

# 行为学实验技术研发部

提供啮齿动物运动功能、认知功能、感觉功能和情绪功能检测等服务

网址：<https://kyzx.gmu.cn/jsyfb/xwxsyjsyfb.htm>

地址：动物楼106、108

负责人：唐建红 15170010023

技术骨干：李仙宝（负责日常管理） 13672246775

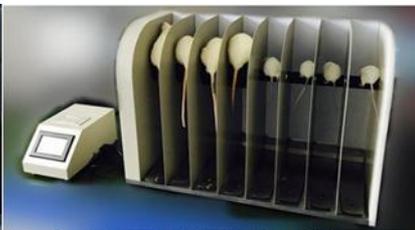
# 平台现有仪器

## 运动功能评估

旷场



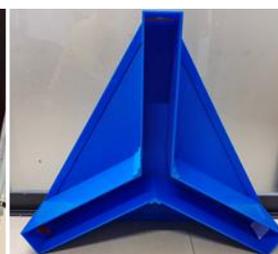
转棒



水迷宫



Y迷宫



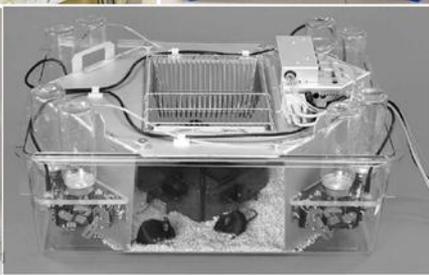
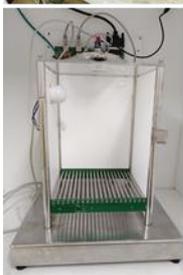
机械测痛仪



辐射热测痛仪



## 感觉功能评估



步态分析仪

动物实验跑台

恐惧箱

全自动智能笼

悬尾箱

高架十字迷宫

## 情绪状态评估

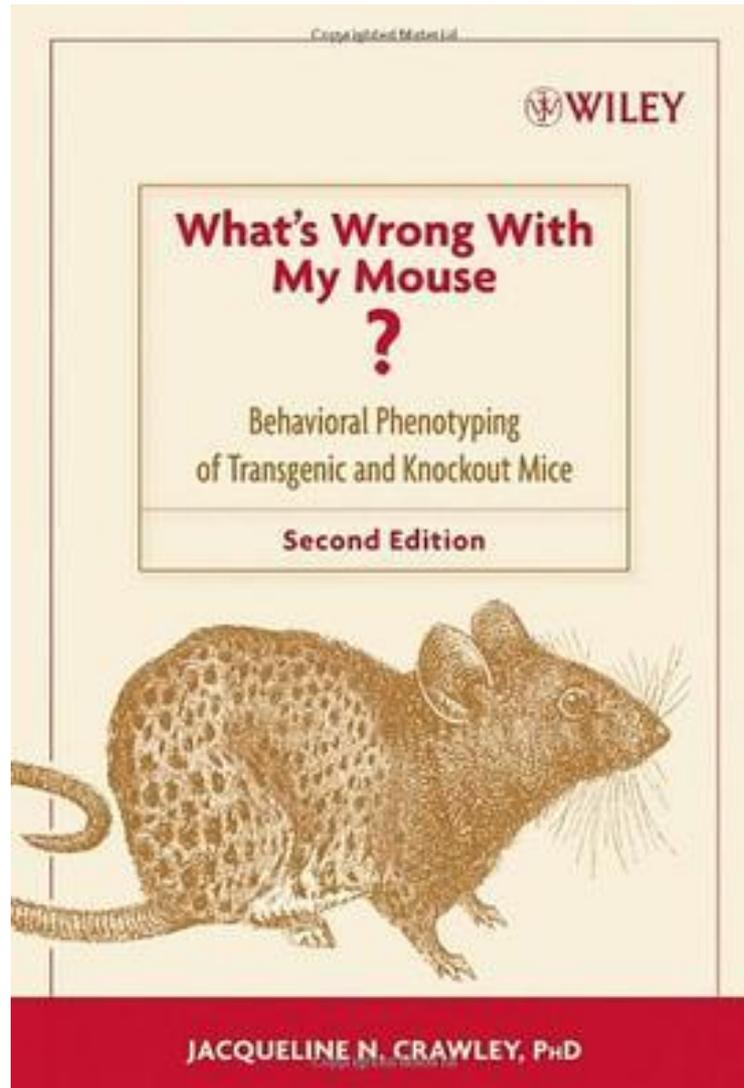
# 行为学

## 神经科学研究中，行为是评判功能的重要标准

The screenshot shows the website for the Behavioral and Functional Neuroscience Laboratory (SBFNL) at Stanford Medicine. The navigation bar includes links for Health Care, Research, Education, Give, and About. The main menu highlights 'Services', which is expanded to show 'Behavioral Models'. This section lists four categories of tests: Learning and Memory Tests, Sensory and Motor Tests, Social Interaction Tests (which is highlighted), and Experimental Psychiatric Tests. A 'Back to Services' button is also visible.

网址: <http://med.stanford.edu/sbfnl.html>

# 行为学



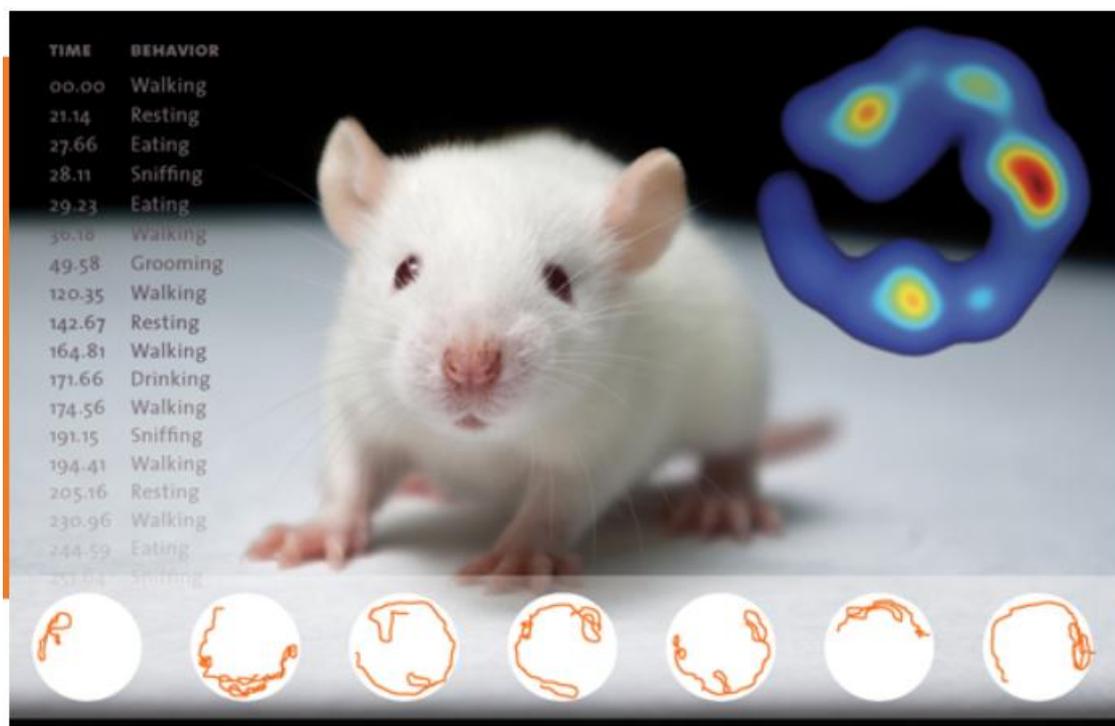
## 行为学

- 运动功能评估：旷场（**Open field**）、转棒（**Rotarod**）、步态（**Gait**）、动物实验跑台（**Treadmill**）
- 认知功能评估：水迷宫（**Morris water maze**）、Y迷宫（**Y maze**）、恐惧箱（**Contextual and cued fear conditioning**）、全自动一体化智能笼（**Intellicage**）
- 情绪状态评估：高架十字迷宫（**Elevated plus maze**）、悬尾箱（**Tail suspension**）

# 行为学

## 动物运动轨迹跟踪系统

动物运动轨迹跟踪系统EthoVision 是自动跟踪和分析动物运动、活动和行为的高级视频跟踪系统。



## 运动功能评估-Open field

- **旷场实验 (Open field) :** 主要用于评估大小鼠的自发活动和探索行为。



**旷场实验注意事项:**

**实验时间: 8: 00-17: 00**

**光照条件: ? Lux**

**检测时间: 5 min, 10 min, 30 min**

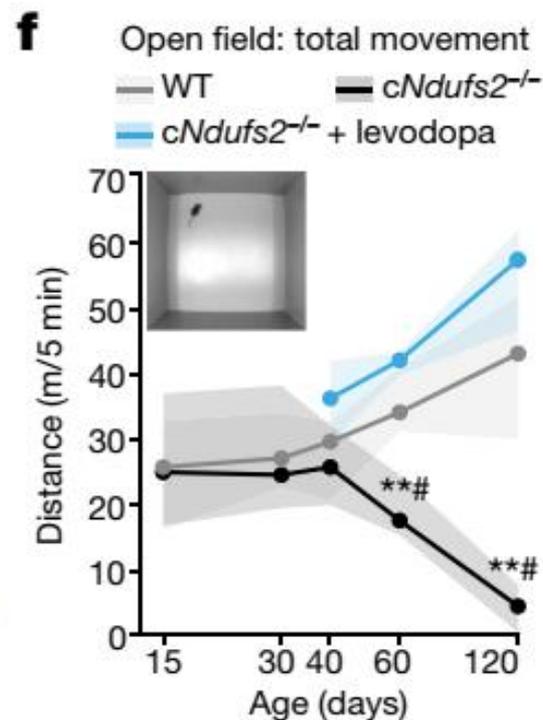
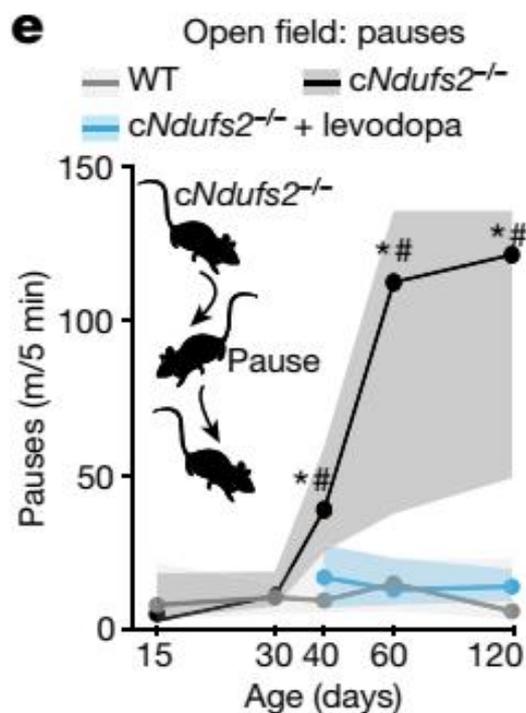
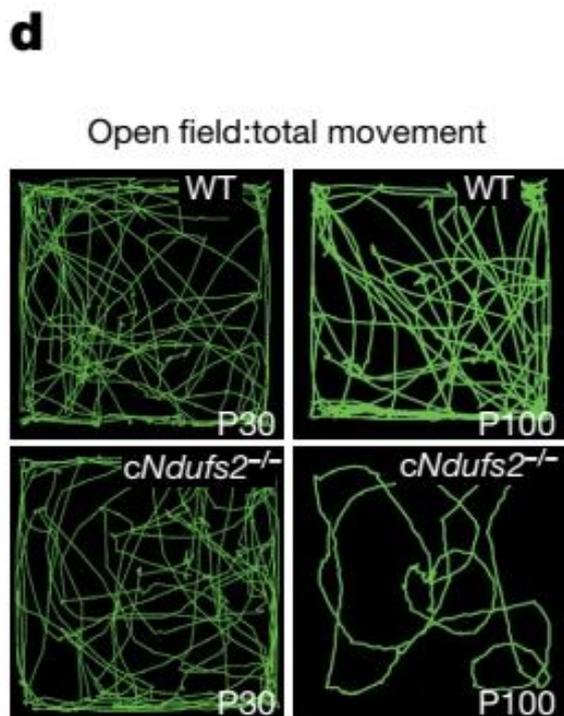
**各组间动物投放须位置保持一致**

