

目 录

一、学习记忆类

1、Morris 水迷宫实验	1-15
2、Y 迷宫实验	16-24
3、八臂迷宫实验	25-30
4、巴恩斯迷宫实验	31-35
5、避暗实验	36-38
6、穿梭箱实验	39-42
7、跳台实验	43-46
8、新物体识别迷宫	47-51

二、神经精神类实验

1、高架十字实验	52-56
2、旷场实验	57-60
3、强迫游泳实验	61-64
4、悬尾实验	65-69
5、糖水偏好实验	70-75
6、条件恐惧实验	76-81
7、0 迷宫实验	82-85
8、明暗箱实验	86-89

三、药物成瘾类

1、条件位置偏爱实验	90-95
2、自身给药实验	96-102

四、社会行为类

1、三箱交互实验	103-106
----------------	---------

五、运动行为类

1、爬杆实验	107-108
2、跑步机实验	109-113
3、平衡木实验	114-118
4、转棒疲劳实验	119-122

Morris 水迷宫实验方法

目 录

一、实验介绍

二、Morris 水迷宫的组成

三、硬件规格

四、实验方法

五、统计学方法

六、评价指标

七、适用范围

八、注意事项

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

Morris水迷宫（MWM）最初由神经科学家Richard G. Morris于1981年建立，旨在测试海马依赖性学习，包括获得空间记忆和长期空间记忆。MWM是一个相对简单的程序，通常包括六天的试验，主要优点是区分空间（隐藏平台）和非空间（可见平台）条件。此外，MWM 测试环境减少了气味痕迹干扰。这导致该任务广泛用于空间学习和记忆的神经生物学和神经药理学研究。

二、Morris 水迷宫的组成

Morris 实验系统由圆形的水池、可移动位置并隐藏在水面下的平台、水迷宫图像自动采集和软件分析系统组成。

众实科技Labmaze动物行为学分析软件 V3.0 是一款自动跟踪和记录动物活动的通用型运动轨迹记录分析系统，适用于Morris水迷宫实验、开场实验、旷场实验、自发活动、避暗实验、T型迷宫、Y型迷宫、放射型迷宫、高架十字迷宫、八臂迷宫、Barnes迷宫、条件性位置偏爱实验、Zero迷宫、孔洞实验、跳台实验、新物体识别等各种动物实验。除了具有自动跟踪记录动物活动轨迹的基本功能外，还具有通过事件记录器记录视频系统无法自动识别的各项动物行为事件、实验视频导入再分析、实验数据管理以及实时录像功能。



1、国内文献报道，水迷宫水池大鼠直径多为150-180cm，小鼠为100-120cm，高度均为50cm。平台直径大鼠12cm，小鼠6cm，高度30cm，表面粗糙；国外文献所用水迷宫水池直径大鼠为150-200cm，小鼠为100-150cm，高60cm，平台直径大鼠为10cm，小鼠5cm，高度30cm。训练强度相同的情况下，水池的大小是动物学习记忆的重要因素。过小的水池使动物爬上平台的偶然性增加，任务难度减小。过大的水池则会增加游泳路径，体力消耗过大，爬上站台的概率减小。推荐水池大小：大鼠150cm，小鼠120cm。水池划分东西南北四个象限（东北NE，东南SE，西南SW，西北NW），象限池壁圆弧中点为可选的动物入水点，平台可放在任意一个象限内（多见SW象限）。图像采集分析系统记录动物游泳的轨迹数据用于指标的提取与分析。

这里包括试验设备所处的环境和实验动物游泳环境。一般 Morris 水迷宫硬件设备应固定放置在有水源、光线均一、安静的环境，这样可减少外界环境干扰所引起的实验误差，保证实验结果的准确性。

动物完成Morris 实验需要一定的水温、光源及外界固定的参照物。水温要求恒定，大鼠的水温控制在 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ ；小鼠的水温则一般在 $21^\circ\text{C} \sim 22^\circ\text{C}$ 最宜，国外的文献报道温度在 $19^\circ\text{C} \sim 22^\circ\text{C}$ 范围时大鼠的游泳状态最佳。水温对实验结果的影响很大，水温过低会导致动物体力消耗过大，使其游泳成绩变差或出现应激反应，如出现腹泻，抽搐等；而水温过高，Morris 水迷宫水池则成为天然“浴盆”，动物出现漂浮不动的现象。

实验环境的光源保证水池水面上的光线要均一，避免光线在水面上形成有锋利转角折线，从而干扰动物游泳轨迹。保证光线均一的方法是在水

池周围安放布帘或照明灯。水中加入二氧化钛（食品级）、脱脂牛奶或者无毒染料及黑色背景的布置都是为了视频追踪的需要。黑色背景建议使用。

参照物包括实验室的设备、仪器、工作台、桌椅、门窗和灯具等陈设和实验操作人员，这些都可能被实验动物看见并成为参照物为动物提供空间参考，被称为迷宫外暗示。这些参照物如果变动会影响实验结果，因此，实验中要保持这些参照物的前后始终一致，特别是实验操作人员所处的位置。

四、实验方法

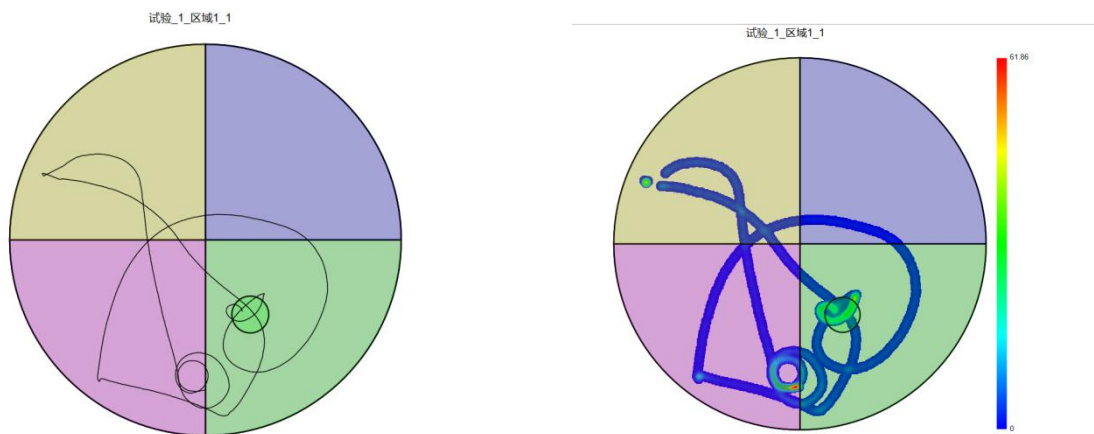
Morris 水迷宫用来检测动物的空间学习记忆能力，经典的实验操作包括定位航行、空间探索，这是最常被选用做动物学习记忆评价的基本步骤；动物休息若干天后，可用同样的方法进行定位航行和空间探索测试，来判定动物空间记忆的保持和再现能力；空间搜索试验后 24 h 将站台移至对位象限，进行对位训练和对位探索试验，也称附加实验，可以考察动物的工作记忆。

操作方法

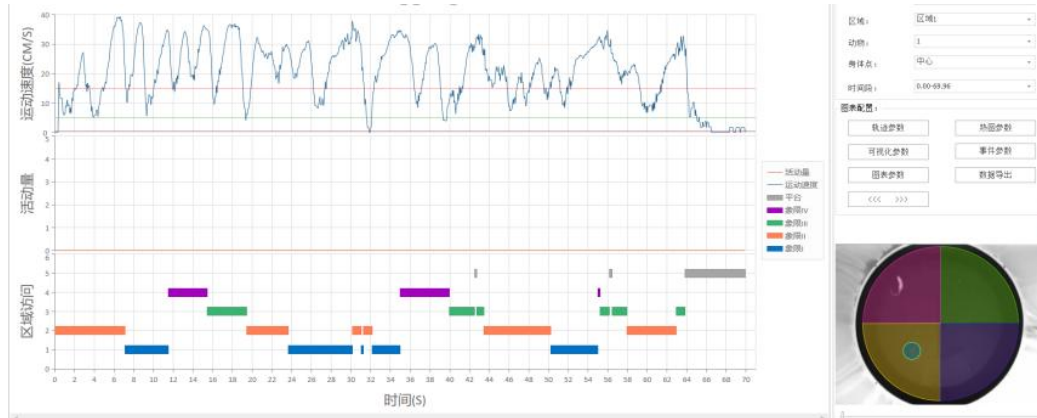
1、 **定位航行实验** 也称获得性训练。动物先移入实验环境适应 1 w，实验第 1 天将鼠放入水池中自由游泳 60 ~ 120 s 以适应环境，为了避免时间过长消耗过多体力，一般小鼠 60 s，大鼠 120 s。第 2 天起将平台置于某一象限，进行获得性训练，每日 4 次，4 个不同的象限各一次，面向池壁将动物放入水中，Nature Protocols推荐每次实验间隔时间15s，共训练 4 ~ 5 d，实验观察发现，定位航行实验可根据动物状态确定每天

游泳次数，游泳次数过多会消耗动物体力导致数据失真。动物找到平台后一般在平台上休息 10 ~ 15 s，若规定时间内找不到平台，则由操作者将其引导上平台，在平台上休息相同时间，再进行下一次实验。若动物未充分休息再次跳入中则需将其重新放回站台重新计时。

2 、空间探索实验 定位航行实验结束 24 h 后，撤除水下平台，任选 1 个入水点将动物面向池壁放入水中，所有动物必须在同一入水点，记录动物在规定的时间内（一般为 60 s）第一次跨越平台时间、跨越平台次数等指标。



3 、附加实验 包括反向空间实验和二次反向空间加缩小平台实验，将平台放在与原先平台呈 180° 的位置进行获得性训练，24 h 后进行空间探索实验，称反向空间实验。再次将平台放回原来象限并缩小平台重复上述实验（平台面积可缩小至 5 cm），称二次反向空间加缩小平台实验。这些实验增加了实验难度，用于考察动物的再学习能力、学习记忆的精准度或者工作记忆。近年来国外该项实验做的相对较多，国内还很少做。



五、统计方法学

潜伏期时间为计量资料，可用方差分析，但需按方差分析的程序先进行方差齐性检验，方差齐，计算F 值，用多个实验组和一个对照组间均数的两两比较方法进行统计；对非正态 或方差不齐的数据进行适当的变量转换，待满足正态或方差齐要求后，用转换后的数据进行 统计；若变量转换后仍未达到正态或方差齐的目的，改用秩和检验进行统计。计数资料，比如说穿越站台的次数，可用X² 检验，四格表总例数小于40, 或总例数等于或大于40但出现理论数等于或小于1时，应改用确切概率法。

Morris 水迷宫的实验数据较为复杂，其统计分析难度也较大，尤其是对大鼠在寻找隐蔽 站台试验中所测得的逃避潜伏期如何进行统计学分析既往存在的问题较多。在过去的研究中， 国内文献中有的直接计算每天的平均逃避潜伏期后再进行t 检验或方差分析，或根据大鼠的 逃避潜伏期在定位航行试验后3d 趋于稳定的情况，仅对后3d的平均逃避潜伏期进行t 检验 或方差分析。有的研究则就1~5d的逃避潜伏期进行单因素方差分析。我们认为以上统计方法均不正确。 一个较明显的错误是，以趋于平稳的后3d 的平均逃避潜伏期代表记忆水平，首先遇到的问题是仅在生理状态下的大鼠才表现如此，而实验记忆损伤组大鼠往往后3d 的 逃避潜伏期仍然持

续下降。正常青年组和初老年组大鼠的逃避潜伏期在后3d 趋于平稳,但 实验损伤组大鼠的逃避潜伏期由于学习记忆损伤后其基线较高,第3~5天逃避潜伏期仍然 呈下降的趋势,并不象正常对照组一样趋于稳定。不仅如此,还存在上述统计方法对隐蔽站台试验中测得的逃避潜伏期数据统计学特征的认识错误。隐蔽站台试验中的逃避潜伏期具有以下特点:①系重复测量设计,即在给予某种处理后,在不同的时间点上从同一受试对象上重复测量获得的数据(逃避潜伏期);②影响逃避潜伏期(自变量)统计分析结果的至少有动物 组别、检测时点等多个效应因子,效应因子之间存在交互影响效应;③同一受试动物的不同时间点所测得的逃避潜伏期存在高度的自相关性;④存在截尾数据(最大潜伏期)。据此,对Morris 水迷宫中隐蔽站台试验的逃避潜伏期应采用重复测量数据 repeated measures analyses of variance (ANOVA)的多因素方差分析结合截尾数据的生存分析方法较为恰当,国外文献报道中常用,这种方法对潜伏期均值进行进一步的分析,天数作为自变量,潜伏期或游泳速度作为因变量。

六、评价指标

虽然文献中提到了纷繁复杂的评价指标,但对这些指标并没有进行很好的特征化和准则化。例如,游泳速度明显是运动能力的指标,路径长度又受游泳速度和游泳时间(潜伏期)的双重影响,理论上不应该是判断认知能力的很好指标。所以,对各项指标所反映的行为性质需要进行探讨,解释这些指标时要慎重。单用潜伏期作为指标并不能提供有关空间学习的足够信息,因为游泳速度快也并非意味着学习效率就高,记忆能力就好。

参数定义准则:

总路程(总活动度):实验动物总的运动路程;

与动物自身的游泳速度直接相关,在相同的时间内,只反映动物的游泳速度的快慢;即路程越长,反映了动物的游泳速度越快。

总时间:开始录像到录像结束的总观察时间;即为单次的训练时间,一般现在为60s;

平均速度:总路程/总时间;

从中可以看出动物游泳速度的个体差异来,动物的潜伏期和游泳速度有一定的关系;

上台时间(潜伏期):指实验动物每次入水后第一次成功找到站台所需的时间;成功上台是指在台上逗留时间超过5~10秒钟(可自己定义),如果逗留时间不足5~10秒,则不算上台,潜伏期时间即为训练时间;

潜伏期是morris水迷宫一个很重要的参照指标,它的时间长短也代表着动物空间学习记忆能力的好坏,潜伏期短,预示着动物的学习记忆能力好;但是和动物自身的游泳速度有关,比如有的正常大鼠游泳速度慢些,所以潜伏期比痴呆组动物还长,另外,某些动物放入水中后会左右观望打圈,或者原地不动确定方向后直接游到台上,出现这种现象,说明动物记忆力好,这个现象是很重要的,如果在治疗组动物发现这种情况,是非常好的。但是由于动物原地不动,这个时候潜伏期的时间可能会长,所以潜伏期并不能作为判断记忆力好坏的最终指标。

上台前路程:指实验动物在第一次成功上台前所运动的路程;与潜伏期时间相关,潜伏期时间越长,上台前路程也就越大;二者之间呈正相关关系,所以也间接反映了潜伏期时间的长短,也可以看做是评定动物记忆力好坏的指标之一。

路程和时间				区域中指标				区域中指标			
中心				SE-中心				SW-中心			
开始时间(s)	总路程(cm)	总时间(s)	结束时间(s)	区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)	区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)
0.00	949.83	34.60	34.60	183.09	5.00	2.00	8.00	230.36	7.87	2.00	5.20
区域中指标				区域中指标				区域中指标			
NW-中心				NE-中心				平台-中心			
区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)	区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)	区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)
332.43	13.40	3.00	3.07	203.95	5.20	2.00	10.67	0.00	0.00	0.00	0.00

从中可以看出动物游泳速度的个体差异来，动物的潜伏期和游泳速度有一定的关系；

SE活动路程：实验动物在SE象限所活动的距离之和；

SW象限活动时间：实验动物在SW象限运动的时间之和；

SW象限活动路程：实验动物在SW象限所活动的距离之和；

SW象限活动时间：实验动物在SW象限运动的时间之和；

NE象限活动路程：实验动物在NE象限所活动的距离之和；

NE象限活动时间：实验动物在NE象限运动的时间之和；

NW象限活动路程：实验动物在NW象限所活动的距离之和；

NW象限活动时间：实验动物在NW象限运动的时间之和；

站台进入次数：指在撤去平台后，在一定的时间内，实验动物穿越原站台位置的次数。（穿越一次指进出站台区域各一次）；

搜索策略：

(1) 直线式：以实验动物入水点与站台中心连线为中轴，如果动物的有运动轨迹与中轴的距离不超过半径的15%，且在该区域中运动的时间至少占总运动时间的70%则认为实验动物此次运动为直线式策略。

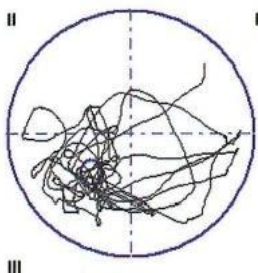
(2) 趋向式：与直线式较相似，以实验动物入水点与站台中心连线为中轴，如果动物的所有运动轨迹与中轴的距离不超过半径的50%，且在该区

域中运动的时间至少占总运动时间的70%则认为实验动物此次运动为趋向式策略。

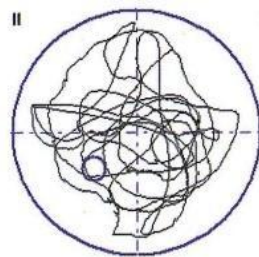
(3) 边缘式：以实验动物运动区域中心为圆心，取半径的75%做圆，如果动物70%以上的 时间均在该圆外活动，则认为实验动物此次的运动为边缘式策略。

(4) 随机式：若实验动物的运动策略与以上三种不同则认为实验动物此次运动为随机式 策略。

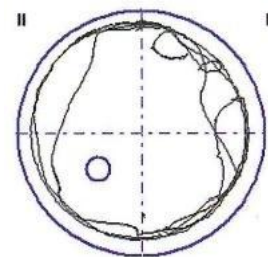
搜索策略和趋触性是衡量动物分析判断能力和解决问题能力的两个指标。大鼠寻找平台的方式大致可分为四种：边缘式、随机式、趋向式及直线式。不同的搜索方式代表大鼠以不同的策略寻找平台，正常动物的搜索策略随着训练次数的增加而呈现“边缘式→随机式→趋向式→直线式”的变化规律。痴呆动物的搜索策略会发生异常变化。比如只有边缘式→随机式，或者随机式→边缘式，趋向式和直线式比较少见。



直线式



趋向式



边缘式

七、适用范围

与其他方法相比，Morris 水迷宫在判定啮齿类动物认知功能中具有很多优点：(1)它不需要实验前训练阶段，而且可以在短时间内完成相对大量的动物。(2)由于对年龄相关性空间记忆损害有可靠的敏感性，Morris 水迷宫是判断老年鼠空间学习记忆能力的特别有用的工具。通过探测和转移位置实验的训练，学习和回忆过程可以被记录分析，也可以在各组之间比较。(3)虽然对于鼠类来说浸入水中是令其厌恶的，驱动动物逃避的是水刺激，而不需要食物剥夺和电击，因此，避免了剥夺食物给实验动物带来的新陈代谢和电击休克方面的问题，而这方面问题对某些品系的动物来说可能是危险的。(4)气味或痕迹等干扰可以被去除。(5)将实验动物的学习记忆障碍和感觉、运动缺陷等分离开来，减少它们对学习记忆过程检测的干扰。可见站台实验，可以识别可能影响实验结果的动物视觉缺陷，修正标准 Morris 水迷宫实验中得到的结果。(6)通过改变站台的位置，可以完成学习和再学习实验，相应的，在同组动物中也可以测量不同用药量的效果。(7)既可以检测空间参考记忆又可以检测空间工作记忆。在用固定平台测试小鼠的空间参考记忆后再将平台的位置改为不固定，就可检测它们的工作记忆能力。(8)通过使用窗帘、划分区域等，可以减少实验人员和实验以外的物体对视频跟踪系统记录的干扰。(9)能提供较多的实验参数，系统地考察实验动物空间认知加工的过程，客观地反映其认知水平，显然，寻找不固定平台的认知过程要复杂一些，需要动物对时间和空间上的分离信息加以整合和判断。(10)操作简便，数据误差较小。

