



N 新华社 北京日报 央视新闻 科普中国

11月1日6时45分,随着实验单元由神舟二十一号载人飞船转运至中国空间站问天实验舱,4只小鼠正式入住“太空家园”。这是我国首次在空间站实施哺乳动物空间科学实验。记者从中国科学院空间应用工程与技术中心了解到,目前两个实验单元温度、湿度、氧气浓度等关键环境指标正常,4只小鼠进食、饮水正常。后续小鼠将由神舟二十号航天员乘组带回地球。

在人类探索外层空间的历程中,其实已有不少地球生灵跻身其间。那么,这些“动物航天员”对航天事业做出过哪些贡献?关于它们的实验研究能为人类星际旅行做什么?

“入住”天宫空间站的小鼠状态良好(视频截图)



小鼠“航天员”适应“太空旅馆”

与神舟二十一号航天员乘组同行的4只小鼠包括雌性、雄性各2只,它们是经过60多天的筛选与训练,从大约300只小鼠中脱颖而出的。

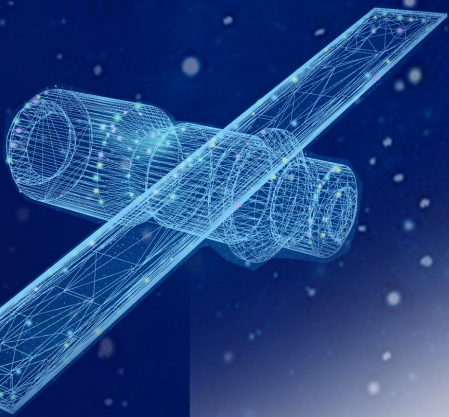
在去往空间站的途中,4只小鼠被放在特制的上行生保支持装置内,并安置在神舟二十一号载人飞船的货物软包里,帮助它们在发射期间尽量减震。上行生保支持装置是专门为小鼠设计的小舱位,外观是带有透明观察窗的金属盒子,内部除了饮食供应、排泄物收集等设备以外,还有专为小鼠的穴居习惯设计的躲避空间,这在发射及返回期间可以帮助它们缓解因较大震动和噪声造成的应激反应。

小鼠进入空间站之后,即从上行生保支持装置转移到饲养装置。通过装置内的视频采集系统可以观察到,空间站内的4只小鼠状态活泼,不时在笼壁上来回攀爬。吃饱喝足后,小鼠们轮流爬到躲避窝内休息。“小鼠是穴居动物,躲避窝能够给它们提供安全感。”中国科学院动物研究所副研究员李天达说,“我们还看到,有的小鼠会抓着笼壁睡觉,有时候睡熟了手松开就飘浮在半空了,也是很有趣的现象。”

“目前实验单元温度、湿度、氧气浓度等关键环境指标均正常,4只小鼠均能正常饮食、饮水,活动状态和行为模式未发现与地面对照组有较大差异,初步观察结果表明小鼠对微重力环境表现出了较好的适应性,后续实验将按计划开展。”李天达说。

实际上,小鼠并不是神舟飞船带上天的首批“动物航天员”。比如,神舟二十号曾携带一批涡虫开展空间再生实验,主要研究在空间微重力和辐射环境下,涡虫再生的特征变化以及参与调控的可能分子机制,以期找到一些特征性分子来干预航天员长期驻轨造成的损伤和支撑修复。在此之前,还有神舟八号、十号、十五号、十六号的秀丽隐杆线虫,神舟十八号、二十号的斑马鱼和神舟十九号的果蝇。

『动物航天员』为星际旅行探路



首位环绕地球运行的「动物航天员」小狗莱卡

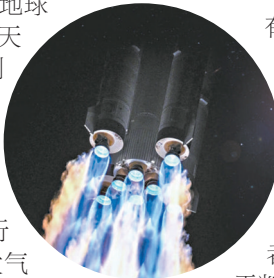
动物“上天”为人类太空行开路

在人类探索太空的进程中,狗、鼠、猴、黑猩猩、猫、兔、鸡、龟、壁虎、蝶螈、蛙、鱼、蜘蛛、蚕、蝇、涡虫、线虫、水熊虫等多种陆生或水生动物都曾去过太空,为航天事业做出过重要贡献。

首次进入太空的动物是一群黑腹果蝇。1947年2月,它们随美国发射的V-2火箭升空,一直抵达距地109公里处(100公里以上就是太空),而后乘降落伞返回,并全部存活下来。

1949年6月,美国一只取名为“阿尔伯特二世”的猕猴同样乘坐V-2火箭进入太空,上升到137公里的高度,成为世界上首位灵长目航天员。不过,因降落伞故障,猕猴在返回地面时丧生。1957年11月3日,小狗“莱卡”随苏联的斯普特尼克2号升空,成为首位环绕地球运行的“动物航天员”。但是,当飞到第4圈时,莱卡就死于温控系统故障造成的舱内过热,飞船载着它的遗体环绕地球运行2570圈后,再入大气层并烧毁。