旷场  
Noldus (荷兰)

# 运动功能评估-Open field

## ● 旷场实验常用实验参数

### 移动距离、停顿次数 (自发运动活性评估)



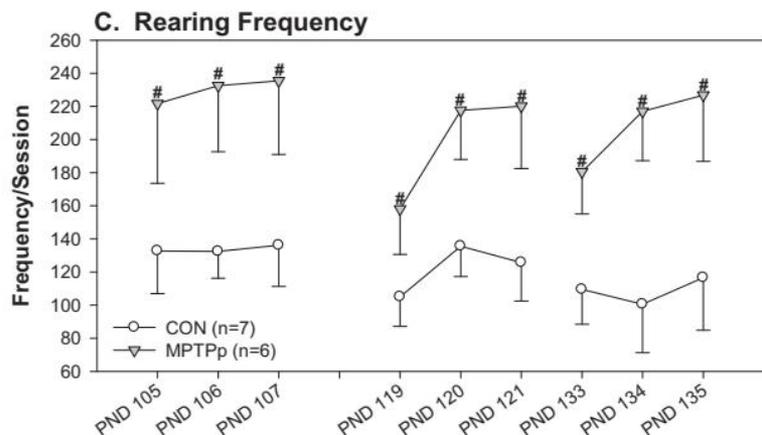
González-Rodríguez *et al.*, *Nature*, 2021

# 运动功能评估-Open field

## ● 旷场实验常用实验参数

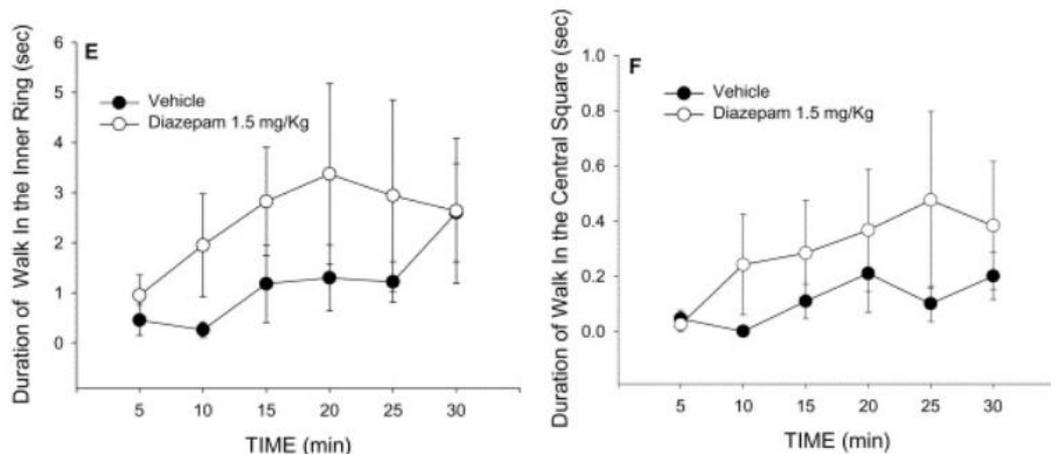
### 直立 (Rearing) 行为、中心区域停留时间

#### 探索行为评估



Ferguson *et al.*, *Behav brain res*, 2015

#### 焦虑状态评估



Choleris *et al.*, *Neurosci blobehav*, 2001

## 运动功能评估-Treadmill

- 动物实验跑台 (Treadmill) : 主要用于大小鼠的跑步运动训练, 可取代传统的游泳训练, 训练强度指标更准确。



动物实验跑台  
KY-TMILL 上海阔云仪器设备有限公司

## 运动功能评估-Treadmill

- **动物实验跑台相关参数:**

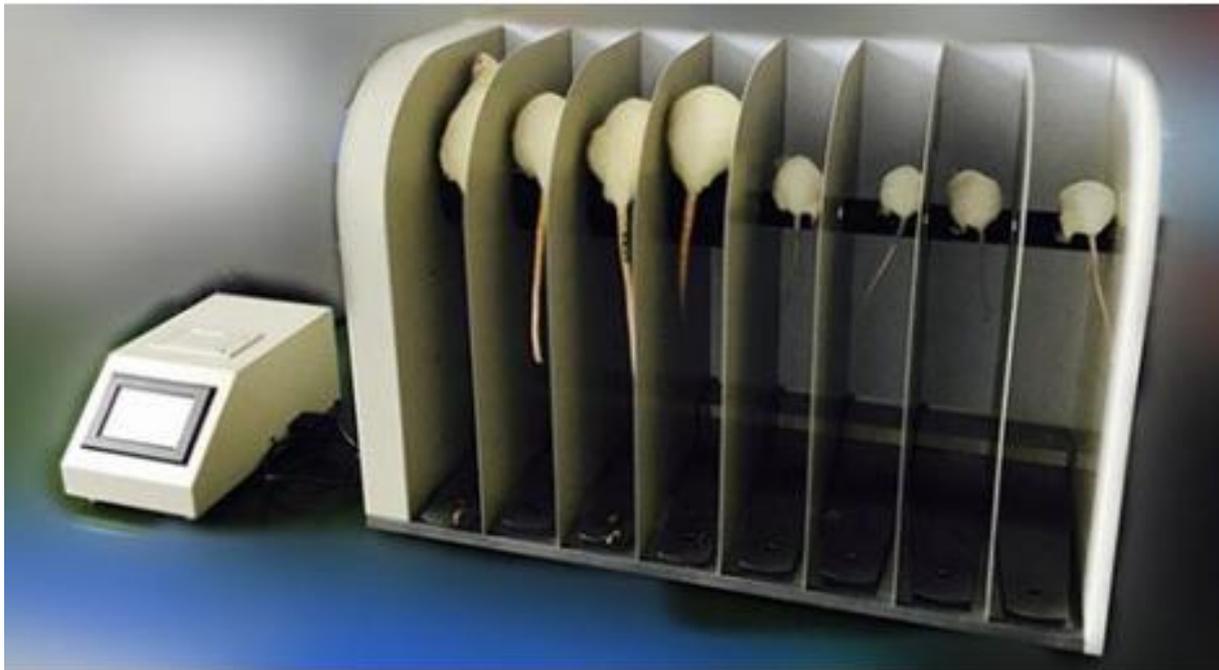
- **速度范围: 1-60 m/min (mice:10-18 m/min; rat: 15-28 m/min)**
- **跑台倾角: 45° (电动可调)**
- **通道数: 6通道**
- **调节信号: 声光电**
- **电击范围: 0.0-5.0 mA (mice:0.4-0.8; rat: 0.6-1.5 mA)**
- **单通道尺寸: 500\*90\*160 mm**

## 运动功能评估-Treadmill

- **动物实验跑台相关实验参数：**
  - **实验时间和速度（初始速度、一级速度、二级速度）**
  - **刺激电流和刺激耐受（动物在电栅上的持续时间）**
  - **电击次数**
  - **首电时间和首电速度**
  - **动物力竭的判断：1. 到达耐受的时间；2. 电击次数达到某阈值；3. 跑步姿势（呈匍匐跑步姿势或爬行，或在停止跑步时呈爬行姿态）**