1、Morris 水迷宫实验在神经退行性疾病如阿尔茨海默症 (AD) 和帕金森症 (PD) 以及血管性痴呆 (VD) 等的研究方面是非常有效的；这些疾病的最大特征是认知功能的减退。经典的Morris 水迷宫所检测的是大鼠在多次的训练中，学会寻找固定位置的隐蔽平台，形成稳定的空间位置认知，这种空间认知是加工空间信息(外部线索)形成的。而平台的位置与大鼠自身所处的位置和状态关系不大，是一种以异我为参照点的参考认知，所形成的记忆是一种空间参考记忆。从信息的加工和提取方式来看，这种空间参考记忆进入意识系统，其储存的机制主要涉及边缘系统(如海马)以及大脑皮层有关脑区，常伴有Hebb 突触修饰，应该属于陈述性记忆。而临床健忘和痴呆的病人，正是陈述性记忆 首先受损而且比较突出。因此，Morris 水迷宫实验首选适用的范围是以海马损伤表现的认知功能衰退的记忆缺损。

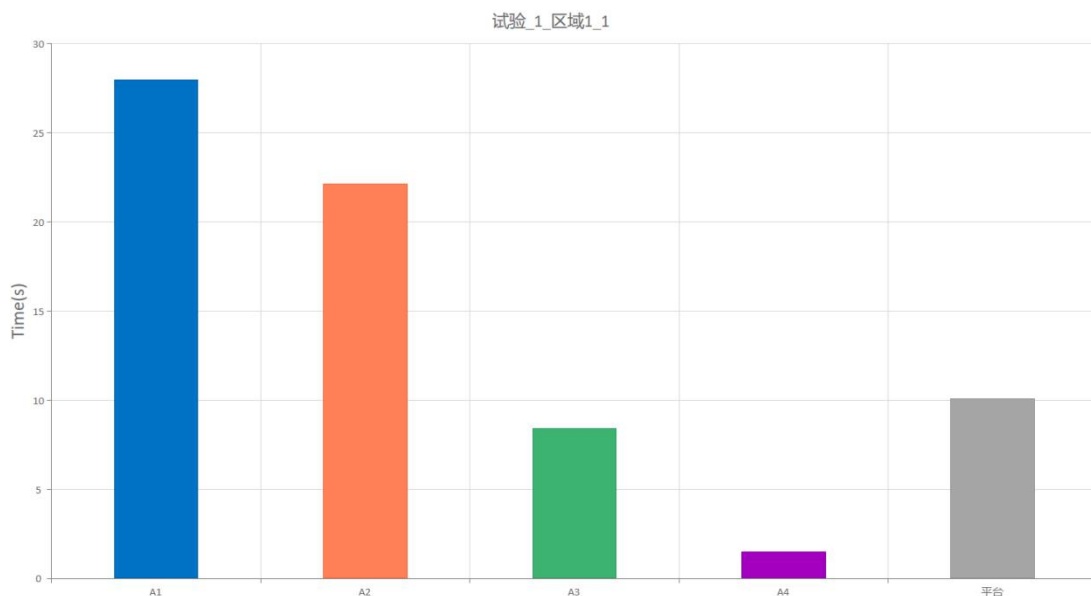
2、神经性毒害或者治疗药物的筛选实验：在神经药理学和神经毒理学实验中，某些药物对 神经元或者海马等脑区有哪些毒害或者治疗的作用，可以用Morris 水迷宫试验检测其 对学习记忆能力的影响。如一些抗胆碱能药物(如一些新的镇静剂)不仅抑制动物在 Morris水迷宫实验中的表现，而且在人类中也可以削弱记忆； 一些拟胆碱能药物(尤其是中药里面提取的新成分)不仅可以提高动物在Morris 水迷宫实验中游泳的成绩，而且可以提高人类的学习认知能力。

3、脑皮层功能衰退或意外伤害引起的工作学习记忆方面损害的实验：

Morris 水迷宫实验除了可以做隐蔽站台实验和探索实验外，还可用于工作记忆的研究。比如最简单的程序是 每只大鼠每天训练两次。第一次

训练时，平台置于水池的任何一个象限中，并隐藏在水面下，大鼠通过游泳找到平台，并且停留30~60 s。在第二次训练中，平台隐藏于与第一次训练相同的位置，同样要求大鼠通过游泳找到平台。如果大鼠能从第一次的训练中获得经验(工作记忆)，那么，第二次训练的成绩就会提高。比较两次实验的成绩，就可以评价工作记忆的好坏。虽然在同一天测试中，平台的位置是相同的，但是不同天的测试中，平台的位置是随机的，以保证每一天平台的位置都是新的，不同于前一天平台的位置。像日常生活中的脑萎缩引起的健忘，以及车祸等意外伤害到脑皮层引起的工作学习记忆的损伤。

4、用来确定药物或其他实验处理是否导致动物视力改变：Morris 水迷宫实验还可以通过可见站台试验来检测药物对动物的视力是否有影响，这些视力改变会混淆动物基于远端可见信息定位所得到数据的分析。有一点需要注意的是，某些特定的行为可能表示视力受损，比如没有搜索行为或持续沿水池周边游泳可能被认为是视力受损，因为动物在一段时间内并没有定位平台。因此动物必须试图穿越水池而且不能准确定位站台。



八、注意事项

1. 对比食物驱动模型(如放射臂迷宫),水迷宫实验的最大优点在于,动物具有更大的、逃离水环境的动机。而且不必禁食,特别适合老年动物的测试。加上它对衰老引起的记忆减弱尤其敏感,因此,水迷宫最常用于老年动物记忆的研究。

2. 如用小鼠,除游泳池尺寸约为大鼠的50%以外,平台直径也较少(7.5cm)。实验方法与大鼠类似,但训练周期较短。一般获得性训练3天共训16次(第一天4次,后两天每天6次;两次训练之间的间隔5~10min,第四天为探查训练,第五、六天为对位训练,每天训练六次,第七天为第二次探查训练。

3. 如用肉眼观察,在所有试验过程中试验者始终坐在同一位置,距离泳池最近的边缘约60cm。

4. 每天在固定时间测试。操作轻柔,避免不必要的应激刺激。

5. 当与其他同类实验相比较时,要注意到动物的性别、品系、泳池的尺寸和水温等多种因素对实验结果的影响。此外,当以游泳速度作为观察指标时,要考虑到动物的体重、年龄以及骨骼肌发育状况等对游泳速度可能造成影响。

6. 用老年动物进行实验时,应确认动物的游泳能力和视力不因年龄增大而影响行为操作。其方法如下:将平台露出水面以使动物能够看见平台。动物放入泳池后如毫无困难地直接游向平台,说明动物的游泳能力和视力均正常,可以开始实验。

7. 游泳对动物是一个较大的应激刺激，可引起神经内分泌的变化。这些变化可能对实验结果造成干扰。对老年动物，严重时可诱发心血管疾病而导致卒中甚至死亡。因此，必要时可将动物多次放入泳池或适当延长其游泳时间以增加动物对游泳的适应能力。

8. 当用牛奶或奶粉搅浑泳池的水时，要定期换水以免水腐败变质；

Y迷宫实验方法

目 录

一、Y 迷宫实验介绍

二、Y 迷宫组成

三、Y 迷宫实验方法

四、T 迷宫实验方法

以下准则仅供实验参考

一、Y 迷宫实验介绍

Y迷宫主要应用于动物的辨别性学习，工作记忆及参考记忆的测试。Y迷宫由三个完全相同的臂组成。每个臂尽头有食物提供装置（选配），根据分析动物取食的策略即进入各臂的次数、时间、正确次数、错误次数、路线等参数可以反映出实验动物的空间记忆能力。相对而言，Y迷宫简便、可行，相对八臂迷宫来说更加简单，有一定的实用性，现常用于学习记忆功能评价。Y迷宫、八臂迷宫这类食物奖赏型迷宫任务能够检测啮齿类动物与海马和前额叶脑区相关的空间参考记忆和空间工作记忆。当动物在迷宫中寻找食物时，动物需要根据迷宫周围的视觉标示，记住它已搜寻过的迷宫臂，以避免重复进入同一个臂，从而有效地获得食物。这种类型的记忆能指导进行中的行为，被称为工作记忆。

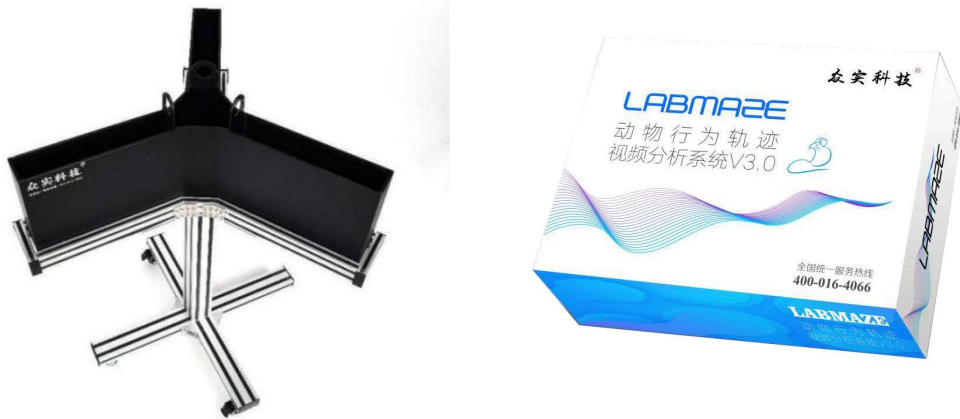
Y迷宫实验模型用来研究啮齿类动物的空间识别记忆能力，这相对于被动回避等实验的优点在于：这种迷宫利用了啮齿类动物对新异环境天然探究的自然习性，不需要动物学习任何规则来趋利避害，能够有效地反映出动物对新异环境的识别记忆能力。

二、Y 迷宫组成

Y实验系统由Y迷宫硬件和图像自动采集和软件分析系统组成。Y迷宫的形状类似大写字母“Y”，具有一个中央起始点和多个分支。分支可以是选择方向的路径

众实科技Labmaze动物行为学分析软件 V3.0 是一款自动跟踪和记录动物活动的通用型运动轨迹记录分析系统，适用于Morris水迷宫实验、开

场实验、旷场实验、自发活动、避暗实验、T型迷宫、Y型迷宫、放射型迷宫、高架十字迷宫、八臂迷宫、Barnes迷宫、条件性位置偏爱实验、Zero迷宫、孔洞实验、跳台实验、新物体识别等各种动物实验。除了具有自动跟踪记录动物活动轨迹的基本功能外，还具有通过事件记录器记录视频系统无法自动识别的各项动物行为事件、实验视频导入再分析、实验数据管理以及实时录像功能。



三、Y 迷宫实验方法

1. Y 迷宫交替行为实验：

Y 迷宫交替行为实验：Y 迷宫设备由三个不透明的塑料臂（分别标记为 I, II, III）制成，两臂之间的角度为 120° ；

将小鼠轻柔的放入迷宫中央，并允许其自由探索 8 min。小鼠进入每个臂的标准为四肢完全进入。小鼠依次进入三个不同臂（例如 I II III, I III II, II III I, II I III, III I II, III I II,）是一种交替；

交替分数的计算方法是将交替总数除以选择总数减去 2 乘以 100，如下等式所示：自发交替率 (%) = $[(\text{自发交替次数}) / (\text{总进臂次数} - 2)] \times 100$;

两只小鼠实验间隔中都需要 75% 酒精擦拭迷宫，并使酒精完全挥发，确保气味并不会对实验产生干扰。Y迷宫实验通过图像采集系统记录检测指标，分析实验数据。

路程和时间				区域中指标				区域中指标			
中心				中央区-中心				III-中心			
开始时间(s)	结束时间(s)	总时间(s)	总路程(cm)	区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)	区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)
0.00	15.25	15.25	0.00	0.00	1.62	2.00	2.25	0.00	6.25	1.00	2.50

区域中指标				区域中指标				区域轮转			
II-中心				I-中心				区域轮转-中心			
区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)	区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)	总次数	直接逗留次数	间接逗留次数	交替百分比(%)
0.00	2.25	1.00	0.00	0.00	5.00	1.00	10.12	1.00	0.00	0.00	1.00

2. 电刺激 Y 迷宫实验

预实验:

将动物放入Y迷宫中适应3-5min，给予小鼠(0.2-0.5ma)大鼠(0.6-0.8ma)电击，直到动物对3个臂均进行了探索。选择对电击反应比较敏感、运动活跃、逃避反应迅速的动物供测试，淘汰反应迟钝或者过于敏感的动物。所选动物的上述活动情况无显著差异。

逃避条件反射测定：实验前先将动物放入Y迷宫熟悉3-5min，任选一臂作为起步区（动物所在的臂），剩下的二个臂中任选一臂作为安全区。安全区灯亮后持续15S，同时另外二个臂给予电击，训练动物跑到安全区。动物至安全区后熄灯休息30S，开始下一次操作。每次实验在每只大鼠上重复20-30次为一轮。实验需在黑暗、安静的环境中进行。凡大鼠受电击后10S内一次性从起步区逃至安全区的反应称为“正确反应”，否则为“错误反应”。正确反应率达到90%以上为学会标准，电击次数越少，学习能力越强。针对不同的实验可用专门的软件设定各持续时间的值。

3. Y 迷宫食物奖赏测试

迷宫实验包含两个阶段，间隔 1h（1 h ITI）。第一个阶段为训练期，新异臂被隔板挡住，小鼠由起始臂放入，在起始臂和目标臂（放入3-10mg

食物，) 中自由活动10 min，训练结束后，小鼠被放回饲养笼。1 h 后进行第2 个阶段实验。第2个阶段为检测期，抽开新异臂隔板，小鼠由起始臂放入，在3个臂中自由活动5 min。录像记录5 min内每只小鼠在各个臂停留的时间和穿梭次数。数据统计：Y迷宫实验中，5min内小鼠在各个臂之间停留的时间；Y迷宫实验中，5min内小鼠在各个臂的穿梭次数。

注：实验中，随机安排不同动物对应的 Y迷宫的起始臂、新异臂和其他臂，但对于同一只小鼠，在迷宫实验的两个阶段，三个臂是固定的。由于小鼠对该迷宫测试的记忆时间最长不超过数小时，所以该迷宫测试可以在同一只小鼠上反复进行，但两次实验需间隔至少1周，并改变三个臂的搭配（Dellu et al, 2000）。评价空间识别记忆能力可以用小鼠在各个臂停留的时间作为检测指标，同时以动物在各个臂的穿梭次数作为检测其活动能力的一个指标（Dellu et al, 1992, 2000）。Y迷宫的行为学检测方法

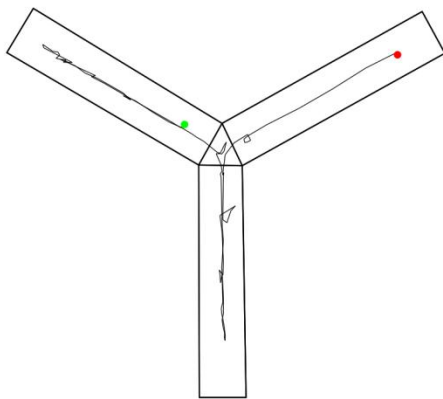
试验	区域	动物	事件	名称	开始时间(s)	结束时间(s)	持续时间(s)	步骤	详情
▲ 事件：区域访问									
试验_1	区域1	1	区域访问	II	0.00	2.25	2.25		
试验_1	区域1	1	区域访问	中央区	2.25	2.50	0.25		
试验_1	区域1	1	区域访问	III	2.50	8.75	6.25		
试验_1	区域1	1	区域访问	中央区	8.75	10.12	1.38		
试验_1	区域1	1	区域访问	I	10.12	15.12	5.00		

4. 空间学习能力测定

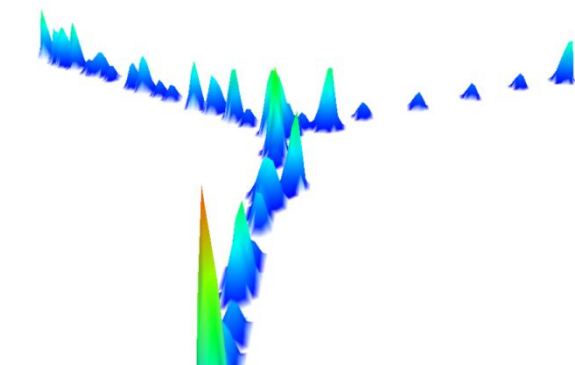
任选一臂作为“起步区”，另选一臂作为“新颖区”。第一次测试时，将动物背朝中央放入“起步区”，同时关闭“新颖区”，让动物在2个臂中自由探究10-15min；1小时后进行第二次测试，将动物再次背朝中央放入“起步区”，同时打开“新颖区”，让动物自由探究5-10min。检测(1) “新颖区”作为动物首选进入臂的百分比（评价辨识能力）；(2)在“新颖区”的停留时间（评价空间记忆能力）；(3)每个臂的进入次数（评价新奇环境探究能力）；(4)进臂总次数（评价自主活动量）。该实验法应在Y

迷宫的各个臂上做上明显的特殊标记可以区分，以提供动物空间定位的线索。

值得注意的是，实验应在暗室中进行，周围环境保持安静，每天的实验时间基本相同，这样才能保证数据的正确可靠。



三、T迷宫实验方法(传统方法与自主交替方法)



1、传统T迷宫实验

2、适应在T-形迷宫臂内分撒6粒食丸（45g），让大鼠适应迷宫5min，每天一次，连续5天。

3、强迫选择训练 将大鼠放入主干臂的起始箱，打开闸门，让大鼠进入迷宫的主干臂。随机、交替选择左右两臂之一放入4粒食丸，同时关闭另一臂，使动物被迫选择食物强化臂并完成摄食；每天6次，连续4天。

4、延迟位置匹配（delayed matching-to-position, DMP）训练

5、将动物放入闸门关闭的起始箱，打开闸门，让动物进入主干臂。

6、关闭一侧目标臂，强迫动物进入另一侧开放臂以获得2粒食丸奖赏。

7、立即（最短延迟，少于5s）将动物放回主干臂，开始匹配训练中的第二次训练；此时两个目标臂均开放。动物将两前肢和至少两后肢的一部分置于一个目标臂时完成“一次选择”。动物返回到强迫选择训练时进入过的臂则获得食物奖赏（4粒食丸），记录一次正确选择；若动物进入另一臂，则没有食物奖赏，并且将其限制在该臂内10秒，记录一次错误选择。

一次匹配训练结束后将动物放回笼内5~10min（与此同时训练其他动物），再重复下一次匹配训练。每天8次。动物连续两天的正确选择次数达到15/16，则认为达到标准，可以开始实验。如动物经过30天训练仍然达不到标准，则予以淘汰。

动物训练达标后一天，给予一次匹配训练。所不同的是，强迫选择训练后，将T-形迷宫旋转180度，再进行上述开放臂的训练。这样做的目的是评价动物是否为定位性操作（有赖于迷宫外信号）或反应性操作（不依赖迷宫外信号）。

接着两天，每天给予10次匹配训练，每次训练间隔为60s，用以评价动物的工作记忆操作。记录进入食物强化臂的次数和再次进入非强化臂的次数。后者被认为是工作记忆错误。正常健康年轻的大鼠几乎每次均能准确操作。当操作稳定、且选择准确率高（工作记忆错误少于10%）时，可进行药物测试或脑区毁损后的操作实验。

