纤维化的改善程度

Milman-Krentsis I, et al. (2024). Lung cell transplantation for pulmonary fibrosis. *Science Advances*, 10, eadk2524

利用flexiVent系统实现了AI驱动下的精准、可控气溶胶递送 (VAAD方法)

LungVis 1.0: an automatic AI-powered 3D imaging ecosystem unveils spatial profiling of nanoparticle delivery and acinar migration of lung macrophages. (2024). Yang, L., et al. *Nature Communications*, 15: 10138

将flexiVent金标准肺力学测量与X射线测速(XV) 技术结合，在微CT还未能检测到肿瘤早期阶段，即发现局部通气功能障碍

Smith et al. (2025). Mapping lung cancer ventilation dynamics using functional imaging and lung mechanics. *Dis Model Mech*. 18(12): dmm052559

研究flexiVent和physioLens平台揭示肺组织顺应性与乙酰甲胆碱反应的关联，发现肺组织力学而非气道平滑肌过度收缩是哮喘气道高反应性的主要驱动因素

ojas-Ruiz et al (2025) Methacholine hyperresponsiveness in mice with house dust mite-induced lung inflammation is not associated with excessive airway constriction ex vivo

利用flexiVent测量总肺活量(TLC) 等参数，在小鼠肺动脉高压模型中评估肺功能

A pneumonectomy model to study flow-induced pulmonary hypertension and compensatory lung growth. (2023). Tsijis, S.T. et al. *Cell Reports Methods*, 3, 100613

部分参考文章(吸入染毒)

使用inExpose动物全身暴露系统，对KRAS突变肺腺癌小鼠模型进行每日长达2小时的自动化暴露

Moghaddam S, et al. (2023) Comparative analysis of combustible cigarette and electronic cigarette aerosol toxicity in mice. *Toxicology Reports*, 10, 1234-1245. DOI:10.1016/j.toxrep.2023.09.008

描述了一种使用第三代电子烟装置生成气溶胶的方法，结合inExpose系统进行毒理学研究1Noël, A., Verret, C. M., Hasan, F., Lomnicki, S., Morse, J., Robichaud, A., Penn, A. L. 2018. Generation of Electronic Cigarette Aerosol by a Third-Generation Machine-Vaping Device: Application to Toxicological Studies. *J. Vis. Exp.* (138), e58095, doi:10.3791/58095.

配备SCIREQ 集成式香烟烟雾产生机器人。它以设定速率（如3口/分钟，持续2小时）点燃并吸入3R4F研究级参比香烟，为小鼠提供标准的烟雾暴露

Walter V. Velasco et al. Comparative effects of combustible cigarette versus electronic cigarette exposures on KRAS mutant lung cancer promotion, *Neoplasia*, Volume 67, 2025

我们的用户:(肺功能)

高校	郑州大学	昆明医科大学	常州大学	北京中医药大学	广州医科大学
	温州医科大学 生物技术学院	西安交通大学	南京大学	南京医科大学	首都医科大学
	温州医科大学 基础医学院	香港理工大学	山东大学	上海体育大学	南京中医药大学 儿科研究中心
	温州医科大学 呼吸科	中南民族大学	清华大学	第三军医大学	上海交通大学 药学院

医院	中日友好医院	第四军医大学 西京医院	河北中医学院	中国医学科学院	北京同仁医院
	河北医科大学 第二医院	武警后勤 总医院	江苏省人民医院	广东省中医院	华中科技大学 同济医院
	首都医科大学 基础医学院	北京朝阳医院 呼吸科	安徽蚌埠医学院	西安医学院	中山大学第一附 属医院
	首都医科大学 安贞医院	北京大学第三 医院呼吸科	长海医院	汕头医学院	广州暨南大学第 一附属医院

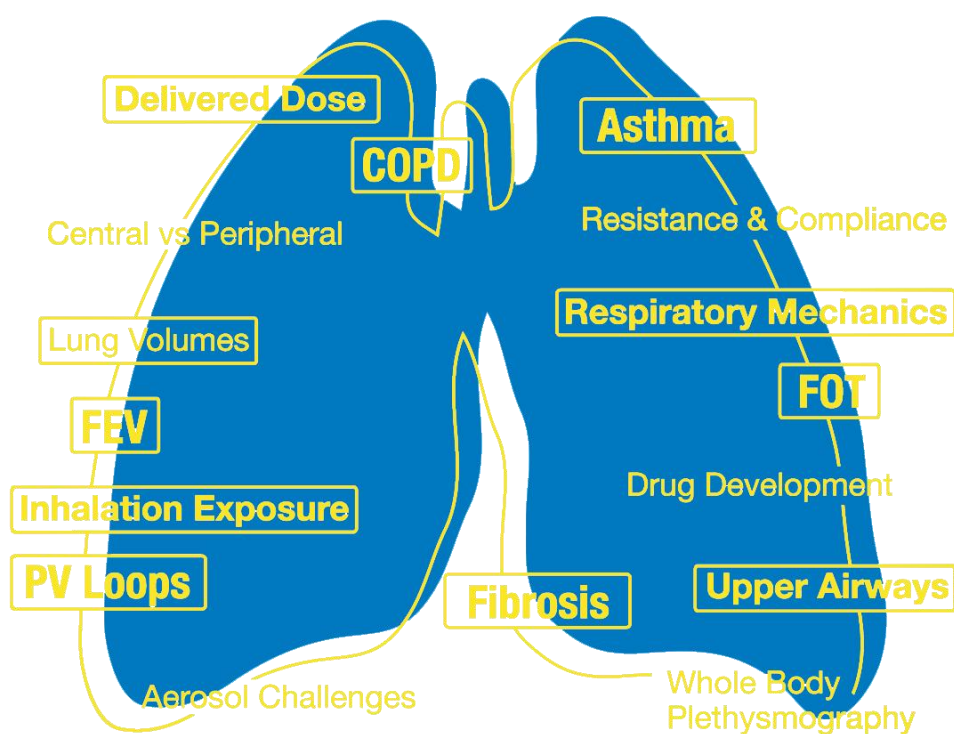
企业	上海迪哲医药	四川成都海圻 新药安全评价 中心	广东莱恩医药研 究院有限公司	罗氏(上海)医 药研发有限公司	上海精诚智研生 物医药有限公司
----	--------	------------------------	-------------------	--------------------	--------------------

我们的用户:(吸入染毒)

1. 华西第二医院
2. 甘肃中医学院
3. 中国医学科学院基础医学研究所
4. 山东大学药物制剂与释药系统研究所
5. 中国医学科学院医药生物技术研究所
6. 北京盈科瑞药物研究有限公司
7. 浙江医学科学院
8. 中国医学科学院药物研究所
9. 山东大学
10. 广州暨南大学
11. 中科院
12. 广东莱恩医药研究院有限公司



STUDY MANAGEMENT
& EXPERIMENT CONTROL SOFTWARE



CONTACT US:

公司网址 www.scireqchina.com

官方邮箱: sale@scireqchina.com

联系电话: 021-58583267 400-661-8288

联系地址: 上海市浦东新区沪南路2157号2号楼2121室