## 运动功能评估-Rotarod

- 转棒：评估大小鼠的平衡协调能力。

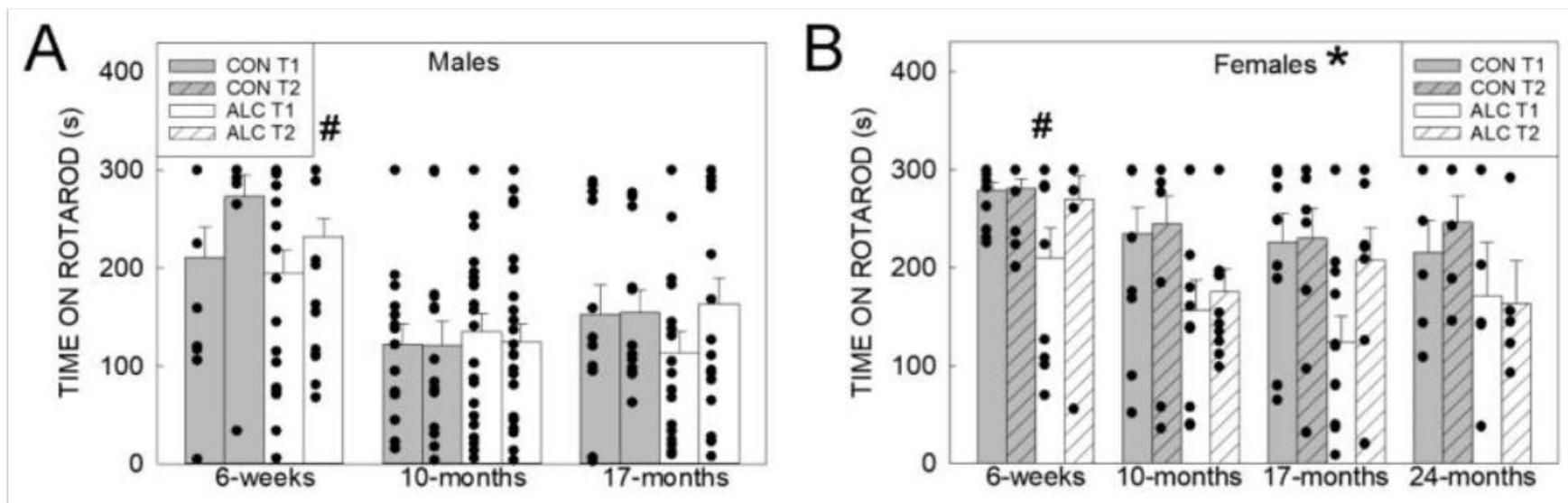


仪器参数：  
通道数：8  
转速：0-50 rpm

YLS-31A  
山东益延科技有限公司

# 运动功能评估-Rotarod

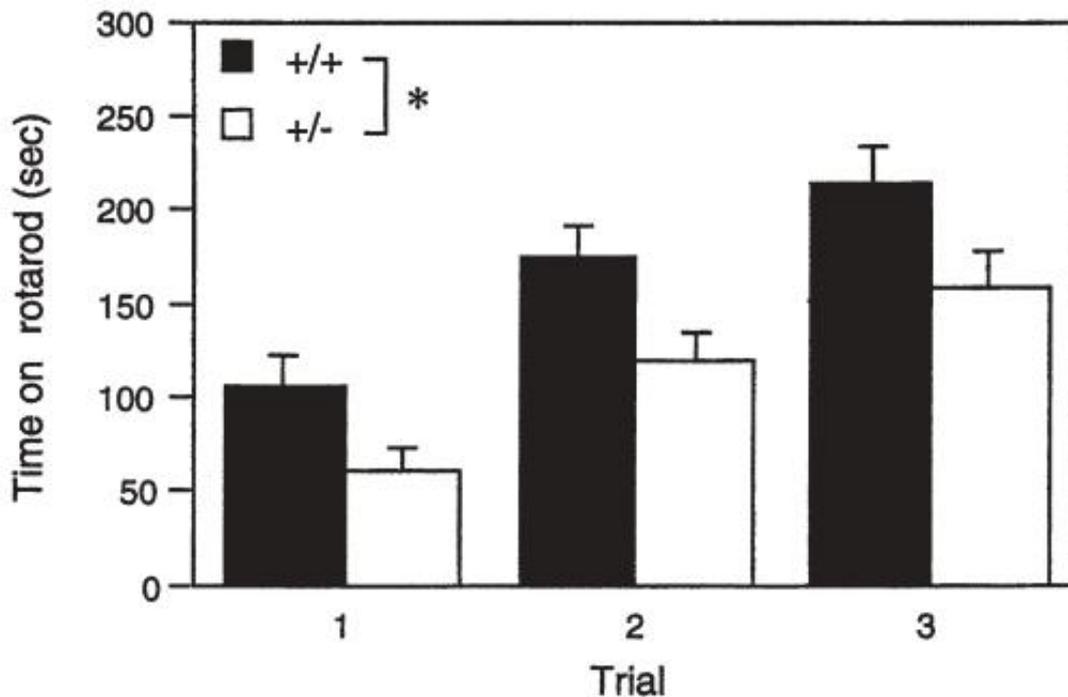
- 转棒实验常用参数：动物在转棒上停留的时间



Smith et al., *Nutrients*, 2022

## 运动功能评估-Rotarod

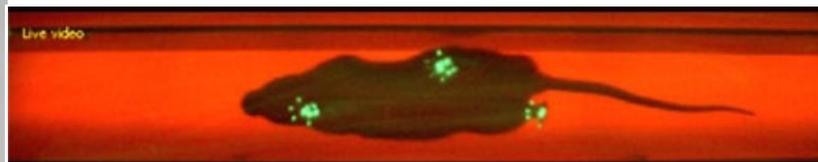
- 转棒实验也可用于评估大小鼠的运动学习能力



Paylor *et al.* 1999

## 运动功能评估-Gait

- gait (步态)：量化评估共济失调和步态异常。



Noldus, CatWalk XT 10

# 运动功能评估-Gait

**CatWalk is used for objectively quantifying gait in rodent models of :**用于客观量化啮齿动物模型的步态

***CNS related changes*** 中枢神经系统相关的改变

- Spinal Cord Injury 脊椎损伤
- Neuropathic Pain 神经性疼痛
- Ischemia / stroke 缺血/中风
- ALS (amyotrophic lateral sclerosis) 肌萎缩性脊髓侧索硬化症
- Parkinson's Disease 帕金森病
- Cerebellar Ataxia 小脑运动失调

***PNS related changes*** 周边神经系统相关的改变

- Sciatic nerve injury 坐骨神经损伤
- Ischemia / stroke 缺血/中风

***Skeletal and /or musculature changes*** 骨骼或肌肉组织改变

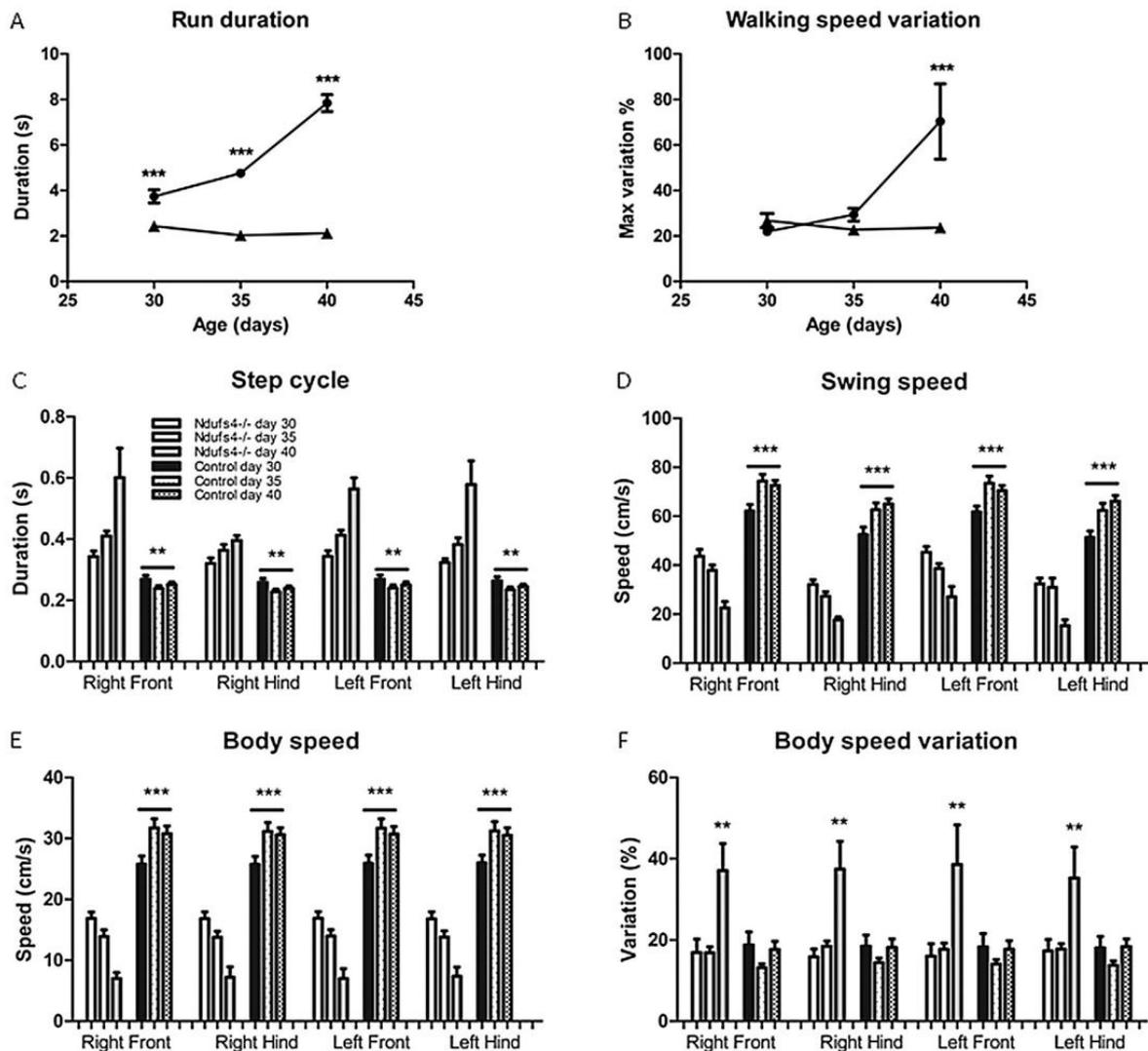
- Arthritis 关节炎

***Genetic / Toxic*** 遗传/中毒

- Huntington 舞蹈病
- Mutant PhenoTyping 突变表型
- Charcot-Marie-Tooth (CMT) 腓骨肌萎缩

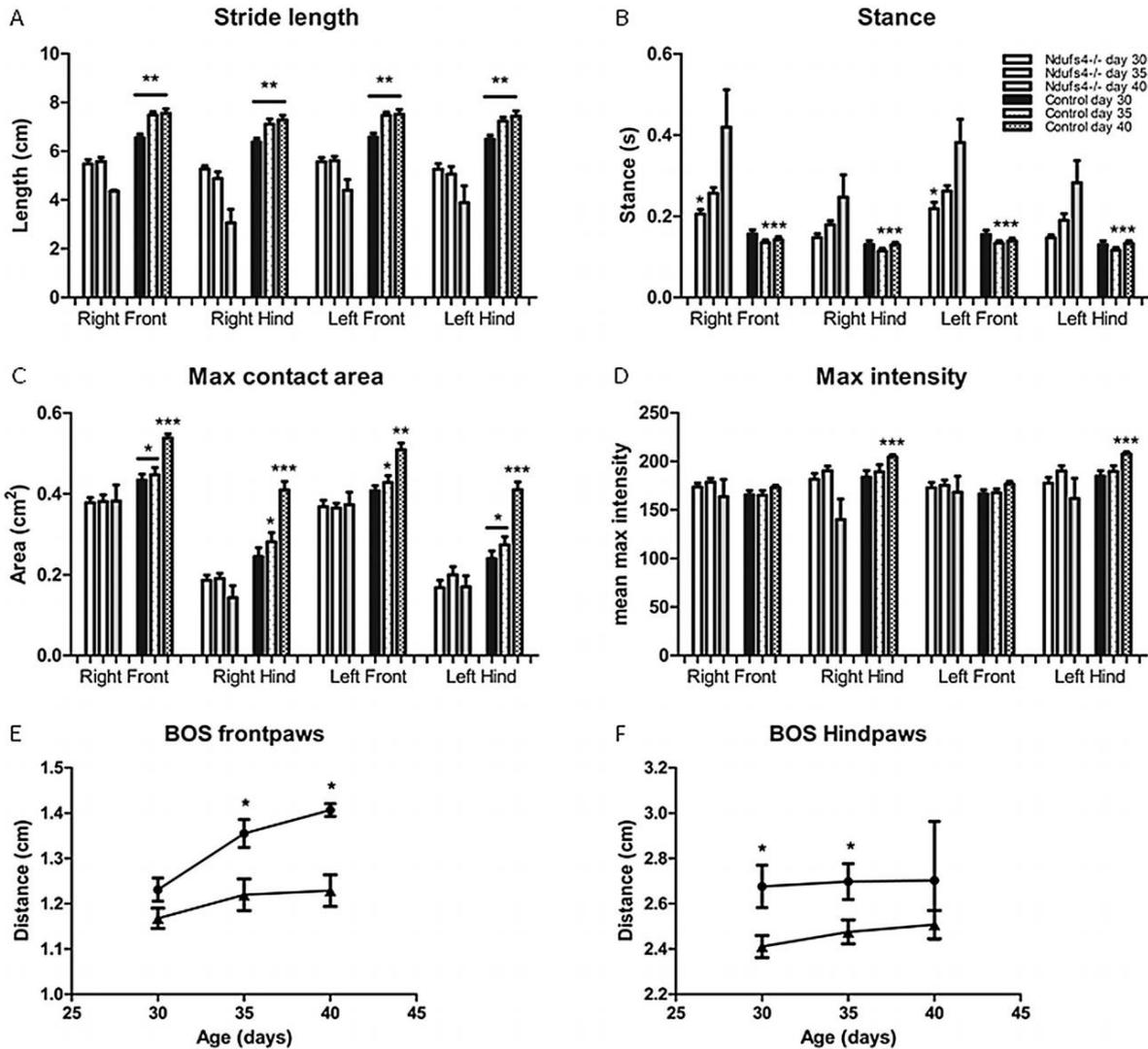
***Anything that affects gait in rodents***