T迷宫自主交替实验（spontaneous alternation on a T-maze）

1925年，Tolman首次报道了一个有趣的发现：在迷宫实验中，大鼠极少重复进入迷宫的同一臂。

大鼠以这种重复交替的方式探究周围环境。因而，即使没有食物奖赏，大鼠仍然保留对所探究区域有一定的新奇感。正常的交替操作与完整的工作记忆能力相一致。

用药理或解剖毁损的方法可改变这种交替操作行为。实验方法如下：

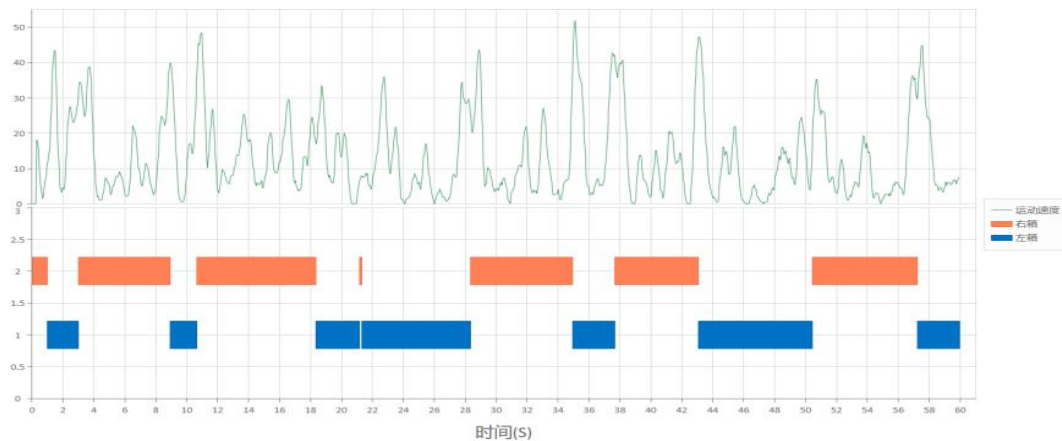
（1）充分抚摸大鼠 每天1~2min，连续5~7d。由于大鼠没有被剥夺进食，唯一对大鼠有驱动作用的是其探究迷宫的欲望。因此，动物必须对实验者和实验环境完全适应，没有恐惧感。充分触摸大鼠就显得尤为重要。

（2）将大鼠放入T-形迷宫的主干臂；打开闸门，让大鼠离开主干进入一个目标臂（四肢进入臂内）。

（3）将大鼠放回主干臂，限其在臂内一段时间（零倒数分钟，但开始时设定5s比较合适）。

（4）将第2和第3步的操作重复9次，记录进入每一臂的次数。对照大鼠在每一实验间期（共10次训练）内应交替选择两目标臂。实验结果表述为同一实验间期内交替次数除以总的选择次数。当使用药物或相关脑区毁损等方法减弱记忆力时，这个比率下降。

注：所用食物通常为小块的、带巧克力味（动物最喜欢的味道之一）或甜味的早餐圈（每块3-10mg）；也可用液体食物（如巧克力奶或水）。后者对于测试某些影响动物对固体食物吞咽的药物（如东###）尤为实用。



八臂迷宫实验方法

目 录

一、实验介绍

二、八臂迷宫的组成

三、实验方法

四、计算与数据分析

五、注意事项

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

八臂迷宫（8-Arm Maze）用来检测药物或大脑受损状态下学习和记忆方面的表现，它由八个完全相同的臂组成，这些臂从一个中央平台放射出来，所以又被称为放射迷宫（Radial Maze）。八臂迷宫操作简便、可行，而且能区分短期的工作记忆和长期的参考记忆，现已被广泛用于学习记忆功能评价。

二、八臂迷宫的组成

八臂迷宫实验系统由八臂迷宫硬件和图像自动采集和软件分析系统组成。八臂迷宫由八个完全相同的臂组成，这些臂从一个中央平台放射出来。

众实科技Labmaze动物行为学分析软件 V3.0 是一款自动跟踪和记录动物活动的通用型运动轨迹记录分析系统，适用于Morris水迷宫实验、开场实验、旷场实验、自发活动、避暗实验、T型迷宫、Y型迷宫、放射型迷宫、高架十字迷宫、八臂迷宫、Barnes迷宫、条件性位置偏爱实验、Zero迷宫、孔洞实验、跳台实验、新物体识别等各种动物实验。除了具有自动跟踪记录动物活动轨迹的基本功能外，还具有通过事件记录器记录视频系统无法自动识别的各项动物行为事件、实验视频导入再分析、实验数据管理以及实时录像功能。



三、实验方法

1. 动物适应实验环境1周后，称重，禁食24小时。此后每天训练结束后限制性地给予正常食料（据体重不同，大鼠16-20g，小鼠2-3g），以使体重保持在正常进食大鼠的80%~85%。

2. 第二天，迷宫各臂及中央区分撒着食物颗粒（每只4~5粒，直径约3~4mm）。然后，同时将4只动物置于迷宫中央（通往各臂的门打开）。让其自由摄食、探究10min。

3. 第三天，重复第二天的训练。这一过程让动物在没有很强的应激条件下熟悉迷宫环境。

4. 第四天起，动物单个进行训练：在每个臂靠近外端食盒处各放一颗食粒，让动物自由摄食。食粒吃完或10min后将动物取出。

5. 第五天，将食物放在食盒内，重复前一天的训练，一天2次。

6. 第六天以后，随机选4个臂，每个臂放一颗食粒；各臂门关闭，将动物放在迷宫中央；30s后，臂门打开，让动物在迷宫中自由活动并摄取食粒，直到动物吃完所有4个臂的食粒。如经10min食粒仍未吃完，则实验终止。每天训练两次，其间间隔1h以上。

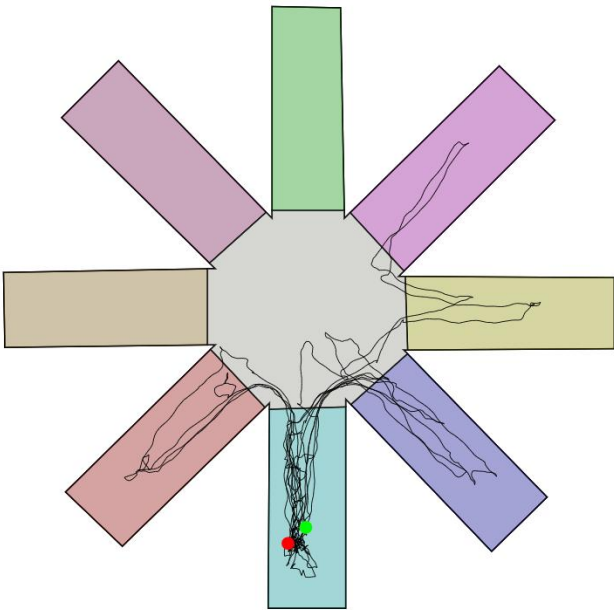
记录以下4个指标：1工作记忆错误，即在同一次训练中动物再次进入已经吃过食粒的臂；2参考记忆错误，即动物进入不曾放过食粒的臂；3总的入臂次数；4测试时间，即动物吃完所有食粒所花的时间。此外，计算机还

可记录动物在放射臂内及中央区的活动情况，包括运动距离和运动时间等。连续5次训练的工作记忆错误为零、参考记忆错误不超过1次时，可以开始药物测试或脑内核团结构毁损实验。一般先给溶剂（如生理盐水），再给削弱记忆的药物，然后加用增强记忆的药物，剂量由低到高。

区域中指标				区域中指标				区域中指标			
I-中心				II-中心				III-中心			
区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)	区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)	区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)
0.00	0.00	0.00	0.00	36.26	4.56	1.00	288.08	56.08	8.28	2.00	280.76

区域中指标				区域中指标				区域中指标			
IV-中心				V-中心				VI-中心			
区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)	区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)	区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)
34.14	19.04	4.00	79.64	375.22	218.44	7.00	0.00	91.97	18.64	2.00	28.96

区域中指标				区域中指标				区域中指标			
VII-中心				VIII-中心				IX-中心			
区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)	区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)	区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	176.26	31.88	15.00	27.68



四、计算与数据分析

用两个指标评价动物的记忆，即工作记忆错误频率（ frequency of working memory errors） 和参考记忆错误频率（ frequency of reference memory errors） ,分别等于工作记忆错误或参考记忆错误与

总的入臂次数的比率。用这两个指标分别评价工作记忆与参考记忆。同时，计算平均探究时间（average exploration time），即测试时间与总的入臂次数之比，为评价一般运动活性的指标。根据毁损的脑区结构或所给削弱记忆的药物的不同，工作记忆错误频率和/或参考记忆错误频率显著增高，记忆增强药物或治疗可使这种错误频率降低。

试验	区域	动物	事件	名称	开始时间(s)	结束时间(s)	持续时间(s)
事件：区域访问							
试验_1	区域1	1	区域访问	A6	0.04	27.28	27.24
试验_1	区域1	1	区域访问	C	27.28	29.08	1.80
试验_1	区域1	1	区域访问	A5	29.08	34.80	5.72
试验_1	区域1	1	区域访问	C	34.80	39.00	4.20
试验_1	区域1	1	区域访问	A6	39.00	77.72	38.72
试验_1	区域1	1	区域访问	C	77.72	79.76	2.04
试验_1	区域1	1	区域访问	A7	79.76	84.48	4.72
试验_1	区域1	1	区域访问	C	84.48	85.36	0.88
试验_1	区域1	1	区域访问	A6	85.36	100.96	15.60
试验_1	区域1	1	区域访问	C	100.96	102.52	1.56
试验_1	区域1	1	区域访问	A7	102.52	106.92	4.40
试验_1	区域1	1	区域访问	C	106.92	114.04	7.12
试验_1	区域1	1	区域访问	A6	114.04	133.40	19.36
试验_1	区域1	1	区域访问	C	133.40	135.04	1.64
试验_1	区域1	1	区域访问	A5	135.04	141.24	6.20
试验_1	区域1	1	区域访问	C	141.24	141.52	0.28
试验_1	区域1	1	区域访问	A5	141.52	142.76	1.24
试验_1	区域1	1	区域访问	C	142.76	144.24	1.48
试验_1	区域1	1	区域访问	A5	144.24	147.36	3.12
试验_1	区域1	1	区域访问	C	147.36	148.16	0.80
试验_1	区域1	1	区域访问	A6	148.16	240.40	92.24
试验_1	区域1	1	区域访问	C	240.40	242.16	1.76
试验_1	区域1	1	区域访问	A7	242.16	250.32	8.16
试验_1	区域1	1	区域访问	C	250.32	251.44	1.12
试验_1	区域1	1	区域访问	A6	251.44	271.80	20.36
试验_1	区域1	1	区域访问	C	271.80	280.76	8.96
试验_1	区域1	1	区域访问	A8	280.76	286.88	6.12
试验_1	区域1	1	区域访问	C	286.88	288.32	1.44
试验_1	区域1	1	区域访问	A1	288.32	292.48	4.16
试验_1	区域1	1	区域访问	C	292.48	294.24	1.76
试验_1	区域1	1	区域访问	A8	294.24	296.24	2.00
试验_1	区域1	1	区域访问	C	296.24	297.76	1.52
试验_1	区域1	1	区域访问	A6	297.76	300.84	3.08

五、注意事项

1. 小鼠放射迷宫设备和实验程序与大鼠类似，但迷宫规格应比大鼠迷宫小 $1/4 \sim 1/2$ ，以免增加小鼠行为操作难度。
2. 本实验也可只用来测定工作记忆。方法中唯一不同的是，在所有放射臂均放置食粒，而不是只选4个臂放置食粒。
3. 慢性应激对动物的迷宫操作可产生影响，且存在性别差异。经过慢性应激以后，雄性大鼠记忆力减弱，表现为记忆错误频率增加；雄性大鼠的空间记忆反而增强，表现为错误频率减少。

4. 即使在限制进食条件下，也应让大鼠体重每周增加5g，以免动物因营养不良而患病。剔除身体状态不良的动物。

5. 迷宫周围的任何一件物品均可被动物用来作为空间定标的标志。去除或移动这些标志可能使动物操作困难并降低迷宫臂选择的准确性。

6. 根据实验目的的不同迷宫放射臂的数目可不同，包括8、16、24、32、40和48臂迷宫。迷宫臂越少要求动物记住探究过的臂也越小，动物的行为操作就越简单。增加臂的数目一方面增加了对动物空间记忆的要求，另一方面也引入了更多的、有必要考虑的干扰因素（例如过去的迷宫学习对目前所测记忆的影响）。所以，通常使用8臂放射迷宫，既可减少不必要的、过多臂的干扰，又可缩短训练和测试所花的时间。

7. 所用食物通常为小块的、带巧克力味（动物最喜欢的味道之一）或甜味的早餐圈（每块3-10mg）；也可用液体食物（如巧克力奶或水）。后者对于测试某些影响动物对固体食物吞咽的药物（如东#）尤为实用。

8. 影响动物迷宫操作主要有两大因素：对迷宫或观察者的恐惧与动物探究习性和已知放在迷宫臂内食物的驱使。恐惧因素过强会阻止动物的迷宫操作，使动物始终停留在迷宫的某一个地方而不去探究。缺乏对食物的渴求也会产生类似结果，增加对动物的抚摸，必要时加高迷宫臂的侧墙，有助于减少动物的恐惧。如食物的驱使作用不足，可减少食物量，但同时必须同时监测体重和一般身体状况。通常大鼠体重不应低于禁食前的80%；对多数大鼠，体重降低15%即可。

9. 与水迷宫不同，放射臂迷宫适合反复测试或长期记忆的测试。一般认为，工作记忆代表短期记忆，参考记忆代表长期记忆。

巴恩斯迷宫实验

目 录

一、实验介绍

二、实验设备

三、实验方法

四、数据分析

五、注意事项

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

Barnes（巴恩斯）迷宫是美国学者Carol A Barnes1979年发明的用于检测动物空间记忆的模型。与水迷宫和放射臂迷宫类似，巴恩斯迷宫利用啮齿类动物避光喜暗且爱探究的特性而建立的。动物获得的强化是从一个光亮、敞开的平台上面逃往位于平台下面的一个黑暗、狭小的箱里，该箱称为目标箱。经过训练，动物学习并记忆目标箱的位置。该模型对动物的应激性刺激较小，既不像放射臂迷宫（八臂迷宫）那样需要禁食，也不像水迷宫那样应激性强。因此，在记忆研究中较为常用。尤其适用于与应激相关的记忆研究以及基因敲除小鼠的行为表型研究。

二、实验设备

巴恩斯迷宫实验系统由巴恩斯迷宫硬件和图像自动采集和软件分析系统组成。巴恩斯迷宫由一个圆形平台构成，在平台周边，布满了很多穿透平台的小洞。在其中一个洞的底部放置一个盒子，作为实验动物的躲避场所；其他的洞的底部都是空的，实验动物无法进入其中。Barnes迷宫一般采用强光、噪声以及风吹等刺激作为实验动物进入躲避洞口的动机。

产品特点：不需要食物剥夺和足底点击，因此对动物的应激较小。实验对于动物的体力要求很小，最低限度的减少因年龄因素所致的体力下降对实验结果的影响。实验所需时间较少，整个实验能在7-17天内完成。能防止动物凭借气味来完成实验。

众实科技Labmaze动物行为学分析软件 V3.0 是一款自动跟踪和记录动物活动的通用型运动轨迹记录分析系统，适用于Morris水迷宫实验、开场实验、旷场实验、自发活动、避暗实验、T型迷宫、Y型迷宫、放射型迷宫、高架十字迷宫、八臂迷宫、Barnes迷宫、条件性位置偏爱实验、Zero迷宫、孔洞实验、跳台实验、新物体识别等各种动物实验。除了具有自动跟踪记录动物活动轨迹的基本功能外，还具有通过事件记录器记录视频系统无法自动识别的各项动物行为事件、实验视频导入再分析、实验数据管理以及实时录像功能。



三、实验方法

1. 实验开始前一天，将动物单个从目标洞置于目标箱内适应1min。
2. 将动物置于迷宫中央的固定桶（直径20cm，高27cm）内限制活动5s。

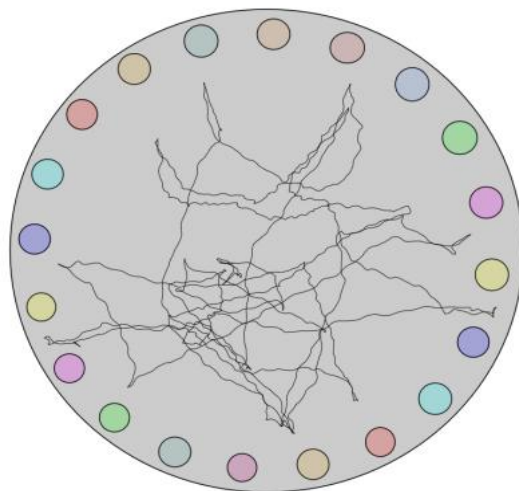
3. 移开圆桶，启动计时器。动物四肢均进入目标箱，则计为一次逃避（escape），并让动物在箱内停留30s。每一动物一次最多观察4min。在此期间如果动物仍然找不到目标箱，则将动物从迷宫移开，放入目标箱内并停留30s。利用这一间隙清洁迷宫。动物每天训练两次，连续5~6d。

4. 从第二次训练开始，每次训练之前将迷宫随机转动一至数个洞的位置，但目标箱始终固定在同一方位。这样做的目的是防止动物依靠气味、而非凭借记忆来确定目标洞的位置。

实验记录以下参数：探究任何一个洞的潜伏期、到达目标箱的潜伏期和每只动物的错误次数（一次错误定义为动物把头伸向或探究任何一个非目标洞，包括专注于探究同一个非目标洞）。

四、数据分析

运动轨迹分析： 通过对实验动物在迷宫内的运动轨迹进行分析，可以获得诸如运动速度、总路径长度、总时间以及不同迷宫区域内的停留时间等数据。这类分析可以借助专业的行为学分析软件，也可以手动进行。运动轨迹分析有助于评估实验动物的运动能力、活动水平，以及对巴恩斯迷宫测试的反应。



目标寻找分析： 通过记录动物在迷宫中寻找隐藏目标的过程，可以收集诸如寻找目标的时间、路径长度以及错误次数等数据。一般情况下，目标寻找分析可以划分为学习阶段、记忆阶段和回忆阶段。在学习阶段，动物逐渐学习目标的位置，通过多次重复的测试进行掌握。在记忆阶段，动物需要记住目标的位置，并在一段时间后回忆它的位置。回忆阶段则要求动物回忆并找到之前学到的目标位置。通过目标寻找分析，可以评估实验动物的空间学习和记忆能力，以及神经系统在空间信息处理和记忆机制方面的作用。

五、注意事项

1. 动物记忆力减弱，主要表现为动物成功获得一次逃避之前的错误次数比对照组增多，其次到达目标箱的潜伏期延长；探究任意洞的潜伏期可以延长，也可没有明显变化。记忆力增强则表现相反，即错误次数减少，到达目标箱的潜伏期缩短。

2. 动物在迷宫遗留的气味对下一只动物的迷宫操作影响很大。因此，除在两次训练之间旋转迷宫外，还要用75%酒精清洁迷宫，以消除残留气味对下一只动物的导向作用。

3. 巴恩斯迷宫平台类似一个大敞箱（open field），任何影响敞箱行为（自发活动）的因素（例如药物处理或基因改变）均可影响实验结果。

4. 品系差异 小鼠的爱探究特性使其成为巴恩斯迷宫研究的理想动物，但不同品系的小鼠在该实验中的行为表现差别很大。例如，129S6小鼠在巴恩斯迷宫中很少有探究行为，因而很难找到目标洞。而C57BL/6J小鼠则有相当多的探究行为，适合于巴恩斯迷宫实验。这一点在基因改变小鼠的记忆研究中尤其要注意。