# 运动功能评估-Gait



Haas et al., Behav brain res, 2016

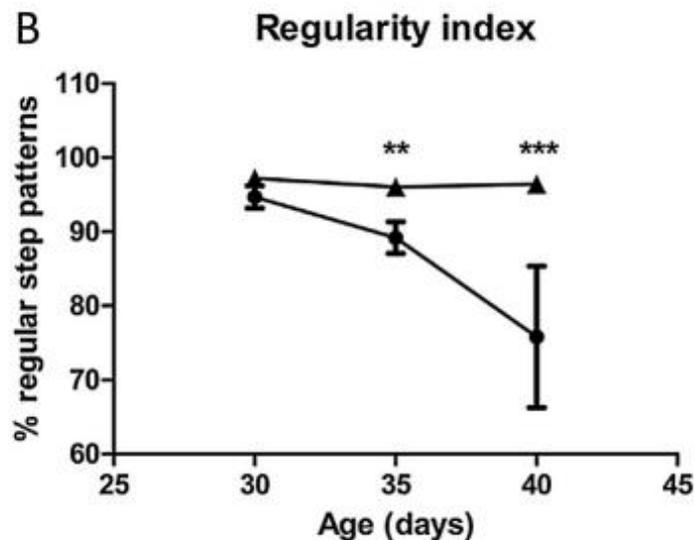
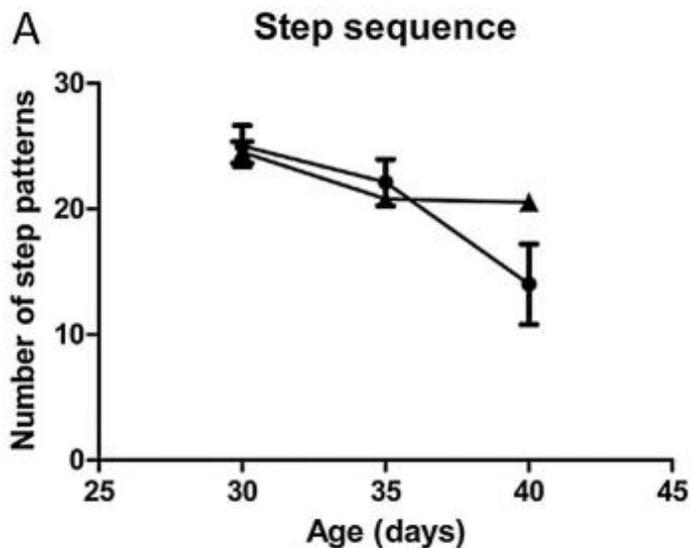
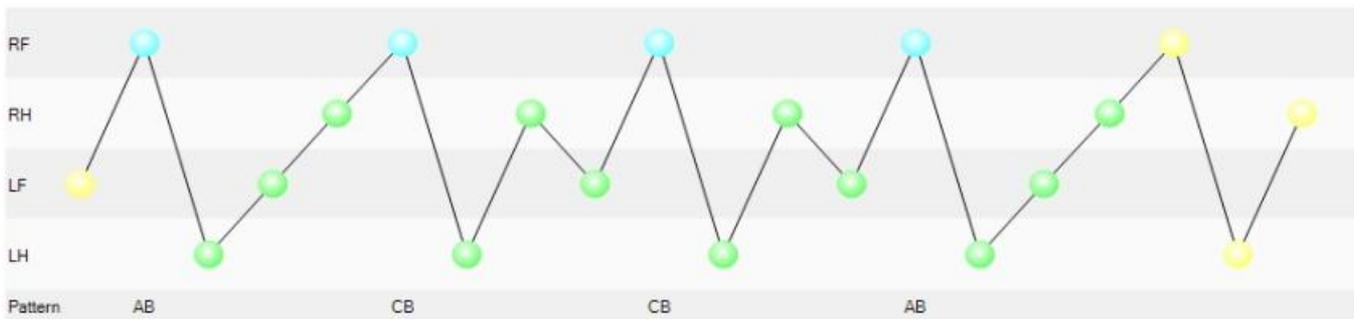
# 运动功能评估-Gait



Haas et al., Behav brain res, 2016

# 运动功能评估-Gait

## ● 衡量肢体间的协调能力



Haas et al., Behav brain res, 2016

## 认知功能评估-Morris water maze

- 水迷宫：利用空间导航任务评估大小鼠的学习记忆能力。



大鼠池直径：160 cm

小鼠池直径：130 cm

水深：20-50 cm

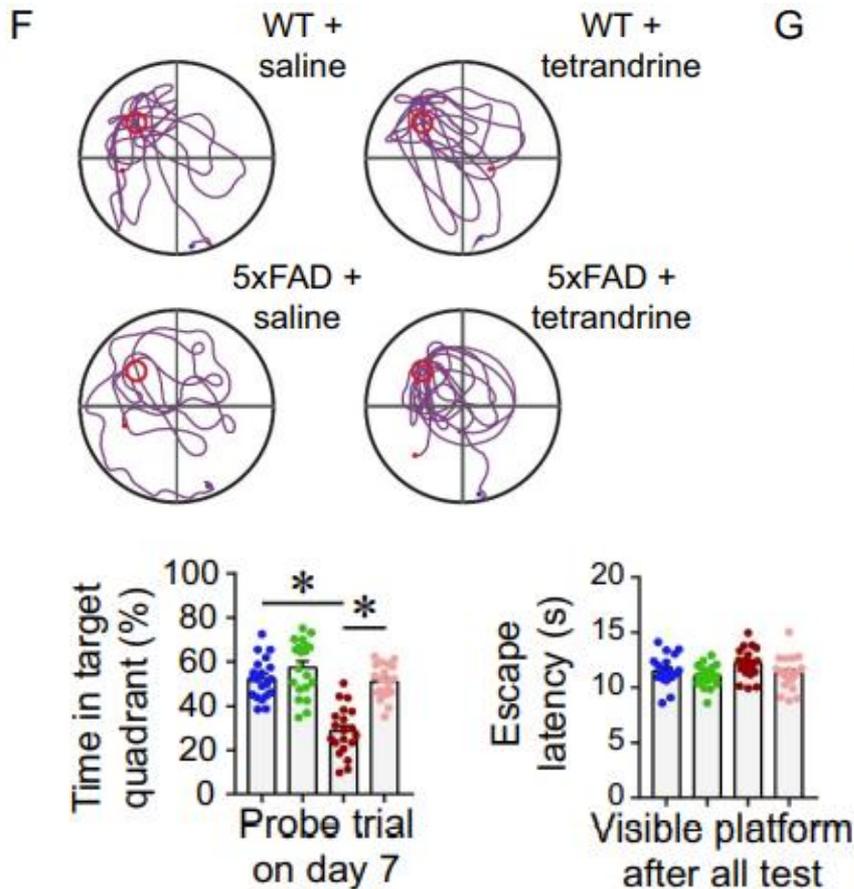
水温：25°C

平台：10 cm

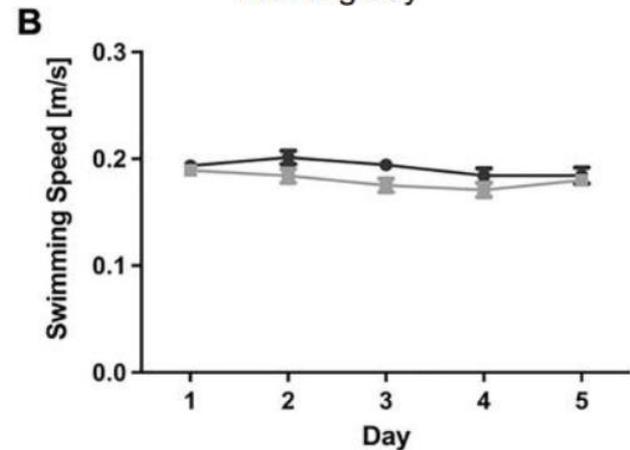
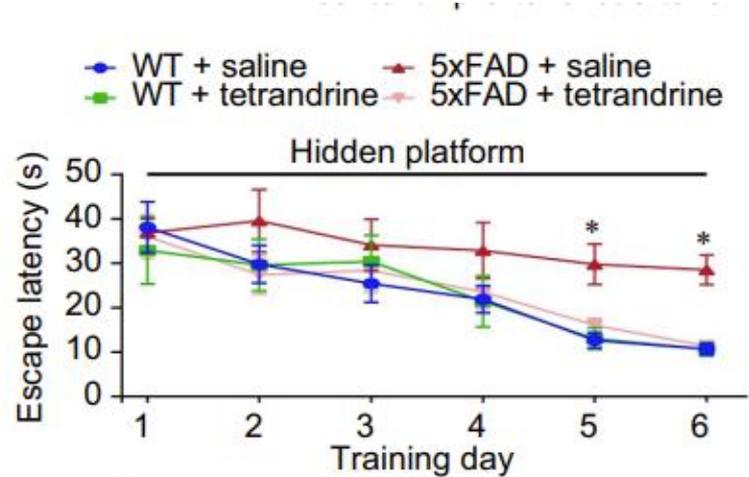
水迷宫  
Noldus (荷兰)

# 认知功能评估-Morris water maze

- 水迷宫实验参数：逃避潜伏期、大小鼠在平台所在象限停留的时间、游泳速度。



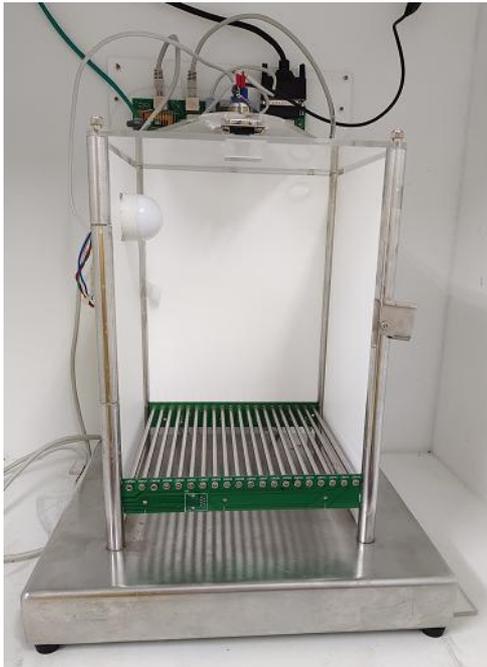
Tong et al., *Autophagy*, 2021



Curdt et al., *Sci rep*, 2022

## 认知功能评估- fear conditioning

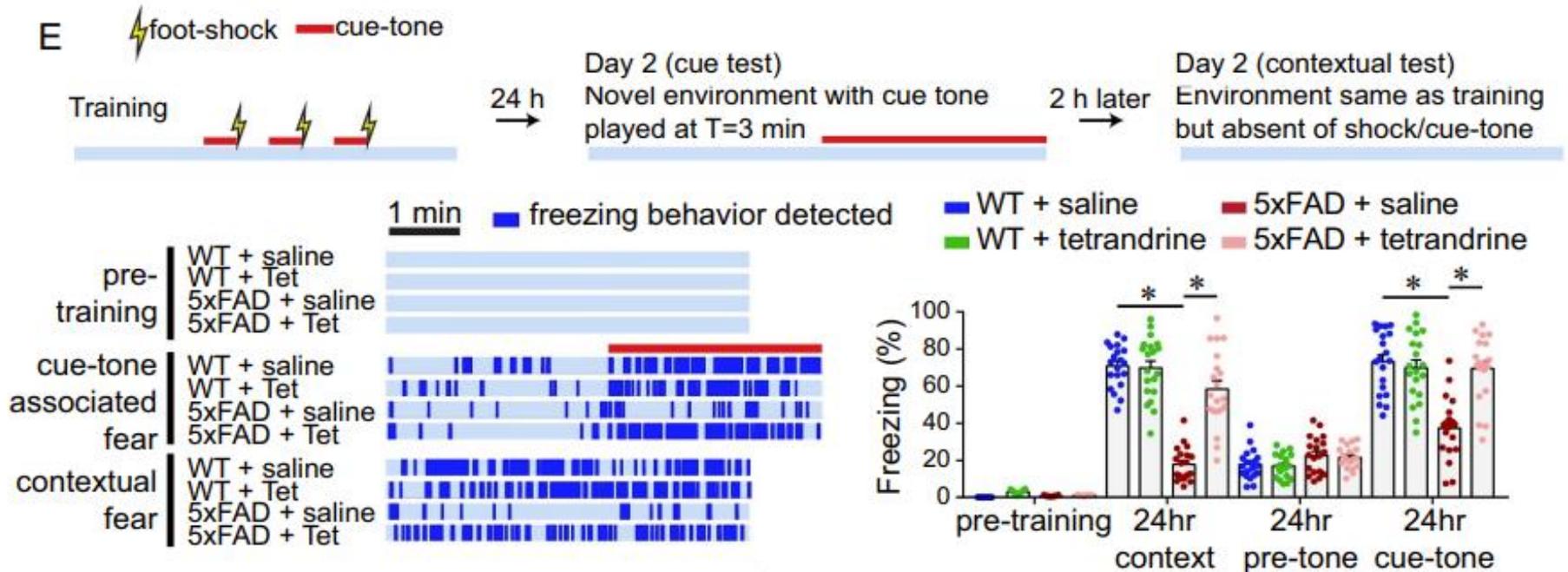
- **cued and contextual fear conditioning (情境和线索条件性恐惧记忆)**：一种恐惧条件反射任务，检测实验动物学习和记忆厌恶经历与环境线索之间关联的能力。



恐惧箱  
Noldus

# 认知功能评估- fear conditioning

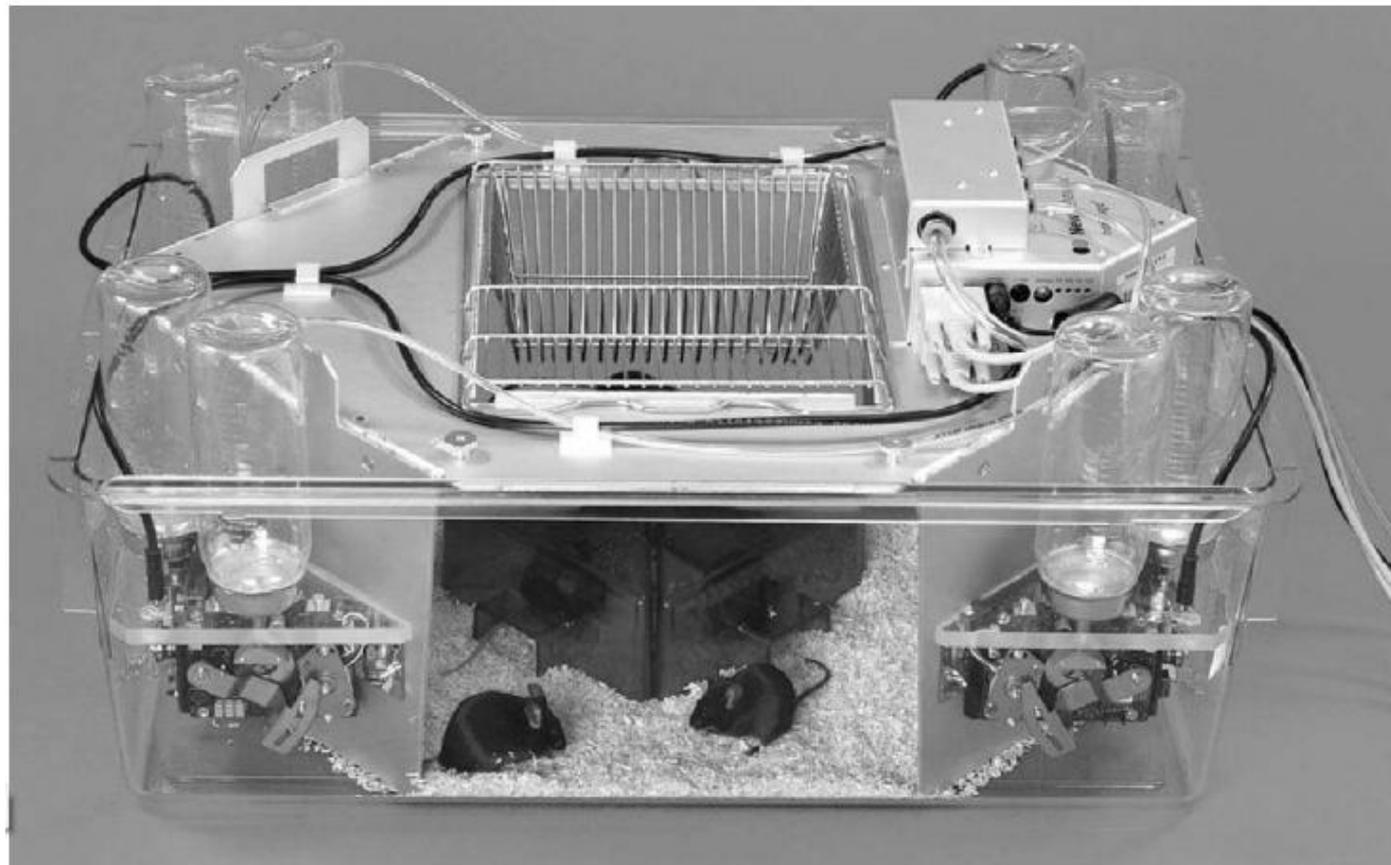
## ● 恐惧箱实验参数：僵直行为持续时间百分比



Tong *et al.*, *Autophagy*, 2021

## 认知功能评估-Intellicage

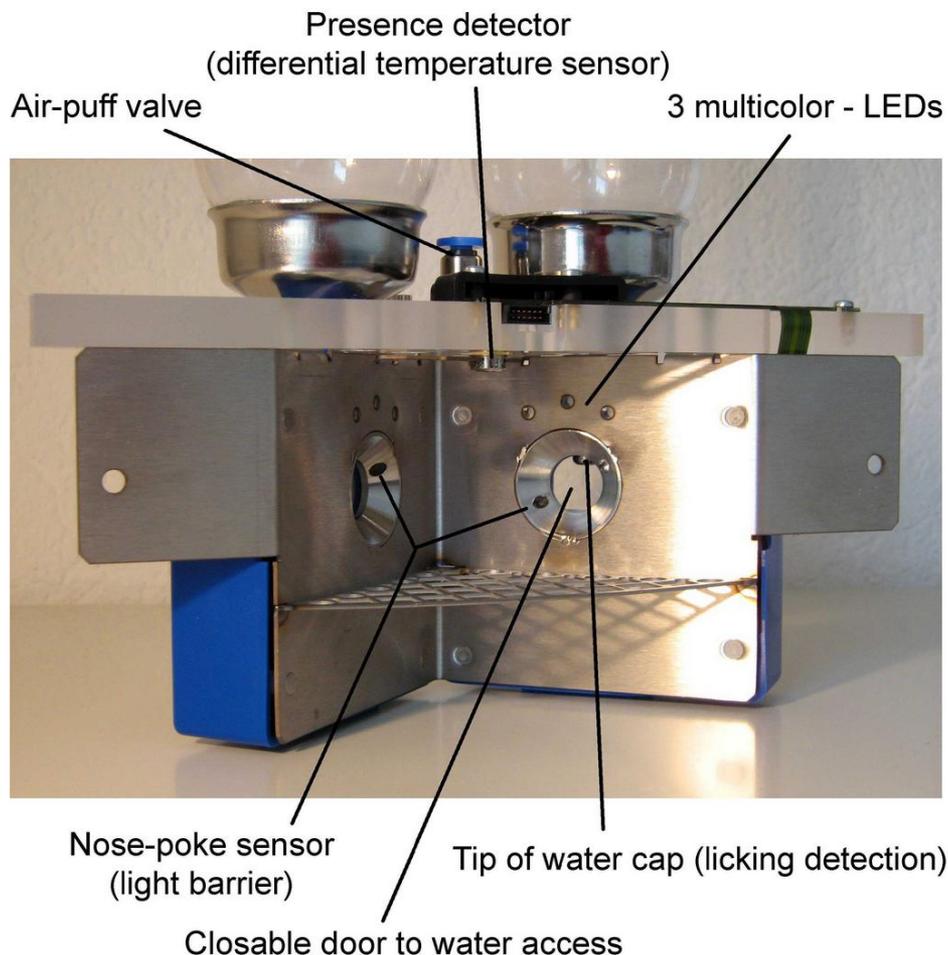
- 全自动智能笼：高通量检测啮齿类动物的认知能力。



TSE-Systems  
NewBehavior (德国)