避暗实验方法

目 录

一、实验介绍

二、 实验方法

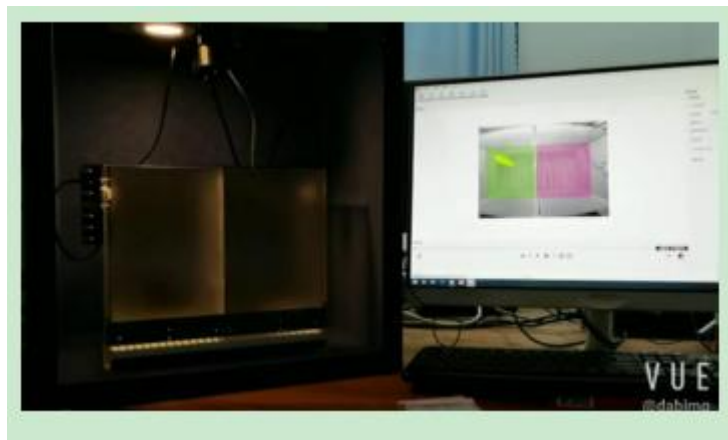
三、 指标参数

四、注意事项

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

啮齿类动物具有趋暗避明的习性，该实验设计的装置，一半是暗室，一半是明室，明室与暗室之间有一小洞相连。动物的天然习性驱使它进入暗箱，但暗箱中铺有通电的金属栅又迫使动物回到明箱。多次训练后，动物形成记忆而不去暗箱。药物或者其他因素（如脑损伤）的改变会增强或者削弱这种记忆的保存时间。



二、实验方法

训练期：

训练时先将动物放入反应箱中适应 3~5 min，然后暗室底部通电（0-1ma），将动物背对洞口放入明室，动物进入暗室即受电击。训练 3~5min，如在训练期间动物不进入暗室，则弃去不用。

试验期：

训练后根据具体试验目的，在一定间期（一般 24h）将动物再次放入明室。记录动物第一次进入暗室的时间（潜伏期）和 5min 内进入暗室的次数（错误次数），每个箱的逗留时间及活动路程。如果 5min 内动物未进入暗

室，错误次数计为 0 次，潜伏期计为 300s。

三、指标参数

观察时间、穿梭次数、潜伏期、明箱活动时间、暗箱活动时间、暗、总路程、明箱活动路程、暗箱活动路程。

路程和时间				区域中指标				区域中指标			
中心				明-中心				暗-中心			
开始时间(s)	结束时间(s)	总时间(s)	总路程(cm)	区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)	区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)
0.00	59.99	59.99	0.00	0.00	26.91	8.00	0.00	0.00	33.05	7.00	0.07

四、注意事项

- 1、实验前后注意清理点击栅栏动物排泄物。排泄物会影响通电性。
- 2、环境清理，通过酒精擦拭、晾干尽可能去除上一只动物气味，仪器设备需具备通风系统。
- 3、关闭两箱中间的门时要轻柔，不要制造过多外界的声响影响动物行为。
- 4、在实验过程中必须保持所有实验程序一致，如屏蔽噪音、减少气味刺激、调节光线等，实验环境应该安静、昏暗，尽量轻巧抓取动物，减少对动物的刺激。

穿梭箱实验方法

目 录

一、实验介绍

二、实验方法

三、数据分析

四、注意事项

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

该实验方法是定量测定动物行为学改变的重要手段，动物通过学习能回避有害的刺激（电击），属于经典的联合型学习条件反射，可以同时测定动物的主动和被动学习记忆。通过电击动物足底，形成非条件刺激。穿梭箱通常条件刺激（声、光）数秒后电击，若在条件刺激安全间隔期内动物逃向安全区为主动回避反应；如果在条件刺激安全间隔期内动物未逃向安全区，则通以交流电击后逃向安全区的为被动回避反应，否则为主动、被动回避反应阴性。经过反复训练后，只给条件刺激，动物即逃到对侧安全区以逃避电击，形成了条件反射或称主动回避反应。动物接受条件刺激时间越短，说明动物主动回避反应越迅速，学习记忆能力越强。

穿梭箱由实验箱和穿梭箱视频分析系统组成。箱底部格栅为可以通电的不锈钢棒，箱体部被挡板分为左右两侧，即安全区和电击区。挡板中间留有可供动物左右穿梭的门（可调节开闭）。实验箱顶部有光源或（和）蜂鸣音控制器。

众实科技 Labmaze 动物行为学分析软件 V3.0 是一款自动跟踪和记录动物活动的通用型运动轨迹记录分析系统，适用于 Morris 水迷宫实验、开场实验、旷场实验、自发活动、避暗实验、T 型迷宫、Y 型迷宫、放射型迷宫、高架十字迷宫、八臂迷宫、Barnes 迷宫、条件性位置偏爱实验、Zero 迷宫、孔洞实验、跳台实验、新物体识别等各种动物实验。除了具有自动跟踪记录动物活动轨迹的基本功能外，还具有通过事件记录器记录视频系统无法自动识别的各项动物行为事件、实验视频导入再分析、实验数据管理以及实时录像功能。



二、实验方法

预实验：

动物在测试箱内自由活动 5 min，以消除探究反射。将其置于穿梭实验箱电击区。先给予条件性刺激(灯光或声音刺激)20 s，后 10s 内同时给予电刺激(电流强度为 0-1mA，可调节)。如果在条件刺激 10s 内动物逃向安全区为主动回避反应，电击后才逃向安全区为被动回避反应，电击后也没有逃向安全区为无反应。经过数次训练后，动物可逐渐形成主动回避性条件反应，从而获得记忆。共重复 30-50 次。

测试期：

正式测试时，将动物置于穿梭箱电击区，方法步骤同训练期。条件刺激数秒钟后电击。若在声音刺激安全间隔期内大鼠逃向安全区则为主动回避反应；通以电击后逃向安全区的为被动回避。主动回避时间是指动物接受条件刺激的时间长短，该值越短，说明动物主动回避反应越迅速，学习记忆能力越强。

三、数据分析

1、 主动回避次数，主动回避潜伏期，被动回避次数（被电击后回避），被动回避潜伏期，无反应次数，总实验时间。

2、 主动回避次数越多，说明动物记忆能力越好。

3、主动回避潜伏期越短，说明动物记忆能力越好。

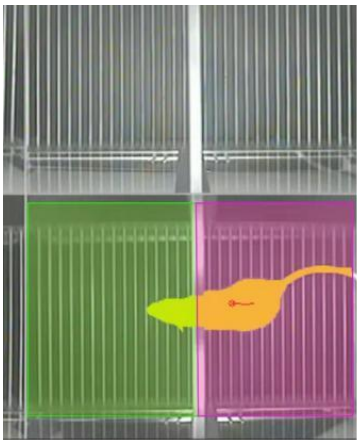
4、被动回避次数+主动回避次数总和越接近实验总次数，说明电击对动物影响越大，实验数据可信度高；反之则说明动物可能有抑郁倾向，或电刺激对动物的影响程度太小，需剔除数据。

5、其余指标：无反应次数、主动回避潜伏期、被动回避潜伏期

R主动逃避					R被动逃避					R无反应				
总次数	最短时间(s)	最长时间(s)	总时间(s)	平均时间(s)	总次数	最短时间(s)	最长时间(s)	总时间(s)	平均时间(s)	总次数	最短时间(s)	最长时间(s)	总时间(s)	平均时间(s)

四、注意事项

- 1、实验前后注意清理点击栅栏动物排泄物。排泄物会影响通电性。
- 2、环境清理，通过酒精擦拭、晾干尽可能去除上一只动物气味，仪器设备需具备通风系统。
- 3、关闭两箱中间的门时要轻柔，不要制造过多外界的声音影响动物行为。
- 4、在实验过程中必须保持所有实验程序一致，如屏蔽噪音、减少气味刺激、调节光线等，实验环境应该安静、昏暗，尽量轻巧抓取动物，减少对动物的刺激。



跳台实验方法

目 录

一、实验介绍

二、 实验方法

三、计算与数据分析

四、注意事项

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

跳台实验（也称为跳台回避实验）是一种经典的行为学实验，用于研究小鼠或大鼠的学习、记忆和认知能力。该实验旨在评估动物在避开电刺激的情况下对新环境的探索和学习能力。实验基于小鼠或大鼠的固有本能——避免痛苦刺激。在实验中，动物被放置在一个平台上，平台的一个区域被设定为安全区，不会施加电刺激，而台下区域则可能施加电刺激。动物会尽量避开电刺激的区域，而选择待在安全区域。

二、实验步骤

1、初始训练阶段

初始训练阶段是小鼠跳台回避实验的关键部分，旨在通过电刺激引发小鼠的逃避行为，并建立电刺激区域与不安全的联系。这个阶段需要耐心和多次的重复训练，以确保小鼠逐步掌握避开电刺激的技能。

1. 环境准备：

在实验室中选择一个安静、干净的环境，远离可能导致干扰的因素，如噪音或强光。

将实验平台放置在一个稳定的位置，确保小鼠在平台上不会受到外界干扰。

2. 小鼠适应：

提前将小鼠从养殖笼中转移到实验室，让它们在实验室环境中适应1小时。这个适应阶段有助于减轻小鼠可能因环境改变而产生的紧张情绪。

3. 实验平台设置：

使用尺寸适中的实验平台。

4. 初始训练步骤：

将一只鼠轻柔地置于平台中央，观察它的行为。当鼠进入台下电刺激区域时，立即触发电刺激装置，施加电刺激，持续5秒。电刺激虽然引发了鼠的逃避行为，但电流强度足够低，以避免对小鼠造成伤害。

小鼠会因电刺激而迅速离开电刺激区域，进入平台安全区域。观察小鼠的行为，记录其潜伏期（第一次从平台进入台下电刺激区域后时间）。重复上述步骤，对同一只小鼠进行多次初始训练。在多次的重复训练中，小鼠逐渐明白电刺激区域带来的不适，开始主动避开这个区域。

随着训练的进行，小鼠会逐渐减少进入电刺激区域的次数，并且在受到电刺激后迅速逃离。

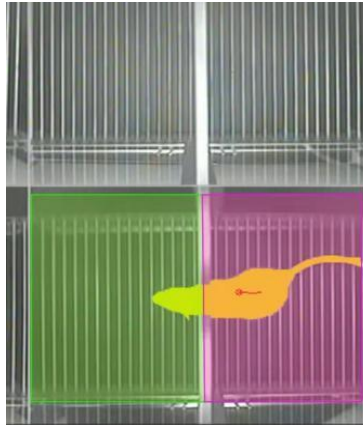
5. 训练次数和时间：

进行多次初始训练，通常在3到5次之间。每次训练间隔可以是每天一次，以确保小鼠不会因过多的训练而产生疲劳。

三、计算与数据分析

1、记录动物第一次从平台跳下所需的时间，即跳台潜伏期(step down latency, SDL) 和观察期内跳下平台的次数，即错误次数(error times, ET)，若观察期内动物未跳下平台，ET记为0，SDL记为观察时间(3~5min)。在每次训练中，记录小鼠进入电刺激区域的次数和潜伏期。观察小鼠的行为变化，注意它们逐渐学会避开电刺激区域的趋势。

2、当小鼠的进入电刺激区域的次数明显减少，潜伏期延长，并且逃离电刺激的行为变得更迅速时，可以认为初始训练阶段取得了成功。



四、注意事项

- 1、实验过程应避免干扰，以保证实验结果的准确性。
- 2、动物的品系、性别和年龄应保持一致，以排除这些因素的影响。
- 3、电刺激强度应足够引发逃避反应，但不得造成伤害。
- 4、在实验前后，保障动物的福利和伦理问题。

新物体识别迷宫实验

目 录

一、实验介绍

二、实验方法

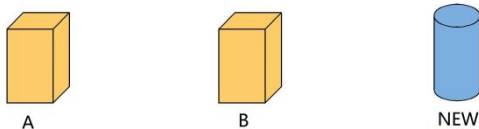
三、实验参数指标

四、注意事项

以下准则仅供实验参考，行为学实验必须依据自身的实际课题来恰当安排实验。

一、实验介绍

Novel Object Recognition, 简称NOR, 即新物体识别测试。该实验通过实验动物对已熟悉物体与新陌生物体的探索时间长短的行为学方法来评价动物的认知记忆能力。其测试原理基于动物对新奇物体的自然好奇心和探索行为。在实验中, 动物通常被置于一个包含两个相同物体的环境中, 这个环境可以是一个开放的场地或者是一个闭合的盒子。动物在环境中自由探索这两个物体, 并对它们建立记忆。训练阶段通常持续20-30分钟。在测试阶段, 其中一个旧物体被替换成一个新物体, 然后将动物置于环境中。如果动物记得之前的环境并且能够识别出新的物体, 它们通常会花费更多的时间去探索新物体, 因为它们对这个新物体感到好奇。相反, 如果动物无法识别新物体, 它们可能会选择探索旧物体, 因为它们已经熟悉了这个物体。 A, B, C三种物体, 其中A, B物体完全一样, C物体与A, B两物体大不相同(如图一所示)。



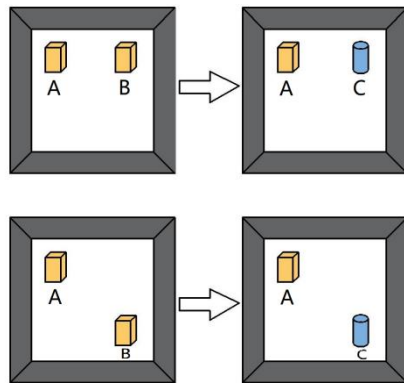
二、实验方法

1. 新物体识别实验:

适应期: 实验中将动物放入没有任何物体的实验箱中, 每只每天10 min, 每天 1 次, 连续 3 d。

熟悉期：第 4 天进行熟悉期实验，开始时箱中不放入任何物体，将动物放入再次适应 2 min，动物取出后，放入两个完全相同的物体，分别记录每只动物 5 min 内对左侧物体的探索时间 (exploration time for left object, T_l) 和对右侧物体的探索时间 (exploration time for right object, T_r)。

测试期：熟悉期后将动物放回饲养笼中，10 min 后开始测试期实验。测试期时放入两个不同的物体，其中一个物体与熟悉期的物体完全相同，另外一个是新奇物体（与熟悉期物体匹配如下图所示），动物放入后计时 5min，分别记录动物在不同时间段对熟悉物体的探索时 (exploration time for familiar object, T_f) 和对新奇物体的探索时间 (exploration time for novel object, T_n)。探索活动定义为：小鼠的鼻子近距离指向物体或者直接嗅、舔物体。当其他部位接触物体而鼻子没有指向物体或站在物体上时非对物体的探索活动。

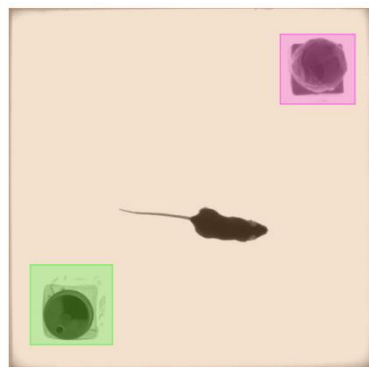


2. 物体位置识别实验：

适应期与熟悉期实验过程同新物体识别实验，而测试期与新物体识别实验不同，只是将熟悉期中两个相同物体中的一个移到新的位置，动物放入后计时 5 min，分别记录动物在不同时间段对两不同物体的探索时间。

3. 时序记忆实验：

时序记忆实验程序和上述两种方法有所不同，包括 2 个熟悉期，即熟悉期1和熟悉期 2，其他过程基本相同。适应期同新物体识别。第 4 天进行熟悉期实验，开始时箱中无任何物体，将动物放入再次适应 2 min，动物取出后放入两相同的物体，进行熟悉期 1 实验，分别记录 5 min 内对两个完全相同物体的探索时间；将动物取出后放入饲养笼中，10 min 后进行熟悉期 2 实验，在同一个实验箱中放入另外两个完全相同的物体（与熟悉期1 中物体匹配），分别记录 5 min 内对两个完全相同物体的探索时间。熟悉期 2 后将动物放回饲养笼中，10 min 后开始测试期实验。测试期时放入两个不同的物体，分别是熟悉期 1 和熟悉期 2 中各一个物体，动物放入后计时 5 min，分别记录在不同时间段对两不同物体的探索时间。



三、实验参数指标

小鼠对新旧物体的探索的次数、时间和距离，即小鼠在新旧物体周围活动的次数、时间和距离，检测小鼠的认知情况：若小鼠认知能力差，则在新旧物体的探索无差异；若小鼠认知能力正常，则对新事物的探索较旧事物长。认知指数(recognition index ,RI) 计算公式为： $RI = \frac{\text{新物体}}{\text{新物体} + \text{旧物体}} \times 100\%$ 。

新物体-鼻尖			旧物体-鼻尖		
区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)
38.11	84.00	2.98	21.63	48.00	9.43

四、注意事项

- 1、识别物要求没有气味，不要光滑，不要被老鼠随意移动。
- 2、每次小鼠的放置位置尽量统一，背朝物体，且距两物体距离相等。
- 3、做下一只小鼠之前必须用酒精除去气味清洗实验设备，用卫生纸擦干净，保证不要留下排泄物和味道。
4. NOR实验对动物各方面影响较小，而其他行为学实验(如强迫游泳、水迷宫、悬尾实验)对小动物影响较大，因此同一批动物进行不同行为学测试时，应先进行NOR实验。

高架十字实验方法

目 录

一、实验介绍

二、高架十字迷宫的组成

三、实验方法

四、指标评价

五、注意事项

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

高架十字迷宫实验（Elevated Plus Maze Test）是一种常用于评估小鼠或大鼠焦虑行为的实验方法。这个实验基于小鼠/大鼠在探索一个高架的十字迷宫时的自然行为，通过观察小鼠在开放的和封闭的臂之间的行为选择来评估其情绪状态。即在探索新环境时，它们会表现出一种平衡欲望：一方面，小鼠对新颖环境感到好奇，倾向于探索开放的臂；另一方面，它们对高处和悬崖感到害怕，倾向于避免进入开放的。



二、高架十字迷宫的组成

该迷宫系统由一个十字形的平台构成，有两个开放的“臂”和两个封闭的“臂”，形成一个十字交叉的结构，由硬件与软件分析系统组成。

众实科技 Labmaze 动物行为学分析软件 V3.0 是一款自动跟踪和记录动物活动的通用型运动轨迹记录分析系统，适用于 Morris 水迷宫实验、开场实验、旷场实验、自发活动、避暗实验、T 型迷宫、Y 型迷宫、放射型迷宫、高架十字迷宫、八臂迷宫、Barnes 迷宫、条件性位置偏爱实验、Zero 迷宫、孔洞实验、跳台实验、新物体识别等各种动物实验。除了具有自动

跟踪记录动物活动轨迹的基本功能外，还具有通过事件记录器记录视频系统无法自动识别的各项动物行为事件、实验视频导入再分析、实验数据管理以及实时录像功能。



三、实验方法

将动物置于迷宫中央，面向其中一个开放的臂。让动物自由探索四个臂 5min，记录动物第一次进入任何臂的潜伏期，以动物四肢都进入一个臂算做进入一次。每只动物只检测一次，如果在试验过程中动物跌落，则淘汰该数据。计算动物进入开臂次数和在开臂滞留时间分别占总次数（进入开臂次数+进入闭臂次数）和总时间（开臂滞留时间+闭臂滞留时间）的百分比，以此作为评价焦虑的指标。通常这二指标间呈高度相关。

四、指标评价

1、开放臂探索： 记录实验动物进入开放臂的次数和停留时间。对于焦虑状态下的动物，它们可能会减少进入开放臂的频率和时间，因为它们更倾向于避免暴露在开放空间中。

2、封闭臂探索： 记录实验动物进入封闭臂的次数和停留时间。焦虑状态下的动物可能更愿意进入相对安全的封闭臂。

3、开放臂顶端行为：观察实验动物是否站在开放臂的顶端，这可能反映出对高处的反应。焦虑状态下的动物可能会避免站在开放臂的顶端。

4、快速穿越和探索行为：注意观察实验动物在不同臂之间的快速穿越，这可能反映出其对环境的不确定性和探索性行为。

区域中指标				区域中指标				区域中指标			
II-中心				闭合臂 II-中心				开臂 II-中心			
区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)	区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)	区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)
0.00	33.71	18.00	0.00	0.00	11.66	10.00	6.04	0.00	0.00	0.00	0.00

区域中指标				区域中指标				区域中指标			
闭合臂 I-中心				开臂 I-中心				闭合臂-中心			
区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)	区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)	区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)
0.00	13.89	10.00	15.95	0.00	0.69	2.00	37.04	0.00	25.55	20.00	6.04

五、注意事项

实验布局与小鼠定位：在实验开始时，实验者需要将小鼠背对自身，放置在开臂与闭臂的连接处。确保小鼠面对开臂，而不是闭臂，这对实验结果具有重要影响。在同一实验中，所有小鼠均需面对相同的开臂，以避免数据偏差的可能性。

影响实验结果的因素：许多因素可能影响实验结果，如小鼠的年龄、性别、健康状况和营养状况，以及它们对环境的适应能力。为确保结果的可靠性，实验条件应保持一致，包括实验时间段、实验者的一致性、灯光和气味等。

异常情况处理：如果小鼠在实验过程中意外从上方掉落，实验者应立即将其抓起放回迷宫，并详细记录此事件。这样的意外可能对实验结果产生影响，所以在数据处理过程中要特别留意这种情况。

迷宫高度设置：迷宫宫体距离地面的高度应根据实验动物的大小来确定，以确保它们能够轻松进入和离开迷宫。高度设置过高或过低都可能影响实验的结果。

迷宫底部的铺设：将白色或黑色吸水纸铺在迷宫底部，有助于提高实验效率，并在去除异味方面更具合适性。

预适应动物环境：至少提前 3 小时将实验动物放置在实验室进行预适应，以减轻它们对新环境的不安情绪。这样做可以在实验开始时更好地保持动物的稳定状态。

旷场实验方法

目 录

一、实验介绍

二、旷场的组成

三、实验方法

四、行为参数

五、注意事项

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

旷场实验（Open Field Test）是最经济有效、简单而且对动物影响最小的检测探索行为和自发活动的方法。啮齿类动物的运动具有趋壁性（俗称“贴着墙根走”），天生害怕空旷的场地，另一方面，在开放的新环境中受好奇心的驱使，又具有探索新环境的行为。该试验常用于检测试验动物的活动性、探索性及焦虑样行为，是经典的用于评价动物自发活动以及焦虑状态的行为学模型，例如，焦虑状态的老鼠在旷场实验中表现出更长的停留时间和更少的探索行为。抑郁状态可能会导致小鼠的运动减少，对环境的探索兴趣下降，这与老鼠抑郁症状的临床特点相吻合。

二、旷场的组成

该实验装置包括一个空旷的明场，围以 4 壁，防止动物逃脱。明场可以根据个人喜好选择为方形或圆形，大小为大鼠 50×50 cm 或 100×100 cm 或直径 50/100 cm、小鼠 25×25 cm 或 50×50 cm 或直径 25/50 cm，高度以防止动物跳跃逃脱为宜。以及软件分析系统组成。

众实科技 Labmaze 动物行为学分析软件 V3.0 是一款自动跟踪和记录动物活动的通用型运动轨迹记录分析系统，适用于 Morris 水迷宫实验、开场实验、旷场实验、自发活动、避暗实验、T 型迷宫、Y 型迷宫、放射型迷宫、高架十字迷宫、八臂迷宫、Barnes 迷宫、条件性位置偏爱实验、Zero 迷宫、孔洞实验、跳台实验、新物体识别等各种动物实验。除了具有自动跟踪记录动物活动轨迹的基本功能外，还具有通过事件记录器记录视频系统无法自动识别的各项动物行为事件、实验视频导入再分析、实验数据管理以及实时录像功能。



三、实验方法

1. **实验动物准备：** 使用健康、年龄相近的小鼠，确保实验前一段时间内不要暴露于其他应激因素或实验操作。

2. **实验环境：** 在一个相对安静、较为明亮的房间中设置实验环境，通常为一个正方形或矩形的透明或白色塑料箱子，标有网格以方便观察和记录。

3. **习惯化：** 将小鼠放置在空白的旷场中，让它们适应环境，减少初始的压力和惊恐感。这通常需要 5-15 分钟。

4. **记录行为：** 一旦小鼠适应环境，开始记录行为表现，如活动距离、速度、时间等。可以使用视频记录或自动跟踪系统进行数据收集。

5. **测试阶段：** 将小鼠放置在旷场的一个固定位置，并开始记录它们的行为。通常测试的时间范围在 5-10 分钟左右。

四、行为参数：

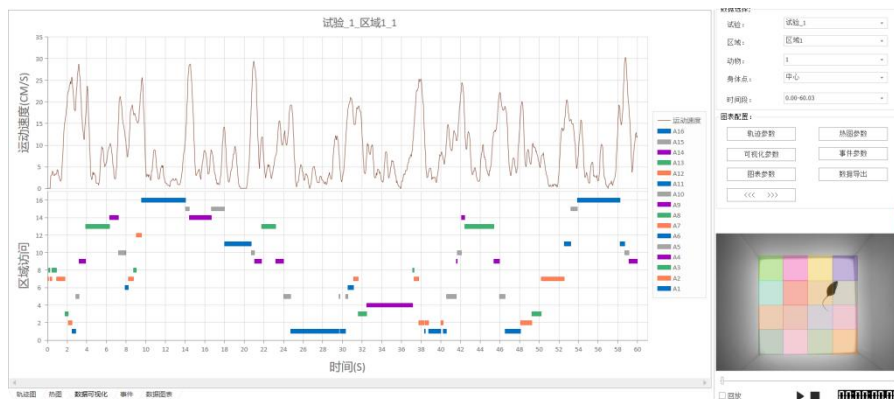
在分析数据时，可以关注以下一些参数：

活动距离和时间： 小鼠在旷场中的活动范围和活动时间，小鼠的总活动次数和运动速度。若小鼠表现出较高的活动次数和运动速度，这可能表示它们对环境较为探索，并且情感状态较积极。

静止时间： 小鼠不活动的时间。

探索性行为： 小鼠是否探索新环境的能力，如距离移动和进入旷场的同区域的次数与潜伏期。

在中央区域和边缘区域的停留时间： 较长时间停留在中央区域可能表明小鼠对环境适应较好，情感状态较积极；较长时间停留在边缘区域可能暗示小鼠感到焦虑，倾向于寻找遮蔽。



五、注意事项：

- 为了减少实验误差，尽量保持实验环境的一致性，包括光照、温度和噪音等因素。

- 实验后要确保适当的清洁和消毒，以防止交叉污染和影响下次实验。
- 需要充分考虑动物福利，遵循伦理规范和动物保护法规。

请注意，具体的实验细节和方法可能会因研究目的、实验条件和设备等因素而有所不同。在进行实验前，建议查阅相关的文献和专业意见，以确保实验设计和操作是科学合理和符合伦理标准的。

强迫游泳实验方法

目 录

一、实验介绍

二、实验方法

三、指标说明

四、数据分析方法

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

强迫游泳实验（Forced Swim Test, FST）是一种常见的实验方法，被广泛用于评估实验动物（如小鼠或大鼠）的情绪状态和抗抑郁药物的效果。该实验通过将动物置于无法逃脱的水环境中，观察其行为反应，从而推测其情绪状态，特别是抑郁样行为。以下将详细阐述强迫游泳实验的原理、步骤以及其在药物研究中的应用。

强迫游泳实验的核心原理是将实验动物置于一个充满水的容器中，使其无法站立或触及容器底部。在这种无法逃脱的环境下，动物最初会表现出积极的逃避行为，但随着时间的推移，其逃避行为逐渐减弱，转而进入被动浮在水面的状态。这种被动行为被认为是一种模拟抑郁症状的现象。



二、实验方法

实验步骤：

1. **适应期：** 实验动物在实验开始前需要适应实验环境，以减少初始的压力和惊恐。

2. **实验环境设置：** 准备一个充满温度适中的水（23-25 摄氏度）的透

明容器，确保动物不能触及底部。温度的控制有助于减少温度变化对实验结果的影响。

3. **预实验：**实验第一天将动物放入水中进行 10-15 min 的预实验，记录动物在水中前 5 min 的挣扎时间、游泳时间、不动时间。

4. **实验进行：**24 小时后，进行正式测试，将动物再放入水中进行 5 min 的强迫游泳，。记录动物的活动情况、挣扎次数和静止时间等数据。

5. **数据分析：**分析动物的行为数据，特别关注其被动浮在水面的行为，这被认为是抑郁样行为的指标。

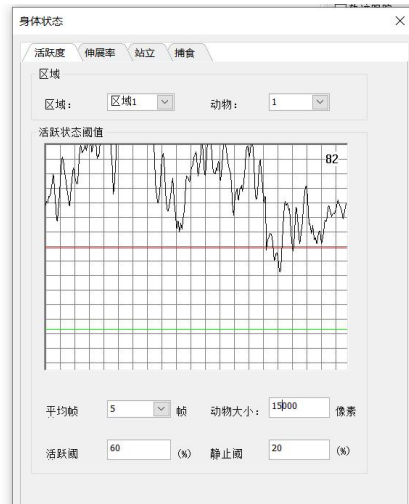
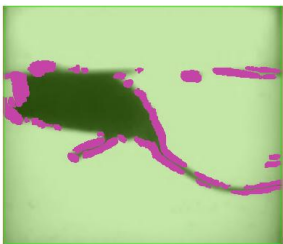
三、指标说明

1、**挣扎次数：**记录实验时间内动物的挣扎次数，即试图逃离水面的努力，通常通过前腿和后腿的运动来衡量。

2、**无助时间：**记录动物停止挣扎并保持被动漂浮状态的时间，这被认为是抑郁样行为的指标。

活跃状态	
静止时间(s)	静止次数
7.92	6.00

四、数据分析方法：



1. 统计分析：使用统计学方法，比如 t 检验或方差分析（ANOVA），来比较不同组之间的挣扎次数和无助时间。这些分析可以帮助判断实验动物之间是否存在显著差异。
2. 药物效应评估：在药物干预研究中，将实验组（接受药物）与对照组（未接受药物）进行比较。通过比较药物组和对照组的挣扎次数和无助时间，可以评估抗抑郁药物对抑郁样行为的影响。
3. 数据可视化：使用图表（如柱状图或折线图）将不同组之间的挣扎次数和无助时间可视化，有助于直观地观察实验结果的差异。
4. 时间分析：对动物的行为进行时间分段分析，以观察挣扎次数和无助时间在实验过程中的变化。这可以揭示不同阶段的情绪反应。
5. 数据重复性：在实验中应包含足够的重复次数，以确保结果的稳定性和可靠性。重复次数越多，结果越具有统计学意义。
6. 需要注意的是每次测试之后，都要换水，并将玻璃圆筒彻底清洗，以免对下一次测试结果产生影响。

悬尾实验方法

目 录

一、实验介绍

二、实验方法

三、指标说明

四、注意事项

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍



老鼠悬尾实验（Mouse Tail Suspension Test）原理基于一种称为“无助学习”（Learned Helplessness）的心理现象。无助学习是一种由于无法控制环境或遭遇无法逃脱的不良刺激而导致的心理状态，个体会产生一种无助感，不再尝试逃避或改变不利情况，即使在后续情境下也可能遇到有利的情况。是一种常用的实验方法，用于评估抗抑郁药物和抗抑郁治疗策略对小鼠行为的影响。这个实验通常用于评估小鼠在应激状态下的抑郁样行为，如无助型行为。这种方法可以用来研究潜在的抗抑郁药物、心理治疗和神经调节方法的效果。

在老鼠悬尾实验中，小鼠被悬挂在头朝下的状态下，通过尾巴固定在支架上。这种不自然的悬挂姿势通常会导致小鼠感到无法逃脱的无助感，从而表现出一些抑郁样行为，如停止活动、减少活动次数、呈现凝固不动等。

二、实验方法

实验设计： 将小鼠随机分配到不同的试验组和对照组，以确保实验的可靠性和科学性。试验组可接受不同治疗（如抗抑郁药物）或环境刺激，而对照组则接受适当的对照处理。

悬尾过程： 将小鼠用柔软的胶带或绷带固定在支架上，保证小鼠的尾巴在不受伤害的情况下被固定。小鼠被悬挂在头朝下的状态下，持续一定时间（例如 6 分钟），以观察和记录其行为。

行为观察与数据记录： 在悬挂状态下，记录小鼠的行为，如是否出现凝固、无法逃脱、挣扎等反应。关注小鼠的行为表现，例如无助学习状态下的减少挣扎和活动。



三、指标说明

1、**挣扎次数：** 观察小鼠是否试图挣脱尾巴的固定，记录小鼠在悬挂期间的挣扎次数。无助学习状态下的小鼠通常会减少挣扎次数。

2、**挣扎时间：** 记录小鼠在悬挂期间挣扎的时间。无助学习状态下的小鼠会减少挣扎的时间。

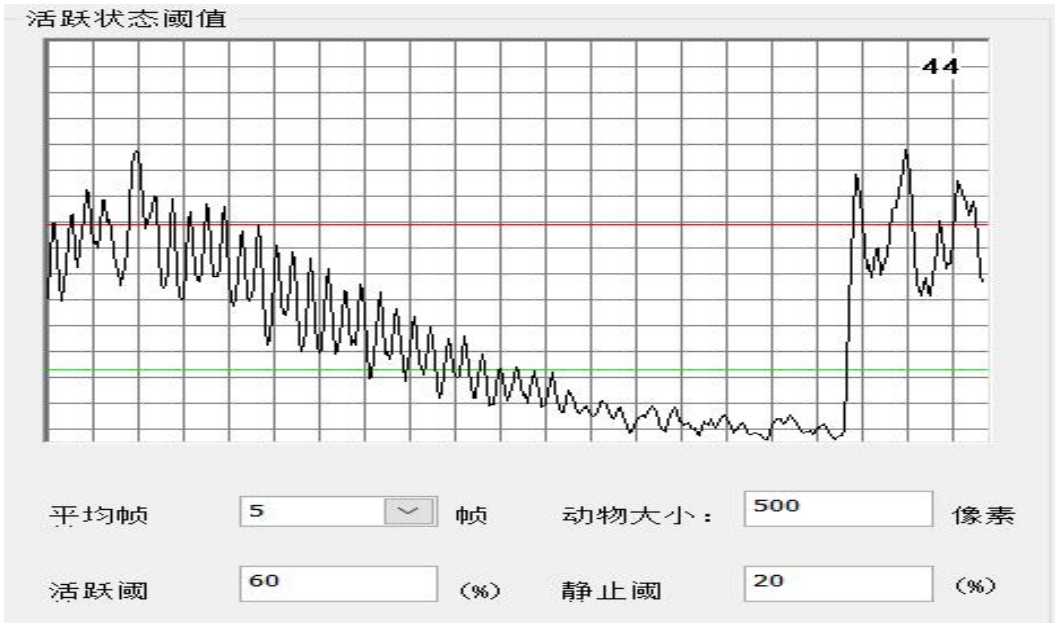
3、**无助型行为：** 观察小鼠是否呈现无法逃脱、无动于衷的行为，例如

不活动、凝固等。这些行为可能与抑郁样行为相关。

4、体动活动：观察小鼠是否保持一定程度的体动活动，如转动、踢动等。抑郁样状态的小鼠可能会减少体动活动。

在数据分析中，通常会比较治疗组和对照组之间的差异，同时考虑实验的重复性。这些评价指标的整体趋势与药物或治疗方法的效果有关。然而，在解释结果时，应综合考虑其他行为测试和生物学参数，以全面了解实验结果

活跃状态	
静止时间(s)	静止次数
7.92	6.00



四、注意事项:

1、环境条件：提供适宜的实验室环境，包括适宜的温度、湿度、光照和饲养条件。稳定的环境有助于减少不必要的变量。

2、尾巴固定：在固定小鼠尾巴时要小心，确保固定不会对小鼠造成伤害或不适。遵循正确的操作方法，以减少对小鼠的干扰。

3、观察条件：在进行实验期间，提供适当的观察条件，以确保观察小鼠行为的准确性。保持实验室的安静和稳定可以帮助小鼠不受外界干扰。

4、数据记录：仔细、准确地记录小鼠在悬挂状态下的行为表现。记录的数据应详细并符合科学标准。

5、实验重复：在可能的情况下，重复实验多次以确保结果的可靠性。多次实验可以减少偶然误差的影响。

6、伦理尊重：在整个实验过程中，始终尊重动物的福祉和权益。采取措施保证动物免受痛苦、不适和伤害。因为大鼠只能通过它们的尾巴来支持它们的体重，这对大鼠来说是痛苦的。同样的道理，应该注意避免使用异常重的小鼠(例如用于模拟肥胖的小鼠),在这种情况下，实验者应该寻找替代性的测试，例如强迫游泳实验

7、数据分析和解释：在分析和解释实验结果时，采用科学和统计方法，综合考虑其他行为测试和生物学指标，得出准确的结论。

综合以上注意事项，悬尾实验可以作为科学研究的有用工具，但务必确保合理的实验设计和伦理原则的遵循。

糖水偏好实验准则

目 录

一、实验介绍

二、实验设备

三、实验方法

四、评价指标

五、注意事项

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

糖水偏好实验又称双瓶饮水选择实验（Two-Bottle Choice）是研究药物成瘾（酒精口服）和抑郁行为的动物行为学实验方法。啮齿类动物天然对甜味偏好，当小鼠出现抑郁样行为时，其对糖水的偏嗜度也随之降低。快感缺失，是精神疾病及行为障碍的重要特征。这也是大多数抑郁症患者所描述的“世界是灰色的，我感觉不到什么是快乐”！基于这个原理，用糖水偏好实验来评价动物抑郁样行为及抗抑郁药物效果。

众实科技大小鼠糖水偏好试验系统通过记录实验动物的舔水行为间接反应动物饮水量。众实科技大小鼠糖水偏好试验系统软件可以 24 小时连续不间断的采样和记录饮水动物，可分时间段进行饮水量的统计。

该实验在大鼠慢性应激模型中应用最广泛，大鼠慢性不可预知性应激模型的建立者 Katz 和大鼠慢性温和应激模型的建立者 Willner 分别于 1982 年和 1987 年首次采用糖水实验检测抑郁模型动物是否出现快感缺失症状。此外，该实验为抗抑郁药物起效速率研究的最主要的行为学检测方法之一。

二、实验设备

糖水偏好测试仪采用了动物最舒适最熟悉的居住饲养笼（homecage），如下图所示，饲养笼是透明聚碳酸酯材料，一侧装备了不锈钢动物食槽，另一侧安装配置了 2 个不锈钢瓶嘴的饮水瓶，可轻松取下来换水和清洗，饮水瓶容量为 50ml-100ml 可选，标配 50ml。同时，饮水瓶上标有刻度，方便实验员统计液体消耗量。靠近饮水瓶侧下方铺有不锈钢底板，动物舔水时底板与不锈钢瓶嘴通过微弱的电流形成闭合回路，可动态全程检测动物