# 认知功能评估-Intellicage

- **全自动智能笼：高通量检测啮齿类动物的认知能力。**



**智能笼硬件参数：**

**适用范围：20-50 g体重的大小鼠**

**Sensors per corner:**

**RFID antenna**

**Presence detector**

**Nosepoke sensors**

**Lickometers**

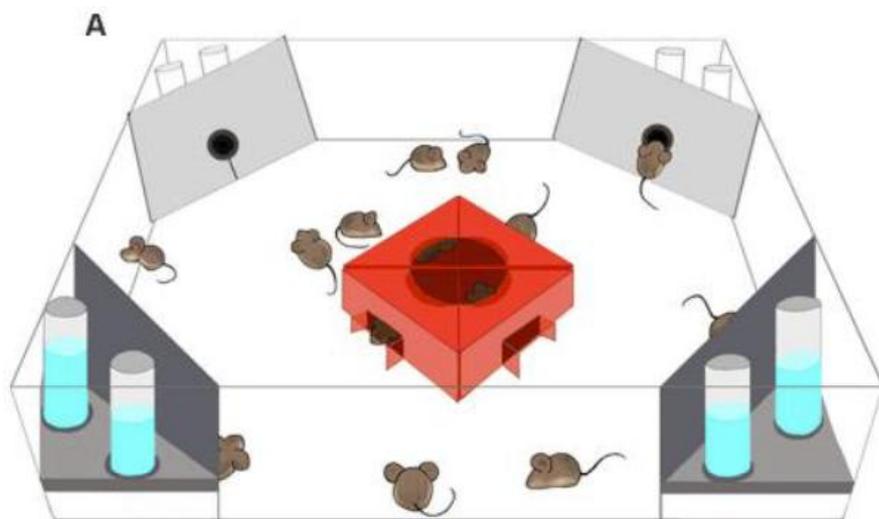
**Actors per corner:**

**2 doors driven by step motors**

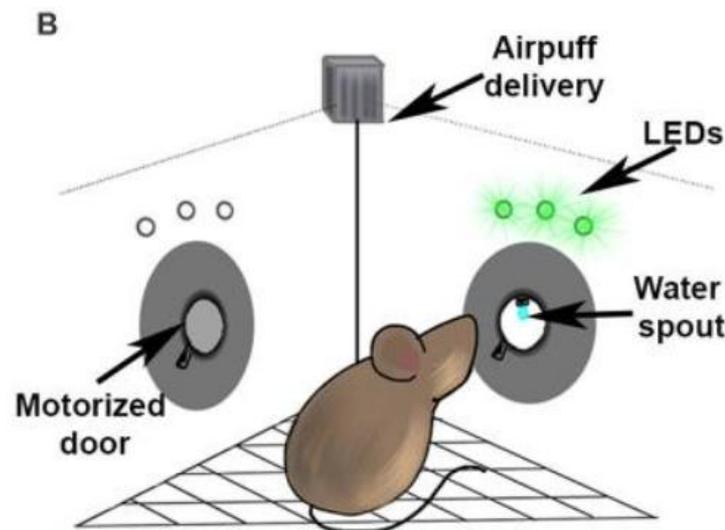
**2 rows of 3 indicator LEDs**

**1 valves for air-puffs**

# 认知功能评估-IntelliCage



IntelliCage system



Corner within IntelliCage

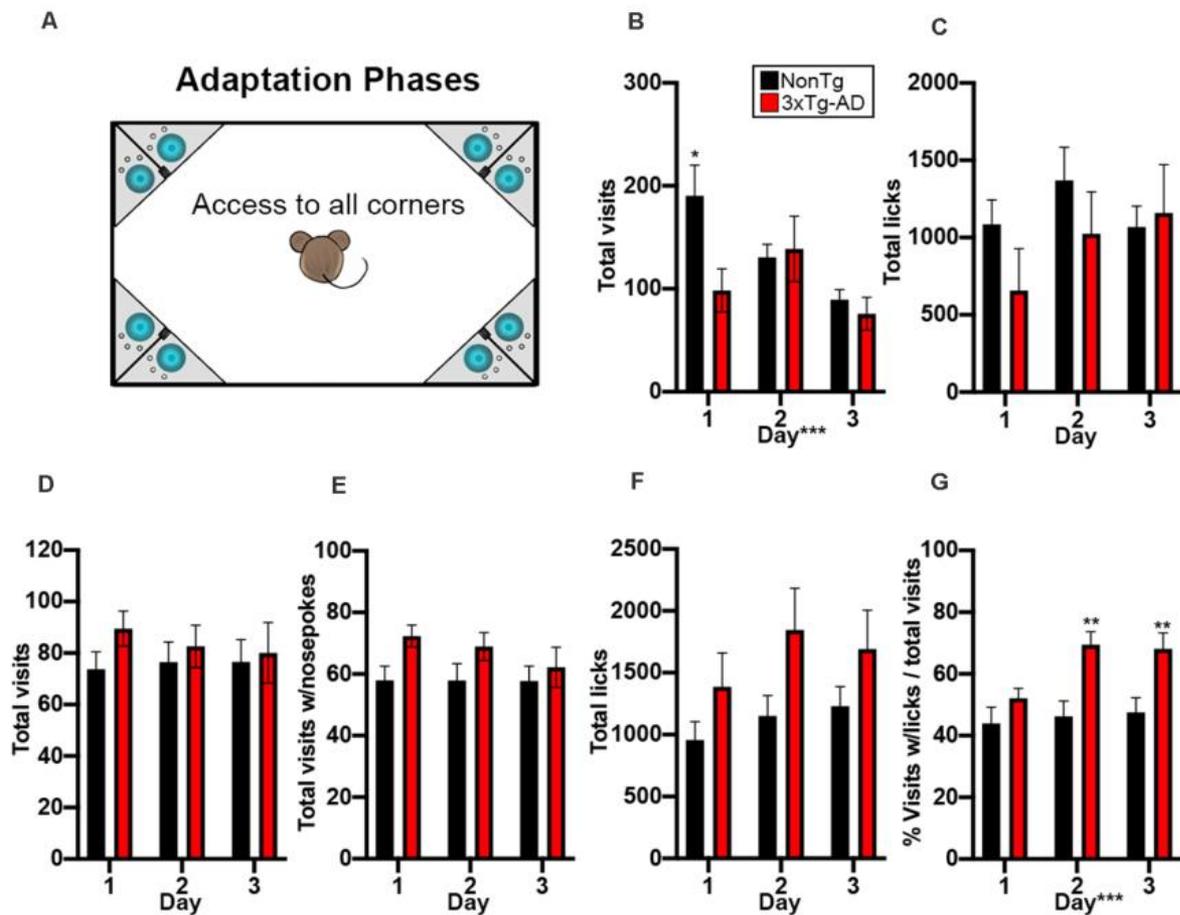
C

Day	1-9	10-15	16-21	22-24	25-29
	Adaptation Phases	Place Preference	Reversal Preference	Serial Reaction Time Task	Place Avoidance
	Exploratory and drinking behavior	Spatial learning	Behavioral flexibility spatial learning	Attention and impulsivity	Working and contextual memory