的舔水次数。



糖水偏好测试仪根据用户的需求，还可以设置饮水瓶口自动门开关，增强饮水偏好选择难度。同时，可选配外部接口模块，实时与光遗传、光纤记录等第三方设备同步记录打标。

三、 实验方法

大、小鼠糖水偏爱实验的操作方法上略有不同，对其分别进行总结如下：

(1) 大鼠糖水偏爱实验：

训练期：动物应单笼饲养，进行 48h 的蔗糖饮水训练。前 24h 给予两瓶 1%~2%蔗糖水，后 24h，一瓶给予 1%~2%蔗糖水，另一瓶给予饮用纯水（中途交换两个水瓶位置）。大鼠禁食禁水 14~23h 后，进行糖水偏爱指数的测定：测定 1 h 内大鼠对两瓶水的饮用量(g)。

(2) 小鼠糖水偏爱实验：

操作流程同大鼠。但在 48h 饮水训练时，应全程给予 1%~2%蔗糖水和饮用水（中途交换 两个水瓶位置）。训练期结束后，禁水（不禁食）9~16h，测

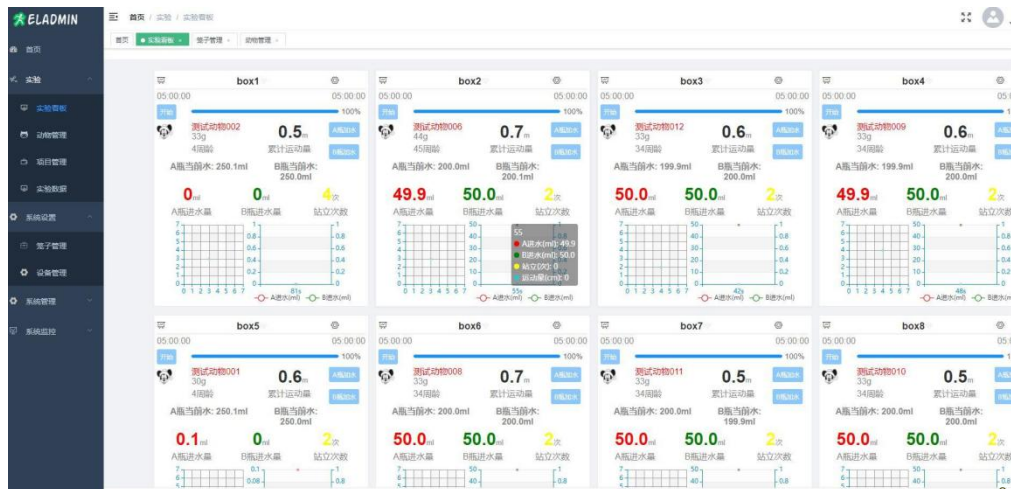
定 8~15h 内(中间宜交换两瓶位置 1 次)小鼠对两瓶水的饮用量(g)。

四、评价指标

应采用蔗糖偏嗜度(sucrose preference)作为评价指标,

蔗糖偏嗜度(%)=蔗糖水饮用量/(蔗糖水饮用量+饮用水饮用量)×100%。

抑郁行为判断标准: 蔗糖偏嗜度低于 0.4 或者与对照组相比有显著性减低($P<0.05$)



五、注意事项

- 1、应定期交替放置两个瓶子的位置,以消除侧面或位置偏爱的可能性。
- 2、可以在一整天或选定的时间段内测量蔗糖的偏爱。如果使用选定的时间段,则在整个动物中保持一致是很重要的,因为夜间节律会影响偏好行为。
- 3、可以用几种方式来计算结果测量值,包括消耗的溶液总毫升数(甜味与不甜的比例)或每克体重消耗的蔗糖克数。虽然这两个测量值通常在动物模型中相关,但后者可能会与压力和焦虑有关的饮食失调行为、体重减轻有关系。
- 4、参靠实验前 2 周内动物的饮水量数据,控制好糖水的配比浓度、

液体量以及实验时长。

5、在小鼠和大鼠的品系之间，在蔗糖偏爱方面也存在一些差异，比如 Wistar 大鼠不是特别敏感。

6、啮齿动物在蔗糖偏爱方面的可能还有性别差异，比如 Wistar Kyoto 雄性大鼠的蔗糖偏爱率低于雌性。

7、实验之前，动物单独饲养通常建议 48-72 小时的适应时间。

8、大鼠或小鼠必须处于单笼条件下(即单独的笼子中)才能进行蔗糖偏爱测试。

9、实验测试的整个周期里，选择蔗糖的品牌尽量保持一致，避免其他因素对结果造成影响。

10、评估糖水偏好测试 (SPT) 的实验指标优先考虑蔗糖偏嗜度 (sucrose preference), 也就是蔗糖偏好比, 而不是每只饮水瓶的绝对摄入量。

11、糖水偏好测试过程中偶尔会存在饮水瓶漏水的现象，这种情况有可能是实验员操作失误，有可能是饮水瓶位置放置不正确，也有可能是动物舔水过程中无意泄漏的，这些现象很多时候可能会导致在规定时间内获取的动物舔水摄入量差异不明显(动物单次饮水量本就很有限), 这个时候用户可以选择糖水偏好测试仪的计算出的动物舔水次数、饮水时间、舔水频率等数据来参考统计，或许是另一条评估的好思路。

小 tips:

① 在建立抑郁模型前后均做一次该实验，效果更为明显；

② 在训练过程中 12h 后调换蔗糖水瓶和纯水水瓶的位置，避免水瓶位

置对实验的干扰

③ 最最重要的是在正常实验前一定要检查好水瓶是否明显漏水，以及一定要旋紧压紧瓶盖，实验周期 84h。

条件恐惧实验准则

目 录

- 一、实验介绍
 - 二、条件恐惧系统的组成
 - 三、实验方法
 - 四、指标评价
- 以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

条件恐惧实验是基于经典条件作用的原理进行的，这个原理是由俄国生理学家伊凡·巴甫洛夫（Ivan Pavlov）在 19 世纪末提出的。该原理描述了无条件刺激（UCS）和中性刺激（CS）之间建立联系的过程，从而导致中性刺激引发与无条件刺激类似的条件反应。

无条件刺激（UCS）：这是一个刺激，其引发的反应不需要经过学习。在老鼠条件恐惧实验中，UCS 通常是一种令老鼠感到不适的刺激，比如电击。

中性刺激（CS）：这是一开始并不引发特定反应的刺激，但在与 UCS 反复同时出现后，会逐渐引发条件反应。在老鼠条件恐惧实验中，CS 可以是声音、光线或气味等。

条件作用：在实验开始阶段，CS 和 UCS 会在一定的时间间隔内同时出现，重复多次。随着时间的推移，老鼠会开始将 CS 与 UCS 联系起来，从而形成条件作用。UCS 引发的恐惧反应开始逐渐扩展到 CS 上。

测试阶段：在条件作用阶段之后，进行测试阶段。在测试阶段，只呈现 CS 而不附带 UCS，然后观察老鼠的反应。如果条件作用成功，老鼠在仅接受 CS 刺激时会表现出类似于在 UCS 存在时的恐惧反应，这表明它们已经建立了 CS 和 UCS 之间的联系。

消退阶段：在一段时间内，不再呈现 CS 和 UCS，观察老鼠的条件恐惧反应逐渐减弱和消失的过程。这可以揭示条件作用的临时性，以及新的学习可能会逐渐覆盖旧的学习。

总的来说，老鼠条件恐惧实验揭示了动物如何在中性刺激与恐惧刺激之间建立联系，从而产生条件反应。这个实验原理对于理解学习、记忆和

情绪形成的机制非常重要。

二、条件恐惧系统的组成

恐惧条件室： 通常，实验中会使用一个小型的实验室或箱子，具有特定的环境设置。该室内通常包括四周的墙壁和底板。

电击刺激器： 用于给予无条件刺激，即电击刺激，以在学习阶段形成条件恐惧记忆。这可以是连接到网格底板的电击刺激器。

声音刺激器： 在某些条件下，声音刺激器（如声音喇叭）可以用作无条件刺激，以在学习阶段形成条件恐惧记忆。

软件分析系统： 众实科技 Labmaze 条件恐惧试验系统是一套通过视频摄像机和计算机，采用图像处理技术，库自动控制全数字多功能此机器输出，可选择声或光作为提示线索，软件自动判定 Mobility、Lmmobility、Freezing 三种动物行为状态，并跟踪、记录和分析多指动物。



三、实验方法

训练阶段（第一天）

1、调试仪器，以确保格栅地板有电流刺激，扩音器有声音刺激，并分别记录电流强度和声音强度（分贝）。

2、将大鼠放入条件恐惧箱 2min（A 相），记录这最初 2min 内动物的

凝滞 (freezing) 时间作基线。

3、接着加入条件声音, 80Db, 30s (B 相)。

4、紧接着再给予电击, 0.35mA, 2s (C 相), 完成一轮训练。如需要多轮训练, 则重复 A、B、C 三相训练即可。

5、记录整个训练阶段动物凝滞时间 (s), 用以测量动物的非条件恐惧 (unconditioned fear)。

6、将大鼠移开操作箱。用 70% 的酒精或 4% 醋酸溶液彻底清洁操作箱, 以备进行下一批动物的训练。

(二) 测试阶段

在训练后的第二天进行, 包括关联 (context) 测试、变更关联 (altered context) 或条件刺激前 (pre-conditioning-stimulus, pre-CS) 测试以及条件刺激 (conditioning stimulus, CS) 测试。测试阶段没有电击刺激。关联测试和变更关联测试中也没有听觉条件刺激, 但每只动物所用的操作箱应与训练阶段的相同。

1、关联测试

将动物放入箱内, SuperFcs 条件恐惧分析软件自动记录动物的凝滞 (僵直 freezing) 行为。若用人工观察, 则观察者 (应不知道动物的处理或基因型) 用静声秒表通过箱门上的猫眼 (小窗口) 观察动物的行为并计分: 凝滞为 1 分, 活动 (moving) 为 0 分 (也有只记录凝滞时间)。每 10 秒观察一次, 共 5min, 这样可记录到 30 次 (bout) 可能的凝滞 (即最大凝滞得分为 30 分)。用在这一阶段记录到的、动物在同一操作箱内的凝滞时间测量动物的关联条件恐惧 (contextually conditioned fear)。此为关联测

试。观察结束后将动物放回笼内，清洁操作箱，进行下一只动物的观察。

2、变更关联测试和听觉条件刺激测试 关联测试 1h 后进行。操作如下：

(1) 将计算机调至所需程序。

(2) 操作箱进行如下改造：

A---用平滑塑料板取代关联条件箱内的格栅地板；

B---在箱的对角线加一块有色塑料板，这样将长方体的操作箱变成三角体；

C---改变嗅觉暗示（olfactory cues）。例如，可在箱的一角放一个装有一滴桔子汁或柠檬汁的杯子，或直接将一滴果汁涂于墙上。然后开始变更关联和听觉条件刺激实验。

(3) 将动物放入经改造后的关联箱（从关联实验中的第一只动物开始）。

(4) 启动预置的实验程序，每隔 10 秒记录动物的凝滞和非凝滞得分（分别为 1 和 0 分），共记录 3min，即 18 次可能的凝滞记录（凝滞得分为 18）。

(5) 加入听觉条件刺激 30 秒。重复上述记录 3 分钟。

(6) 将动物放回笼子，清洁操作箱，进行下一只动物的测试。

实验步骤：

+ +s - G ↺ E

S 开始
P 适应
P 声音
S 声音_1
S 声音_2
✓ 电刺激
P 休息
E 结束

步骤属性：

步骤名 电刺激 类型： 无

步骤初始化：

+ -

编号	硬件名称	动作
1	声音设备	TTL信号 低,声强:0,频率:0
2	电刺激	TTL:高

四、指标评价

冻结行为 (Freezing Behavior)： 冻结行为是老鼠在面对恐惧刺激时表现出的一种典型行为，指老鼠几乎不动、保持静止的状态。研究者可以通过视频记录或人工观察来测量老鼠在测试阶段中的冻结时间，冻结时间越长，表示老鼠对于条件刺激有更强的恐惧反应。

逃跑行为 (Escape Behavior)： 逃跑行为指老鼠在测试阶段中出现的快速逃跑或躲避行为。逃跑行为的出现可以表明老鼠对条件刺激产生了强烈的恐惧。

心理生理参数： 研究者还可以使用生理参数来评价条件恐惧的强度，如心率、呼吸频率、皮肤电阻等。这些参数的变化可以反映老鼠在恐惧状态下的生理响应。

巩固和消退速度： 研究者可以观察和测量条件恐惧反应的巩固和消退速度。巩固速度指在条件作用阶段中，老鼠建立 CS 与 UCS 之间联系的速度。消退速度指在条件恐惧实验的消退阶段中，老鼠条件恐惧反应逐渐减弱的速度。

测试过程中的变化： 研究者可以关注老鼠在测试过程中的行为变化，如开始时的强烈恐惧反应逐渐减弱的趋势，或是在测试阶段中的行为变化。

脑区活动研究： 通过神经影像技术，如脑电图 (EEG) 或功能磁共振成像 (fMRI)，研究者可以探索在条件恐惧实验中涉及的脑区的活动变化，以更深入地了解与恐惧学习和记忆相关的神经机制。

0迷宫实验准则

目 录

一、实验介绍

二、实验装置

三、实验过程

四、数据分析

五、实验应用与意义

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

老鼠 0 迷宫（Zero-Maze）时，我们面临着一种被广泛应用于实验动物研究的行为实验装置。该实验器具有评估小鼠情感状态、焦虑水平以及探索行为的功能，其独特的设计允许我们观察小鼠在开放和封闭区域内的活动行为，深入了解其对环境的适应性、情感反应以及应激反应。

二、实验装置

老鼠 0 迷宫由一个环形平台，呈现出与数字“0”相似的形状。此装置被划分为两个开放区域与两个封闭区域，巧妙地模拟了开放空间与遮蔽环境的情境。开放区域不设围栏或边界，使得小鼠能够自由地观察周围环境；而封闭区域则由围栏环绕，提供一种相对安全与遮蔽的感觉。这一设计允许小鼠自主选择进入开放区域或留在封闭区域。



行为分析软件

众实科技 Labmaze 动物行为学分析软件 V3.0 是一款自动跟踪和记录动物活动的通用型运动轨迹记录分析系统，适用于 Morris 水迷宫实验、开场实验、旷场实验、自发活动、避暗实验、T 型迷宫、Y 型迷宫、放射型迷宫、高架十字迷宫、八臂迷宫、Barnes 迷宫、条件性位置偏爱实验、Zero 迷宫、孔洞实验、跳台实验、新物体识别等各种动物实验。除了具有自动

跟踪记录动物活动轨迹的基本功能外，还具有通过事件记录器记录视频系统无法自动识别的各项动物行为事件、实验视频导入再分析、实验数据管理以及实时录像功能。

三、实验过程

1、适应期：

在正式实验开始前，需要让小鼠在实验环境中适应一段时间，以降低外界因素对实验结果的干扰。适应期的实施有助于小鼠逐渐适应新环境，减少初始的应激。

2、实验阶段

在实验中，将小鼠放置于老鼠 0 迷宫的开放区域内，记录其在开放和封闭区域之间的活动行为。这些行为包括小鼠进出开放区域的频率、停留时间，以及可能表现出的探索行为和冻结行为。

区域中指标				区域中指标				区域中指标			
II-中心				闭合臂 II-中心				开臂 II-中心			
区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)	区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)	区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)
0.00	33.71	18.00	0.00	0.00	11.66	10.00	6.04	0.00	0.00	0.00	0.00

区域中指标				区域中指标				区域中指标			
闭合臂 I-中心				开臂 I-中心				闭合臂-中心			
区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)	区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)	区域路程 (cm)	区域时间 (s)	进入次数	潜伏期 (s)
0.00	13.89	10.00	15.95	0.00	0.69	2.00	37.04	0.00	25.55	20.00	6.04

四、数据分析

小鼠进入开放区域的次数和停留时间：若小鼠在开放区域的停留时间较长，且进出开放区域的频率较高，可能表明其对新环境有着更强的探索欲望，情感状态较为积极。

小鼠进入封闭区域的次数和停留时间：若小鼠更倾向于停留在封闭区域，可能意味着其感到焦虑，倾向于寻求遮蔽与安全

五、实验应用与意义

老鼠 0 迷宫实验在行为学、神经科学与药理学领域具有广泛的应用。通过评估小鼠在开放与封闭区域内的行为，我们能够更深刻地理解其情感状态、焦虑水平与探索行为。此外，该实验还可以用于研究药物的影响，以及不同基因突变对情感行为的影响。透过系统性的数据分析，研究人员能够更好地揭示小鼠的行为模式与情感反应，深入探究其与神经环路与生理机制的关联，为理解人类情感障碍等相关疾病提供有价值的线索。

明暗箱实验准则

目 录

一、实验介绍

二、实验装置

三、实验方法

四、指标评价

五、注意事项

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

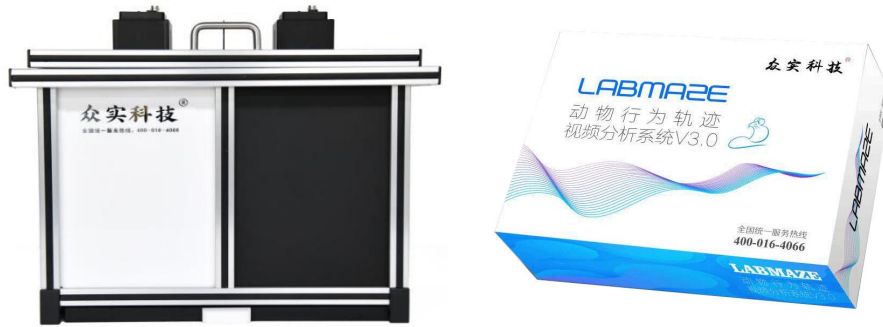
明暗箱实验（也称为光/暗转换测试，LDT）在小鼠焦虑样行为测量中的应用。明暗箱实验是一种用于评估小鼠焦虑程度的常见方法，基于小鼠对明亮区域的自然厌恶以及对轻度压力源（如新环境和光线）的自发探索行为。该测试通过观察小鼠在明亮和暗室之间的行为，提供了对小鼠对新环境和光照的反应以及其自发活动的了解。这个测试在研究焦虑疾病、药物的影响以及基因变异的行为效应等方面具有广泛的应用。

二、实验装置

LDT 的装置通常由一个分隔成两个区域的箱子组成。一个区域是明亮的区域，另一个区域是暗室。两个区域之间有一个开放的门或一个通道，允许小鼠在明亮和暗室之间自由移动。

行为分析软件

众实科技 Labmaze 动物行为学分析软件 V3.0 是一款自动跟踪和记录动物活动的通用型运动轨迹记录分析系统，适用于 Morris 水迷宫实验、开场实验、旷场实验、自发活动、避暗实验、T 型迷宫、Y 型迷宫、放射型迷宫、高架十字迷宫、八臂迷宫、Barnes 迷宫、条件性位置偏爱实验、Zero 迷宫、孔洞实验、跳台实验、新物体识别等各种动物实验。除了具有自动跟踪记录动物活动轨迹的基本功能外，还具有通过事件记录器记录视频系统无法自动识别的各项动物行为事件、实验视频导入再分析、实验数据管理以及实时录像功能。