Winslow et al., *Front Aging Neurosci*, 2021

# 认知功能评估-Intellicage

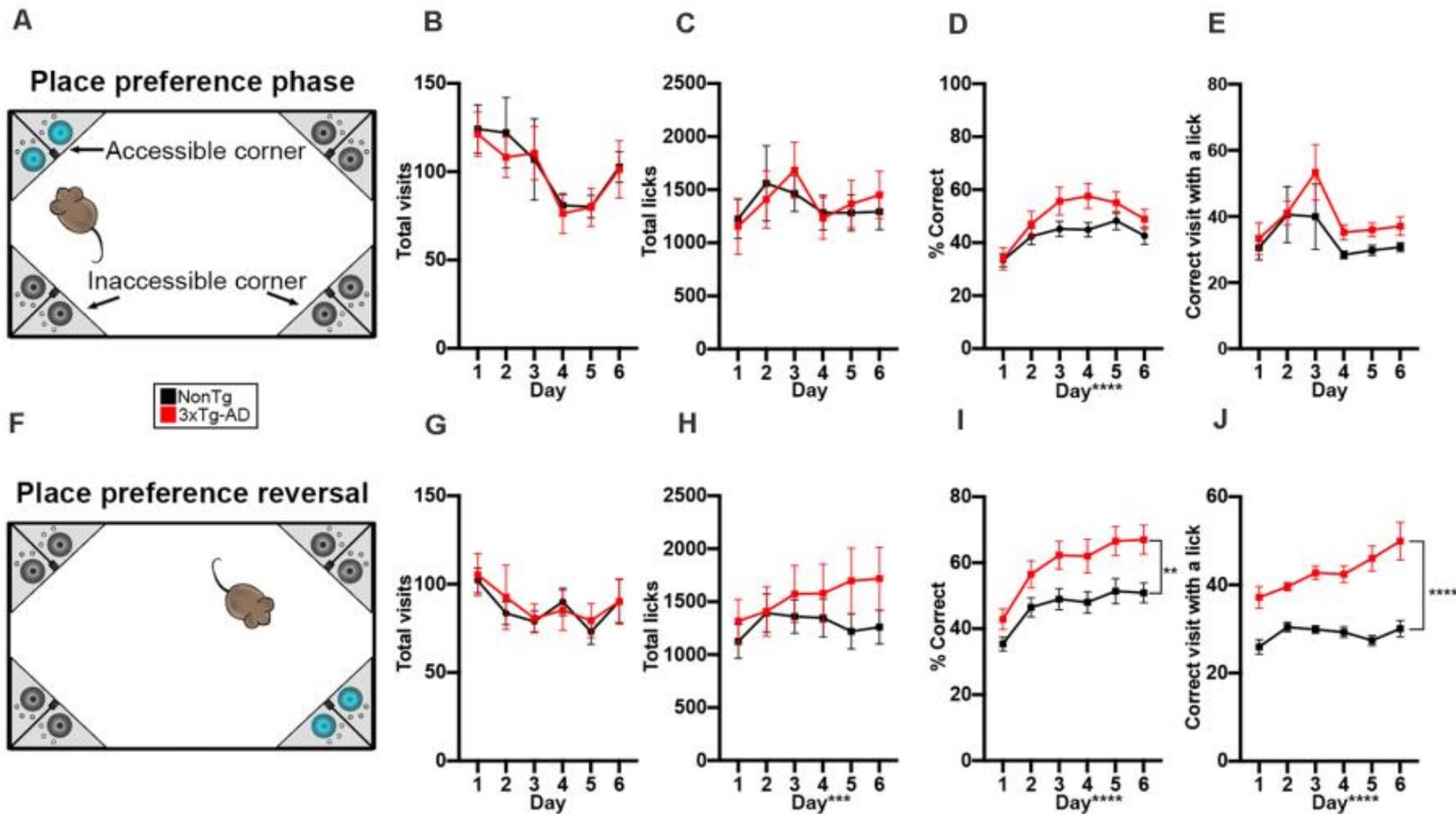
## ● 评估小鼠的运动活性



Winslow et al., *Front Aging Neurosci*, 2021

# 认知功能评估-Intellicage

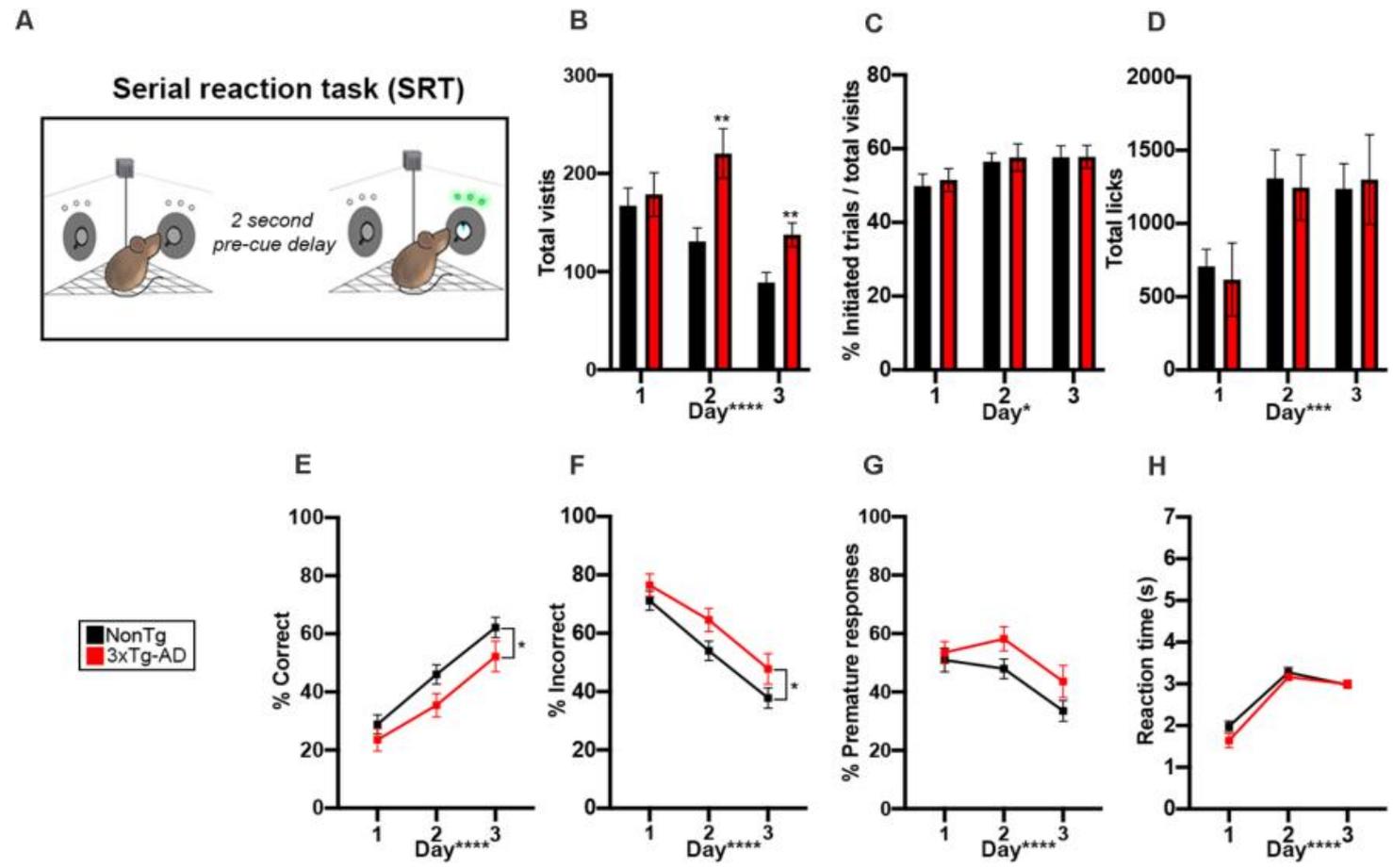
## ● 评估小鼠的学习记忆能力



Winslow et al., *Front Aging Neurosci*, 2021

# 认知功能评估-Intellicage

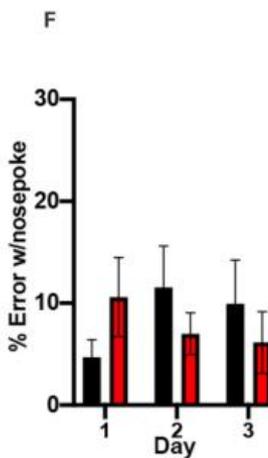
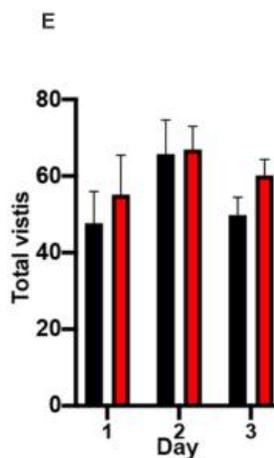
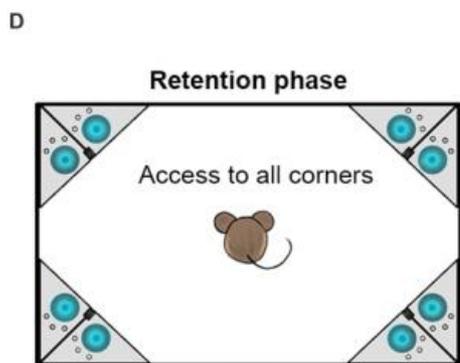
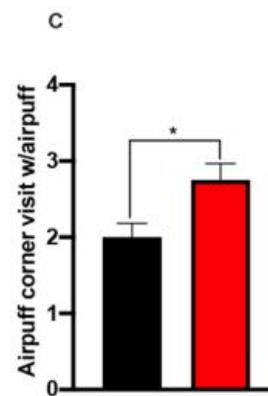
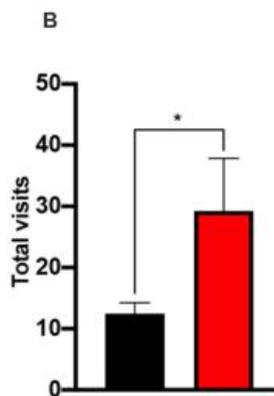
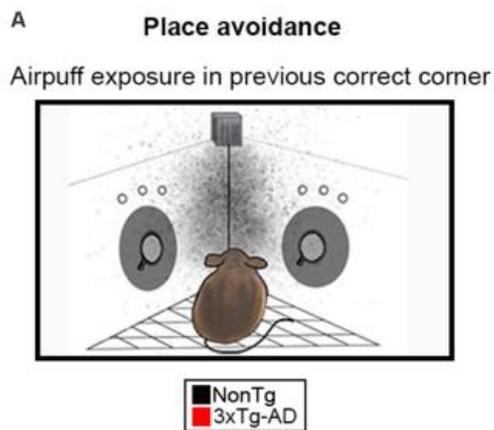
## ● 评估小鼠的注意力和冲动性行为



Winslow et al., *Front Aging Neurosci*, 2021

# 认知功能评估-Intellicage

## ● 评估小鼠的工作记忆能力



Winslow *et al.*, *Front Aging Neurosci*, 2021

## 认知功能评估-Y maze

- Y迷宫：评估啮齿类动物的空间识别记忆能力。



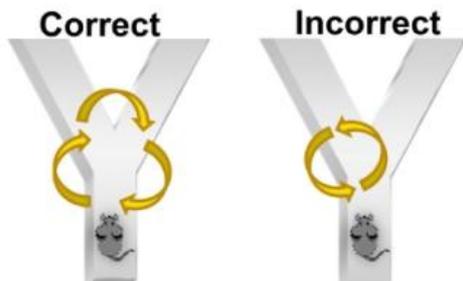
Y迷宫  
Noldus (荷兰)

# 认知功能评估-Y maze

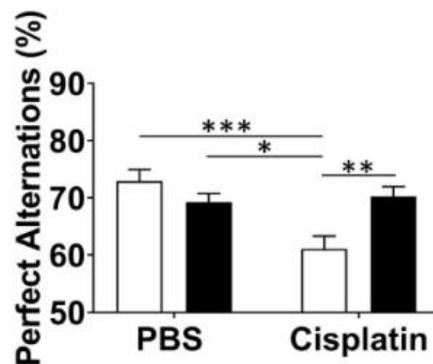
- Y迷宫自发交替行为评估小鼠的空间记忆

实验参数：交替指数

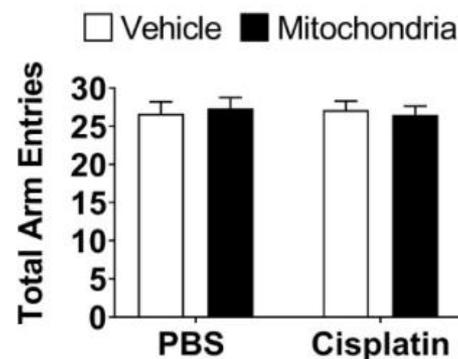
D



E



F



Alexander *et al.*, *Theranostics*, 2021

## 情绪状态评估- Elevated plus maze

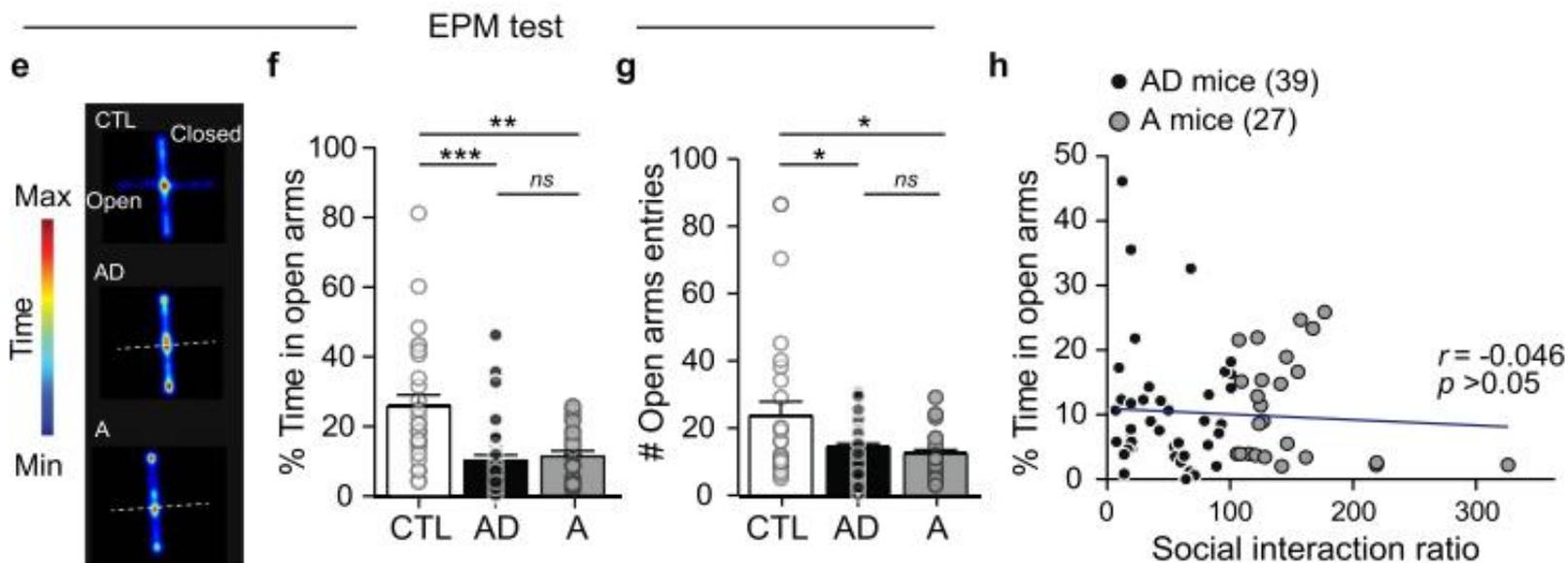
- 高架十字迷宫：评估啮齿类动物的焦虑状态。



高架十字迷宫  
Noldus (荷兰)

# 情绪状态评估- Elevated plus maze

- 高架十字迷宫实验参数：在开臂停留的时间



Morel *et al.*, NAT COMMUN, 2022

## 情绪状态评估- Tail suspension

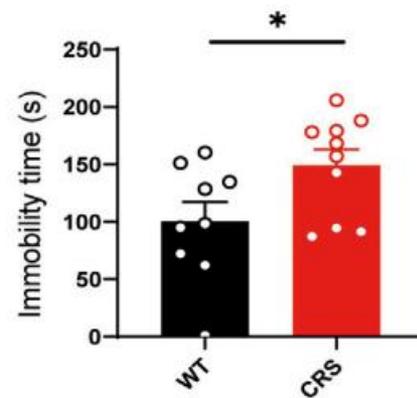
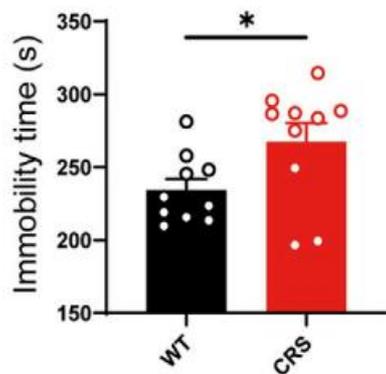
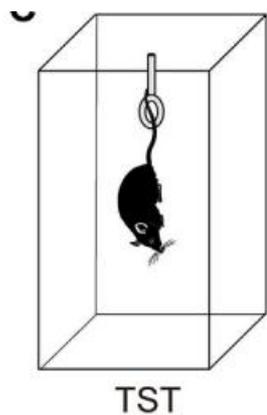
- 悬尾实验：评估啮齿类动物的抑郁样行为。