三、实验方法

实验准备：

- 1、检查明暗箱设备，确保明暗区的尺寸、通道和光照强度适合实验动物。
- 2、将实验动物带入实验室，并让它们在实验环境中适应约 30 分钟。
- 3、在测试时，将小鼠放置在明亮区域的一侧，然后记录其行为。
- 4、当实验时间达到 5-10 分钟后，停止计时。将动物轻轻从箱内移出，放回其原来的笼子。

四、指标评价

- 1、**进入暗室的次数与潜伏期：** 当小鼠进入暗室后，其进入暗室的次数被记录。频繁地进入暗室可能表明小鼠对暗处的探索和喜好。
- 2、**停留时间：** 记录小鼠在明亮区域和暗室中停留的时间。较长的停留时间通常与较低的焦虑水平相关。
- 3、**转换行为：** 记录小鼠从明亮区域转移到暗室或从暗室转移到明亮区域的行为。频繁的转换可能表明小鼠的不确定性和焦虑。

区域中指标				区域中指标			
明-中心				暗-中心			
区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)	区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)
0.00	26.91	8.00	0.00	0.00	33.05	7.00	0.07

五、注意事项

1. 动物选择：

在选择实验动物时，应确保其对光照条件表现出明显的偏好行为。不同物种和个体对亮度可能存在差异，因此选择合适的实验对象至关重要。

2. 适应期：

在实验开始前，为动物提供足够的适应时间，使其达到相对中立的状态。这有助于减少外部因素对实验结果的干扰，确保实验数据的可靠性。

3. 维持一致的实验环境：

保持实验环境的一致性对于结果的解释至关重要。包括温度、湿度和噪音水平等环境因素的一致性可以减少非特异性因素对动物行为的影响。试验结束后用 75%乙醚清洁设备的两个隔间，再开始下一只鼠的实验。

4. 控制条件：

在实验过程中，应最小化实验条件的变化，例如灯光强度、背景噪音等。确保每个动物在相同的实验条件下进行测试，从而获得可靠的数据。

5. 数据采集：

选择适当的数据采集方法，如视频记录或计数器，以记录动物的行为。确保数据采集的准确性和可重复性，从而为后续的数据分析提供可靠的基础。

6. 数据分析：

使用适当的统计方法对实验数据进行分析，例如 t 检验、方差分析等。在解读实验结果时，要注意合理地考虑结果的可靠性和统计显著性。

条件位置偏爱实验方法

(Conditioned Place Preference, CPP)

目 录

一、实验介绍

二、实验方法

三、实验应用

四、注意事项

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

条件性位置偏好实验（Conditioned Place Preference, CPP）作为一种经典的行为学实验方法，被广泛用于研究动物对奖赏性刺激的偏好和药物成瘾行为的形成机制。CPP 实验的原理基于经典条件反射的概念，其中动物学会将特定环境与奖赏或药物效应联系起来。

实验装置设置： CPP 实验通常在一个叫做“环境箱”或“环境室”的装置中进行。这个装置分为两个或多个区域，例如称为 A 区域和 B 区域。这些区域在地板材质、颜色、气味等方面可以有所不同，从而产生可区分的环境。



二、实验方法

1. 预测试阶段

在实验开始之前，老鼠会被放置在环境箱中，可以自由地在 A 区域和 B 区域之间移动。预测试阶段的目的是记录老鼠在不同区域中停留的时间，

以确定它们是否有初始的偏好。这个阶段为后续实验提供了一个起始点。

2. 训练阶段

在训练阶段，老鼠会接受奖赏或药物处理，并被放置在特定的区域中。例如，如果研究人员想要研究某种药物的奖赏效应，他们可能会在老鼠在 A 区域中接受药物处理后将其放置在 B 区域中。这个阶段旨在建立起药物/奖赏与特定环境之间的联系。

3. 交替训练

在训练阶段中，老鼠会多次经历从 A 区域到 B 区域或从 B 区域到 A 区域的转移。这种交替训练有助于老鼠将药物/奖赏效应与特定环境联系起来，增强药物/奖赏在环境中的表征。

4. 后测试阶段

在训练完成后，老鼠会被置于预测试阶段的环境，但不再接受药物/奖赏处理。记录老鼠在不同区域中停留的时间，以评估它们是否形成了对于药物/奖赏环境的偏好。通过比较预测试阶段和后测试阶段老鼠在不同区域中的停留时间，研究人员可以确定老鼠是否发展出了对于药物/奖赏环境的偏好。

三、实验应用

1. 奖赏性行为研究

老鼠 CPP 实验可以用于研究动物对于各种奖赏性刺激的偏好，如食物、社交互动等。通过训练老鼠将某种奖赏与特定环境联系起来，研究人员可以评估动物是否形成了对于这种奖赏的偏好，从而深入了解奖赏系统的功

能和调节机制。例如，一项研究可以探索不同种类食物的奖赏性，从高糖食物到高蛋白食物，以及在饮食失调等疾病模型中的奖赏性变化。

2. 药物成瘾研究

CPP 实验在药物成瘾研究中具有重要作用。通过将药物效应与特定环境联系起来，实验可以模拟药物成瘾的形成过程。研究人员可以探究不同药物的成瘾潜力、药物依赖形成的神经机制以及药物戒断后的行为变化。这种方法可以提供关于药物成瘾机制的重要线索，有助于开发药物成瘾的干预策略。

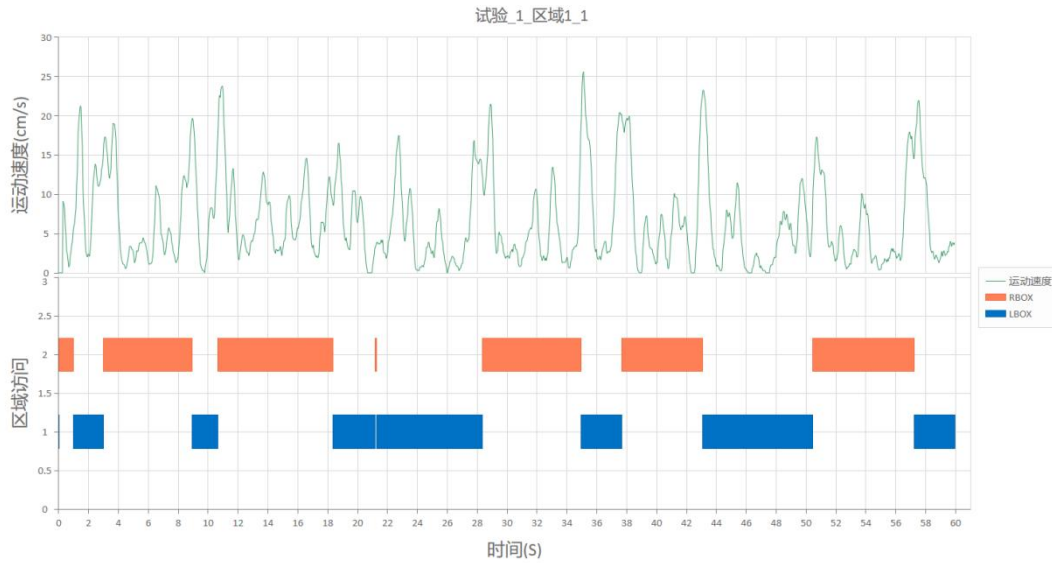
3. 新药筛选

CPP 实验还可以用于新药的筛选。通过研究药物是否能够影响动物对特定环境的偏好，研究人员可以评估药物对奖赏系统的影响，从而为新药研发提供线索。这对于寻找治疗成瘾和奖赏性行为紊乱的药物具有重要意义。

4. 神经机制研究

通过结合 CPP 实验和神经科学技术，如脑成像和神经元活动记录，研究人员可以深入研究药物成瘾和奖赏性行为的神经机制，揭示相关脑区的活动和连接。

统计数据		数据图表								
结果	路程和时间		区域中指标				区域中指标			
	中心		LBOX-中心				RBOX-中心			
	开始时间(s)	结束时间(s)	区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)	区域路程(cm)	区域时间(s)	进入次数	潜伏期(s)
结果_1	0.00	59.99	174.38	26.51	8.00	0.00	217.58	33.45	7.00	0.03



四、注意事项

1. 在实验前一周内，通过轻轻抚摸小鼠，让它们熟悉实验员的气味，减少人类干预引起的压力。
2. 每次实验前，给予小鼠足够时间在环境中适应，减少环境变化的影响。
3. 每次实验后，用酒精彻底清洁实验箱，避免前一只小鼠的气味影响下一只小鼠的行为。
4. 小鼠放置在实验箱中央，面朝墙壁，减少人为因素对行为状态的影响。
5. 在光遗传实验中，每次实验开始前，检测激光是否稳定，光强是否符合设定标准，确保光刺激的一致性和可靠性。避免连续长时间照射，以免光损伤。设置适当的停光间歇期，让实验对象休息和恢复。

通过遵循这些操作步骤，可以保证光遗传实验的实验条件恒定且合理，最大限度地减少技术因素对实验结果的影响。这些小细节对于实验的可靠

性和结果的解释都具有重要作用。



自身给药实验

目 录

- 一、实验介绍
- 二、实验装置设置
- 三、实验应用
- 四、实验方法
- 五、注意事项

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

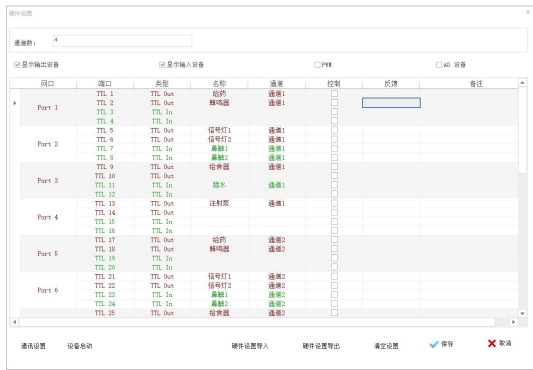
自主给药系统（自身给药实验）是行为药理研究的常用方法，它利用某些药物的正性强化作用，通过一定条件控制，使动物建立起行为与奖赏之间的联系，从而模拟人类药物滥用的一些情况。SA 实验基于操作式条件反射，实验动物主动踩压踏板或碰触鼻触器后，获得一定药物，这些药物对动物产生渴望或是厌恶，而这一作用强化了实验动物的行为，实验动物通过训练可以进行主动觅药。在建立操作式条件反射时，大多数与条件刺激相结合，如声音刺激或光刺激，动物在进行鼻触或压杠时获得药物，同时伴随声音出现或信号灯关闭，这些条件刺激可以使动物获得条件性强化能力。

二、实验装置设置

1. 药物注射装置： 自身给药装置通常包括一个可控制的药物注射装置，它可以根据设定的参数在动物需要时释放药物。这个装置通常与动物的血管系统连接，以确保药物被有效地输送到动物体内。

2. 操作接口： 装置中设置了一个操作接口，比如一个踏板、鼻触或按键，这些接口是动物用来触发药物注射的方式。动物可以通过按下踏板或进行其他操作来请求药物注射。

3. 传感器和记录系统： 装置配备了传感器和数据记录系统，用于监测动物的操作行为。这些传感器可以检测动物何时进行操作，比如按下踏板，以及每次操作的次数和时间。



三、实验应用

1. 条件作用实验： 自身给药装置常用于研究药物的条件作用。动物在学会按下操作接口来获取药物效应之后，会逐渐学会在特定条件下自主注射药物，以获得药物的奖励效应。

2. 成瘾性研究： 自身给药实验可以用于研究成瘾性药物的效应。实验动物可能会频繁地自行注射成瘾性药物，这有助于模拟药物成瘾的行为特征。

3. 耐受性和戒断： 通过自身给药装置，可以研究药物的耐受性和戒断现象。动物可能在一段时间后需要更多的药物剂量来获得相同的效应，或者在药物停止时表现出戒断症状。

四、实验方法

1. 学习期

斯金纳箱预设程序，压杆一次给予糖水奖励（比较简单，无需禁食）或食物奖励（需禁食），每个实验周期设为 10 分钟或压杆 20 次；

将动物放入斯金纳箱进行学习，每天 1 次；

动物 10 分钟内按压压杆 20 次，且按压后进入食槽获得奖励概率大于 85%，稳定重复 2 天，视为学会压杆；

动物学习数量满足要求：当有足够多的动物成功学会了按压杆的操作，每个组内额外保留一些动物（考虑到后续的淘汰阶段），学习期即可结束。

淘汰未学会压杆的动物：在结束学习期后，对那些未能学会按压杆行为的动物进行淘汰。这些未学会的动物可以在其他实验中继续利用。

2. 颈静脉插管手术

为动物提供合适的麻醉药物和镇痛药物后，剃除背部和颈部毛发，并使用适当的消毒液彻底清洁皮肤，以减少感染风险。

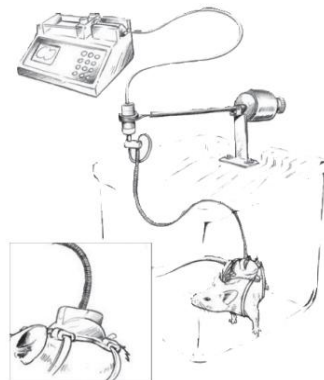
在右侧颈部剪一个约 1cm 长的纵口，位置靠近锁骨中线。分离颈静脉，并使用缝合线结扎远离心脏的端部。

在背部肩胛骨的中心位置切一个小口，然后在离肩胛骨中心约 2cm 处纵向切一个较大的口。

使用镊子辅助下，将自制插管组件的导管部分从皮下引至颈部切口，底座部分从大切口移至小切口。

将导管插入颈静脉并进行结扎固定，然后缝合皮肤切口并进行消毒。

为了保持插管通畅性，术后 d2 直到整个实验结束，每天给予 0.2 mL 无菌肝素钠(浓度 $25\text{U} \cdot \text{mL}^{-1}$) 检查导管通畅性。每周 1 次经插管用氯胺酮进行插管性能测试($5\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)，如果动物在给予氯胺酮后 3s 内便出现步态不稳，则表明插管状态良好，也可选用戊巴比妥、丙泊酚、依托咪等麻醉剂进行测试。



3. 实验期

一般来说，动物在手术后恢复 4 天就可以进行 SA 训练，实验时每只动物在单独的操作箱中进行。根据研究目的的不同，往往采用不同的实验程序进行，常用的有固定比率 (Fixed Ratio schedule, FR) 和渐进比率 (Progressive Ratio schedule, PR) 程序。

固定比率是 SA 实验最基础的研究程序，它是指鼻触或压杆次数与给药次数的比率保持不变，反应的是药物摄取速度。动物学会固定比率 SA 行为，一般需要几周时间来稳定。实验的药物剂量由浓度和注射体积决定，实验进行时间取决于药物的特性、动物的状态等因素。研究发现，动物的药物摄取速度往往会发生改变，单次注射剂量下降，药物摄取速率则增加，这是因为药物浓度变低，动物必须增加单位时间内压杆次数，才能获得与前次剂量相同的药物，以满足对药物的需求。药物摄取速率的增加，反应了强化效应的下降，反之则增加。单一的药物摄取速度定性地说明了药物是否能作为强化因子，却不能反映动物对药物的渴求程度，所以使用固定比率模式不能合理的评估药物的强化作用。

渐进比率是一种定量评估强化效应的有效方法，它是指实验动物必须增加鼻触或压杆次数来获得下一次的药物注射，压杆或鼻触比率是逐步增加的。在 1961 年，Hodos 首次在啮齿类动物中测量蔗糖牛奶的强化效应，随后在恒河猴、狒狒、狗中均有研究。不同的实验室应用了大量不同的渐进比率方案，比如步阶 (step) 为 2 的算术比率 (如 2, 4, 6, 8, ……)，比率翻倍 (如 100, 200, 400, 800, 或是先步阶后翻倍。PR 的变化，与药物种类、

训练时间，方案设置等有关关系。

在渐进比率实验中，反应比率增大到一定值时，动物不再进行鼻触或压杆行为，如果在一个测试周期内，动物在规定的一段时间(如 1 小时)内不注射药物，就将此时所对应的比率称为断点((Breaking Point, BP)，断点反映了实验动物为获取药物注射所愿付出的最大努力。判断断点出现的时间标准因药物不同而异，比如可卡因实验采用 1 小时，安非他明及阿扑吗啡实验则采用更长的时间标准。对可卡因 SA 训练来说，随着反应比率的增大，动物注射行为会陡然停止，所以断点能很好的反应药物的强化效应，断点越大，说明药物的精神依赖性越强。

正性奖赏环路实验中，对照组一般注射溶剂或者生理盐水等动物不会产生成瘾反应的液体，动物会在实验过程中发生行为消退，两次实验过程中按压压杆次数会减少。若药物对于动物有成瘾作用，则动物会视药物注射为奖励，压杆操作则不会因为消退而导致减少，甚至可能会产生更多次的按压行为。负性奖赏环路实验中，对照组一般注射容易让动物产生成瘾反应的液体，从而动物在实验过程中不易发生行为消退，两次实验过程中压杆次数不会减少，甚至会增多。若受试药物对此有抑制作用，则动物会发生行为消退，两次实验过程中按压压杆次数会减少。



五、注意事项

1. 触鼻和压杆是两种经典斯金纳箱常用响应方式。
2. 如果需要同时评估药物除了成瘾外的其它功能，如对动物记忆、注意力的作用等，则需使用更为复杂的斯金纳箱应用程序来进行实验，实验周期也会有所延长。若受试药物为兴奋剂类型的药物，动物可能会进入过度亢奋的状态，产生如四处乱跳等亢奋行为，会对压杆操作有一定的影响。此时建议结合视频录制来观察动物状态，确定药物是否有成瘾倾向。

三箱交互实验

目 录

一、实验介绍

二、实验装置

三、实验方法

四、意义与应用

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

老鼠三箱交互实验通常指的是社会性认知实验，用于研究动物（通常是老鼠）的社会行为、社会性认知和互动能力。这种实验设计的主要目的是探究动物是否能够识别其他个体，并根据其行为作出适当的反应，从而揭示出动物在社会环境中的认知和行为能力。

二、实验装置

通常包括三个部分：左箱、右箱、中间箱三个区域，每个区域都有不同的角色或信息。例如：

区域 A：通常是一个空箱子，老鼠进入后没有特别的刺激或信息。

区域 B：可能有一个“陌生”的老鼠，也可能是一个不熟悉的物体，让老鼠感到好奇。

区域 C：通常会有一个“熟悉”的老鼠，可能是老鼠的同伴，让老鼠感到舒适。

行为分析软件

众实科技 Labmaze 动物行为学分析软件 V3.0 是一款自动跟踪和记录动物活动的通用型运动轨迹记录分析系统，适用于 Morris 水迷宫实验、开场实验、旷场实验、自发活动、避暗实验、T 型迷宫、Y 型迷宫、放射型迷宫、高架十字迷宫、八臂迷宫、Barnes 迷宫、条件性位置偏爱实验、Zero 迷宫、孔洞实验、跳台实验、新物体识别等各种动物实验。除了具有自动跟踪记录动物活动轨迹的基本功能外，还具有通过事件记录器记录视频系统无法自动识别的各项动物行为事件、实验视频导入再分析、实验数据管理以及实时录像功能。



三、实验方法

实验开始前，将小鼠放在行为测试室适应半个小时；

用隔板将三个箱子隔开，并将测试鼠放进中间的箱子里适应 5 分钟；

第一阶段：三箱两侧，一侧放一只陌生的同种陌生小鼠 1，另外一侧只有空的金属笼子，去掉隔開箱子的玻璃树脂板，使测试小鼠可以在三个箱子中自由活动十分钟；

第二阶段：在另外一侧放另一只陌生的同种陌生小鼠 2，测试小鼠同样在三箱中自由活动十分钟。

第一阶段可以测试小鼠社交性，第二阶段则可以测试社交新奇性。正常小鼠在第二阶段倾向于探索第二只陌生小鼠。目前实验中陌生小鼠一般为成年小鼠，也有青春期或老年期的小鼠。该实验主要用于自闭症模型和母爱剥夺模型社交障碍的检测。

四、意义与应用

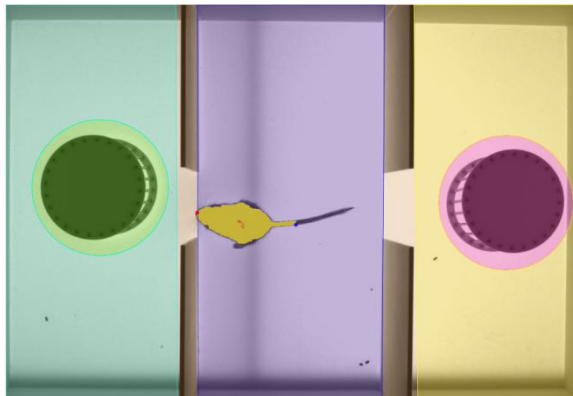
社会性认知探究：第一阶段测试可以帮助我们了解测试小鼠是否具有社交性，是否愿意与陌生同伴互动。第二阶段则揭示了测试小鼠是否对新的社交伙伴表现出兴趣，即社交新奇性。

研究社会认知障碍：这种实验在研究自闭症模型和母爱剥夺模型等社

会认知障碍方面具有重要应用价值。一些自闭症模型可能表现出社交行为缺陷，而该实验可以帮助评估它们对社交刺激的反应是否与正常小鼠不同。

不同年龄阶段的研究：目前实验中使用的陌生小鼠可以是成年小鼠、青春期小鼠或老年期小鼠。这有助于研究不同年龄阶段对社会认知的影响。

深入理解社会行为：通过观察测试小鼠在不同情境下的行为，我们可以深入理解动物在社会性认知和互动方面的能力，从而揭示出动物的社会行为策略和认知过程。



爬杆实验

目 录

- 一、实验介绍
- 二、实验装置和材料准备
- 三、实验应用
- 四、实验方法
- 五、注意事项

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

老鼠爬杆实验是一种常用的行为学测试方法，用于评估小鼠的运动协调性、力量和平衡能力。这种实验可以帮助研究人员了解小鼠的运动能力以及可能的神经系统损伤或运动障碍。

二、实验装置和材料准备

实验杆：通常是一个竖直的木质或金属杆子，也可以是斜向上倾斜的。

记录装置：可以是摄像机、计时器等，用于记录小鼠在爬杆上的行为。



三、实验方法

方法一：小鼠头朝下放置于竹竿顶部，记录小鼠爬完杆长全长所需时间。正式记录评分之前，训练小鼠爬杆 3 d，每日 1 次，确保每只小鼠学会爬杆。根据爬杆时间进行评分，若小鼠坠落评 7 分，不动评 6 分，40 s 掉头评 5 分，20 s 掉头评 4 分，爬完全长 31~40 s 者评 3 分，21~30 s 者评 2 分，11~20 s 者评 1 分，0~11 s 者评 0 分。

方法二：测试时手执小鼠尾尖端，使小鼠头下尾上接触竹竿顶部小球，小鼠两后肢接触小球开始计时，记录小鼠自上而下爬完全杆的时间。测试 3 次取平均值。

跑步机实验

目 录

一、实验介绍

二、实验装置

三、实验类型

四、实验方法

以下准则仅供实验参考

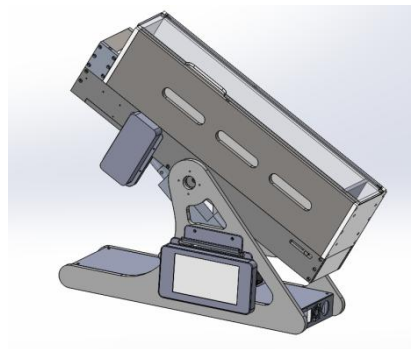
一、实验介绍

动物跑台（动物跑步机）主要用于白鼠类小动物作跑步运动训练，可取代传统的游泳训练，使训练强度指标更加准确。是体能、耐力、运动损伤、营养、药物、生理和病理等实验的常用的手段之一。通过声、光、电刺激大鼠在跑台上不停地跑动，来达到训练的目的。

二、实验装置

跑台的主要部分是一个滚动的传送带。表面的材质有利于动物抓地。通道的后壁安装有刺激电极、发声装置及发光的小灯泡，各个通道的刺激装置是彼此独立的。当动物拒绝跑动或者跑速低于实验要求时，就会在传送带上退行而碰触到后壁的刺激装置，较强的电刺激或声音刺激将迫使动物按照跑台的速度奔跑。

众实科技小动物跑步机（动物实验跑台）适用于大、小鼠，仅一台机器可以实现大、小鼠通用。采用分段速度控制，自由度更高，能适配不同需求的实验。附带跑道清洗装置，方便快捷对跑道进行清洗。



三、实验类型

持续运动测试：

小鼠被放置在一个带有旋转滚筒或传送带的跑步机上，小鼠需要保持行走或奔跑以避免被带走。这种实验可以用来测量小鼠的耐力和持续运动能力。

速度变化测试：

跑步机的速度会随着时间变化，从而使小鼠在不同速度下进行运动。这种实验可以用来评估小鼠在不同运动强度下的适应能力。

斜坡测试：

跑步机可以设置成有斜坡的状态，这可以模拟爬坡或下坡的运动情境。这种实验可以研究小鼠在不同坡度下的运动和适应性。

运动行为观察：

跑步机可以与视频监测系统结合，以跟踪小鼠在跑步机上的运动行为，包括速度、停留时间、步态等。

代谢和生理参数测量：

跑步机实验还可以与生理监测设备结合，如心率监测、呼吸测量等，以研究小鼠在不同运动条件下的代谢和生理反应。（北京众实科技 ZS-PT-IV 密闭型能量跑台可监测动物在运动中呼吸熵、耗氧量、二氧化碳产生量和热量等。同时亦可训练和提高动物运动能力）。



四、实验方法

(1) 打开跑台机器及其相应软件，并将鼠按其编号放入相应跑道，盖上盖子。

(2) 设置相应参数，如时间、速度、电刺激强度等，然后点击开始即可。

(3) 训练结束，将鼠取出，换下一组动物，其他步骤同上。

适应性训练方案

匀速平坡适应性训练模式

在进行为期 7 天的适应性喂养后，开始进行为期 3-4 天的适应性跑步机训练。每天进行 1-3 次训练，每次训练间隔为 5-10 分钟。初始阶段，将跑步机速度设定为 20 米/分钟，加速度时间为 2 秒，初始速度维持时间为 15-30 分钟。实验总时长设定在 15-30 分钟之间。电流强度适配大鼠为 0.6-0.8mA，小鼠为 0.3-0.5mA。训练成功的标志为大鼠能够持续以 20 米/分钟的速度跑步 30 分钟。未能达到这一标准的大鼠将被淘汰。

匀速多坡度适应性训练模式

为了获得更优的训练效果，可以逐日增加训练时的坡度，以增加训练的难度。例如，第一天使用 5 度坡度，第二天使用 10 度坡度，第三天使用 15 度坡度，以此类推。

多阶速度适应性训练模式

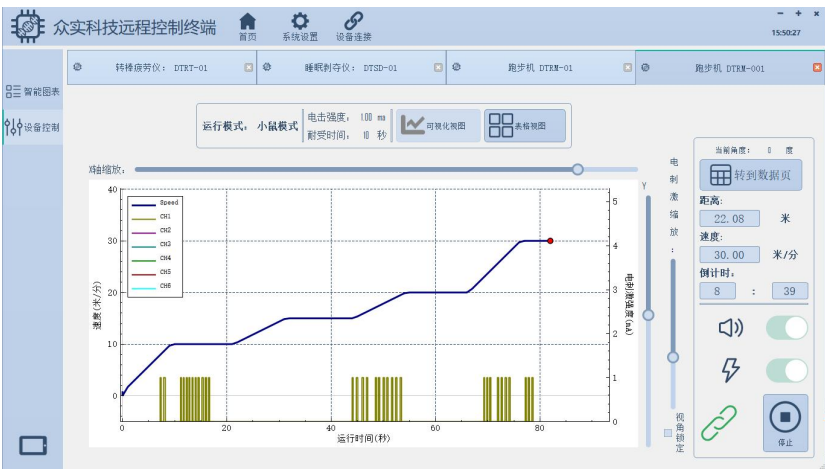
为了进一步提升训练效果，可以将训练分为多个阶段，每个阶段设定不同的速度。例如，设定实验总时长为 15-30 分钟，初始速度为 5 米/分钟，加速度时间为 2 秒，初始速度维持时间为 5 分钟；一级速度设定为 10 米/

分钟，加速度时间为 2 秒，一级速度维持时间为 5 分钟；二级速度设定为 15 米/分钟，加速度时间为 2 秒，二级速度维持时间为 5 分钟。采用这种循序渐进的训练方式，有助于动物更快地适应跑步机的训练节奏。

通过这些适应性训练模式，可以有效地引导大鼠逐步适应跑步机运动，提升训练效果，并确保动物的安全与舒适。

运动力竭测试

在适应跑步机运动三天后，对实验组的小鼠进行疲劳测试。鼠在跑步机上以 5m/min 的热身速度开始上坡（20° ），持续 4 分钟，然后将速度增加到 14m/min，持续 2min，速度增加 2m/min 直到老鼠精疲力尽。精疲力尽被定义为鼠在与电刺激栅直接接触 10s 内无法恢复运行。测量跑步机时间并计算跑步距离。



平衡木实验

目 录

- 一、实验介绍
- 二、实验设备和装置
- 三、实验方法
- 四、数据分析
- 五、实验意义与应用

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

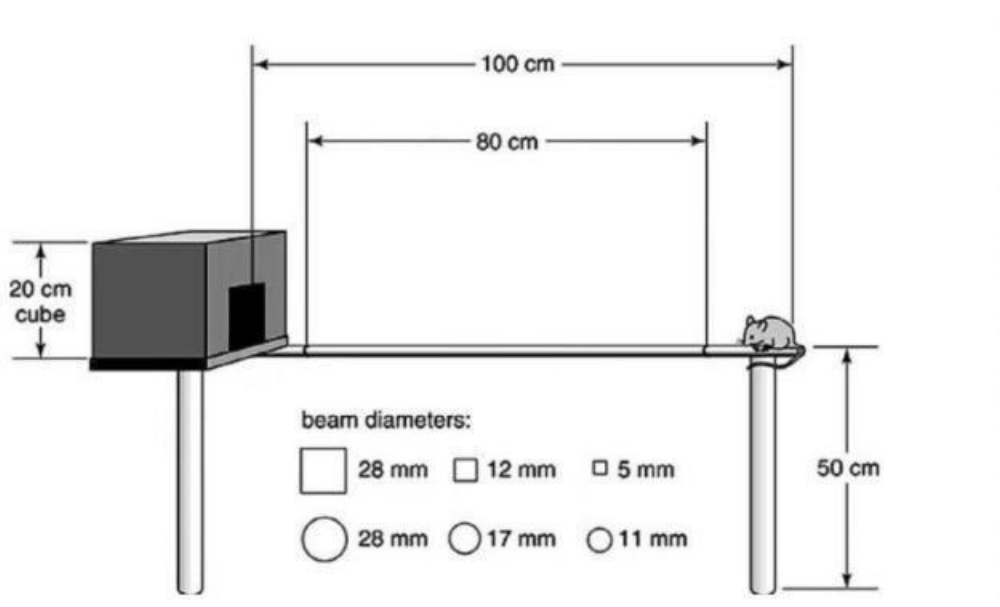
老鼠平衡木实验作为一种常用的行为学测试方法，通过测量小鼠在平衡木上的行走表现，探索了小鼠的运动协调性、平衡能力以及空间记忆。这个实验不仅有助于研究动物的生理和神经学特征，还可以用于评估药物对行为的影响，从而为疾病模型和药物研发提供支持。

二、实验设备和装置

平衡木： 平衡木通常是一条细长的木杆或金属杆，被放置在支架上。平衡木的尺寸和高度可以根据实验目的进行调整。

支架： 支架用于支撑平衡木，可以是两个架子、支柱或支撑杆。支架的稳定性和高度对实验结果具有重要影响。

实验场地： 实验场地应保持安静、干净，光照、温度和湿度等环境条件应在实验过程中保持稳定。



三、实验方法

训练期：

第 1 天，采用平衡木，使小鼠通过方形平衡木进入小暗盒。每只小鼠训练 3 次，每次间隔 2 小时。

第 2 天重复第 1 天相同的步骤。

测试期：

第 3 天为测试阶段，使其通过平衡木到达小暗盒，记录到达暗盒的时间和打滑次数，若未能到达小木盒时间记录为 60s。

四、数据分析

梅茨等人为平衡木测试创建了一个评分系统。在这个系统中，“0”表示动物无法站立在平衡木上，“0.5”表示动物可以走到平衡木的一半而没有跌倒，“1”表示动物可以完全站立穿过平衡木，“1.5”表示动物在穿越平衡木时部分使用后肢并保持稳定，“2”表示动物在穿越平衡木时使用正常的行走和脚放置模式。

此外 Luong 等人的评分系统基于小鼠在爬升过程中的表现，结合了它们的爬升能力和摔倒率，将小鼠分为不同的评分等级，以更全面地评估其运动协调性。

评分系统的等级如下：

1、评分为 7：如果小鼠能够顺利地爬过平衡木，瘫痪的肢体完全起作用，没有明显的神经损伤体征。这意味着小鼠能够以正常的步态和协调性通过平衡木，没有失去平衡的情况。

2、评分为 6：小鼠能够爬过平衡木，但瘫痪的肢体仅起作用超过 50%。这表示小鼠在爬升过程中可能出现一些不稳定，但仍然能够完成任务。

3、评分为 5：小鼠能够爬过平衡木，但瘫痪的肢体起作用不足 50%。

这表明小鼠在爬升过程中可能更加不稳定，但仍然能够继续前进。

4、评分为 4：小鼠不能顺利地爬过平衡木，但跌倒率不到 50%。这意味着小鼠在尝试爬升时可能会失去平衡，但并不总是摔倒。

5、评分为 3：小鼠不能顺利地爬过平衡木，跌倒率超过 50%。这表示小鼠在爬升过程中非常不稳定，经常会失去平衡并摔倒。

6、评分为 2：小鼠无法在平衡木上爬行，但可以坐在上面。这表明小鼠可能无法维持站立姿势，但仍能够在平衡木上保持坐姿。

7、评分为 1：小鼠完全无法爬行，后肢无法放置在平衡木上，会掉下来。这表示小鼠的运动能力严重受限，无法完成爬升任务。

这种评分系统可以帮助研究人员客观地评估动物在走横木实验中的表现，从而了解其运动功能和协调性的恢复情况。

尽管存在多种不同的量表和测量值，但在评估运动协调性方面，这些方法都大致使用相似的评分标准。这些评分系统的设计有助于标准化实验过程，使得不同实验室的研究结果可以更容易地进行比较和分析。通过这些评分系统，研究人员能够客观地评估动物在平衡木上的行为表现，进而深入了解其运动能力和协调性。

五、实验意义与应用

运动协调性与平衡能力：

通过观察小鼠在平衡木上的行走表现，可以评估其运动协调性和平衡能力。这有助于研究小鼠的运动系统功能以及可能的运动障碍。

神经系统功能研究：

平衡木实验可以用于研究神经系统功能和脑区损伤对运动和平衡的影响。

响。例如，损伤特定脑区后，观察小鼠在平衡木上的行为改变，有助于揭示该脑区在运动和平衡中的作用。

药物研发和疾病模型：

平衡木实验可用于评估药物对小鼠行为的影响，尤其是对于影响运动和平衡的药物。

转棒疲劳实验

目 录

一、实验介绍

二、实验装置

三、测试方式

四、测试阶段

五、实验应用

以下准则仅供实验参考

一、实验介绍

转棒疲劳实验（Rotarod test）用于评估啮齿动物的运动协调和平衡。动物必须在旋转的杆上保持平衡。仪器记录动物从以不同速度旋转或在连续加速（例如从 4 到 40rpm）的杆上掉下来所需的时间（延迟）、掉落时杆的速度及动物运动距离。是一种广泛应用于神经科学、药理学和行为学研究中的行为测量方法，旨在评估小鼠或大鼠的运动协调性、平衡能力和抗疲劳能力。这项实验可提供关于动物神经肌肉协调、中枢神经系统功能和运动障碍的重要信息。

二、实验装置

该设备由连接到步进电机的中央驱动杆组成。杆位于离地面一定高度，以阻止动物跳下。这个杆本质上是一个圆柱体，表面覆盖有防滑材料，上面有一系列平行的纵向凸起，为啮齿动物提供了抓握的支持。这样的设计使得动物在杆上行走时可以保持稳定，而不易滑倒。棒的长度和直径通常根据所测试的啮齿动物的种类和大小而定。棒表面被分成几个隔间，可以同时测试相应数量的动物，使实验更加高效。



三、测试方式

在测试当天，应将小鼠关在自己的笼子里，并在测试室中适应至少 15

分钟（适应阶段）。称量每只老鼠并记下数据表上的体重。为了便于在以后的试验中识别，在测试前使用无毒墨水标记小鼠，并在尾巴的底部有相应的条纹记号，然后打开转棒装置。

四、测试阶段

它由三个试验组成，试验间隔为 15 分钟（ITI）。可以在一次试验中连续运行下一批小鼠，然后再进行下一次试验。在测试阶段之前没有培训期。将设备设置为在 300 秒内从 4 转至 40 转的加速模式。

测试试验 1（T1）：将小鼠放在通道上（如果难以处理小鼠，则在两只小鼠之间留空通道，每次运行仅测量 3 只小鼠）。试着让杆上的小鼠向前走以保持平衡。杆最初以 4rpm 恒定速度旋转，以允许将所有小鼠定位在各自的通道中。一旦所有的老鼠都“准备好”（即检查它们是否能够以 4 rpm 的速度向前走几秒钟），杆将在 300 秒内从 4 rpm 加速到 40 rpm。整个实验过程中转棒仪会自动记录每只老鼠从杆上掉下来的潜伏期、掉落时速度及运动距离，并记录试验结束的原因（坠落、跳跃、被动旋转）。

五、实验应用

疲劳研究： 转棒实验可用于评估动物在不同运动强度下的耐力和疲劳能力。通过观察动物在不同速度下持续行走的时间，可以了解其肌肉疲劳的发展和抗性。

药物评估： 转棒实验可以用于评估药物对运动能力的影响。研究人员可以测试药物对动物的运动协调性和持久力的影响，以了解药物的功效和潜在的不良效应。

神经系统研究： 转棒实验常用于研究神经系统疾病，如帕金森病和

脊髓损伤。通过观察动物在旋转杆上的表现，可以评估神经系统功能的变化。

基因突变研究： 研究人员可以使用转棒实验来评估基因突变对运动能力和协调性的影响。这有助于理解特定基因与行为表现之间的关联。

药理学研究： 通过给动物不同的药物，如麻醉剂、镇静剂或兴奋剂，可以研究药物对动物运动能力的影响，从而了解其作用机制。

毒性评估： 转棒实验可以用于评估环境毒素、化学物质或药物对动物行为的影响，从而检测潜在的毒性和风险。

康复和治疗研究： 在康复治疗研究中，转棒实验可以用于评估治疗方法对受损动物运动能力的恢复程度。