悬尾箱  
Noldus (荷兰)

## 情绪状态评估- Tail suspension

- 悬尾实验参数：动物在实验过程中的不动时间



Jiang *et al.*, *Front Pharmacol*, 2022

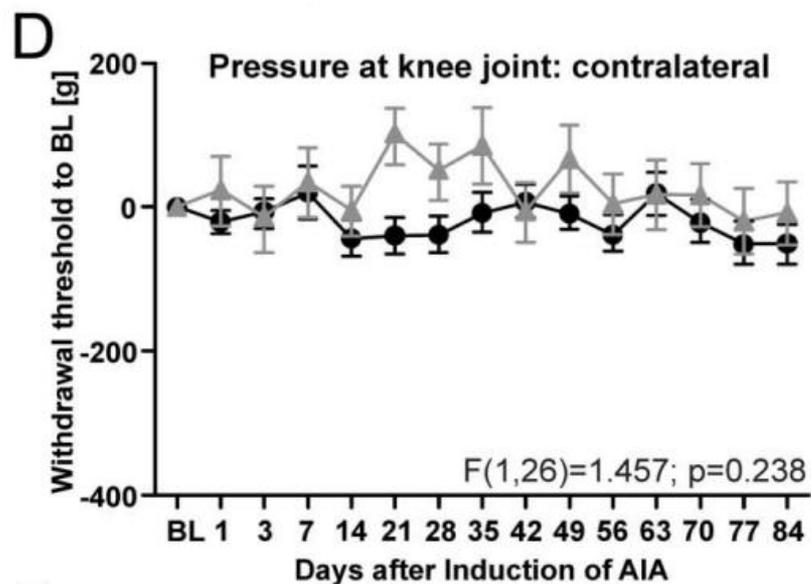
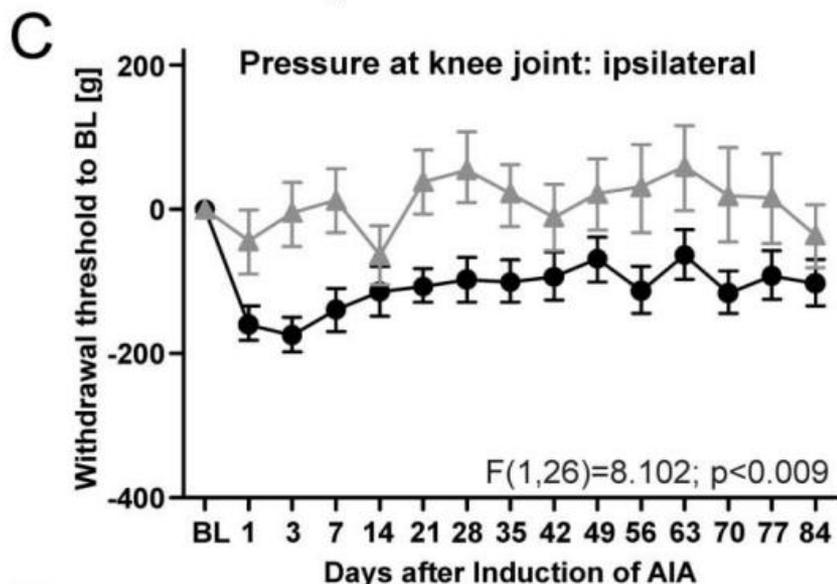
## 感觉功能评估-爪触觉测试仪

- 机械测痛仪：评估啮齿类动物的机械痛域。



## 感觉功能评估-爪触觉测试仪

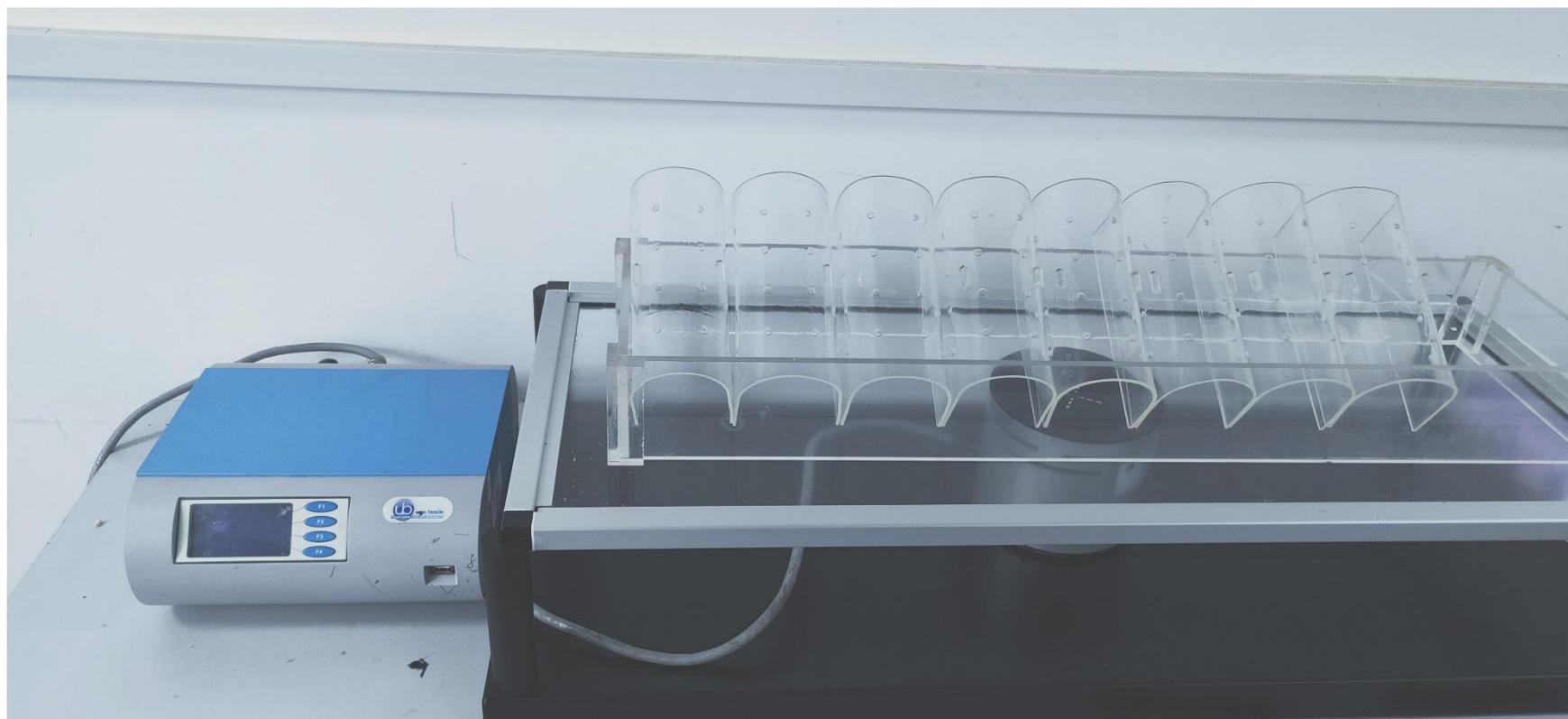
- 实验参数：大小鼠爪子退缩或叫出声时所施加的机械力。



Leuchtweis *et al.*, *Pain*, 2020

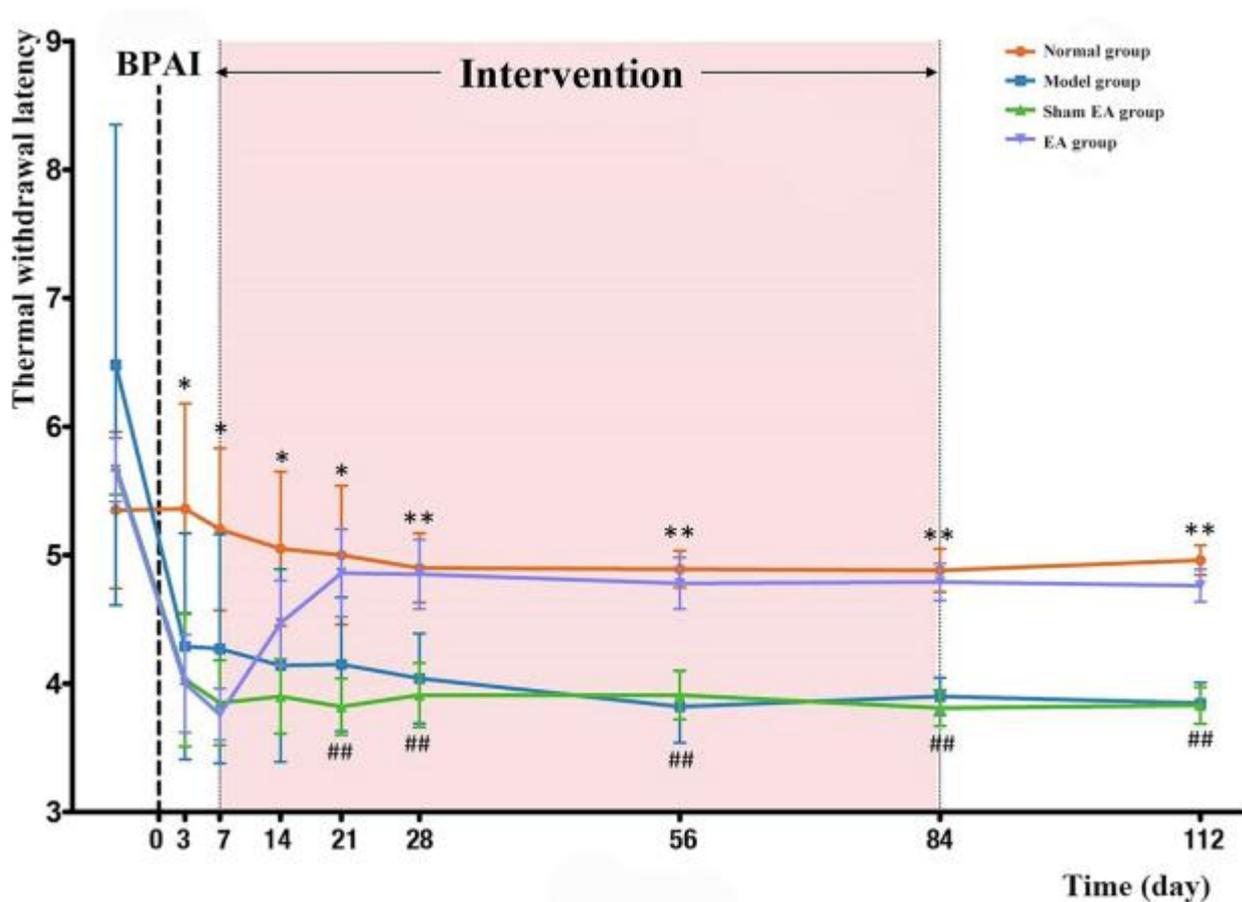
## 感觉功能评估-爪触觉测试仪

- 辐射热测痛仪：评估啮齿类动物的足底光刺激热痛域。



# 感觉功能评估-爪触觉测试仪

- 实验参数：热刺激时爪子收缩潜伏期。



Hou et al., Front Neural Circuits, 2020

谢谢倾听！