1961年1月,黑猩猩哈姆搭乘美国的水星-红石2号进入太空(未环绕地球),成了第一个载人科航天员。凭借着人科动物的聪明才智,它出色地完成了许多指令。通过扳动指令对应的拉杆(扳对吃香蕉),哈姆成功证明了在太空中不但能存活,还能保持意识清醒,主动执行任务,这是人类开展空间探索的基础。同年11月,另一只黑猩猩伊诺斯围绕地球飞了2圈并平安返回,同样出色地完成了与哈姆一样的任务。



1961年2月,黑猩猩哈姆从太空成功回到地球

生物天地对照实验

要说太空和地球环境有何不同,基本上就是两点:微重力和高辐射。人如果长期在微重力环境中生活可能导致骨质疏松、肌肉萎缩,来自星际空间和太阳的射线是更大的风险。不过,风险有多高?在太空生活多久会面临风险?如果要去往更远的地方,如月球基地或火星又将遭遇什么样的生存考验?这些都需要“动物航天员”协助研究。

1968年9月,苏联的探测器5号去月球背后绕了一下,又返回地球。其乘组包括2只四爪陆龟和一些酪蝇、黄粉虫、植物、种子、细菌及其他生物。在7天的旅程中,大家都活得挺好,尽管陆龟的体重轻了10%,但依旧活跃,胃口也不错。1970年11月,轨道蛙耳石航天器携带2只牛蛙一飞冲天,这次任务配备了旋转式重力模拟系统,可在有重力和微重力之间来回切换,用于研究长期微重力环境的作用。1972年12月发射的阿波罗17号载有5只纤小囊鼠,它们的头皮下植有辐射监测器,以研究宇宙射线的影响。

挑选哪些生物上天,是有规律可循的。“动物航天员”的选择与实际任务的目标要有关联性。在最初的生存测试阶段,选的动物是那些比较容易训练、与人类相似或者兽医比较熟悉的,便于判断伤病乃至死因。而对于为期较长的生存测试,就要用到耐力超级强、能够忍饥挨饿的动物。不仅如此,它们还要易于理解、便于观测,比如秀丽隐杆线虫不但细胞个数固定确知,就连每个细胞的分化顺序都已被研究得清清楚楚。斑马鱼和随神舟十九号上天的果蝇也都是遗传科学的重要模式物种,基因组已全部完成测序。其中,斑马鱼身体透明,便于观察,并且生命周期很短,能在短时间内观测好几代。

研究长期太空任务时,往往会在地面上留有同种动物的对照组,双方吃相同的食物,身处相同的光照和环境温度,以此得到更可靠的科学数据。比如,为了确保从同一条起跑线出发,此次神舟二十一号携带的这批小鼠不是大家更熟悉的小白鼠,而是属于近交系的黑色小鼠,它们的基因差异极小,训练筛选前后和发射前后得到的实验数据都有可比性。

研究星际旅行可行性

派动物去太空的动机起初就是替人类探路,看看在地球周边的外层空间能否生存;这一关过了,就要看能否活得长久,以便驻留空间站或去往更遥远的深空;再往后,还要研究繁衍问题,探讨星际旅行的可行性。

在太空中,宇宙射线对生殖细胞的危害显而易见,微重力的影响则较为隐蔽。受精卵发育时能否分出动物极和植物极?蛇卵、鸟卵和外界的气体交换能否畅通?哺乳动物的受精卵能否顺利着床?这些问题都事关目标更远的未来星际旅行。

1989年3月,作为一项科教实验,32只鸡胚胎随美国发现号航天飞机前往太空,以研究胚胎在微重力中的发育(最后孵出不少)。1994年11月和1995年7月,两组怀孕的褐家鼠分别乘美国亚特兰蒂斯号和发现号航天飞机到太空兜了一圈,回来后产下体重正常的幼崽,这表明胎儿置身太空环境,在怀孕后期仍能正常发育。2021年8月,日本山梨大学研究人员从怀孕小鼠身上提取了处于早期双细胞阶段的胚胎,送往国际空间站发育了4天。2023年10月发表的研究报告显示,这些胚胎没有出现辐射后的DNA损伤,并在微重力环境中表现出正常的结构发育,分化出了胎儿和胎盘两组细胞。

在探索太空的征途中,认识到生命的顽强是人们最大的收获,尽管这种认识有时来自意外的悲剧。2003年2月,美国哥伦比亚号航天飞机完成STS-107任务,返航时不幸解体,7名航天员罹难。在事后搜集到的残骸中有一个加固过的储物柜,人们在柜中的培养皿里意外地发现了几百条微小的秀丽隐杆线虫。由于这种生物的生命周期只有两三周,因此它们从浩劫之日算起,早已繁殖四五代了。在2007年的光子-M3任务中,欧洲空间局将几组水熊虫送入太空,第一组直接暴露在真空中,其他两组还要承受不同剂量的太阳辐射。然而,等这些小家伙重新补水后,第一组直接满血复活,后两组也有3只成功复苏,顽强的生命力令人惊叹。人们认为,到了太阳变成红巨星那天,或许水熊虫还能活到最后。

从这些顽强、坚忍的小生命身上,天体生物学家认识到,生命或生命物质也许有希望、有能力横渡茫茫太空,从一个星球去往另一个星球。同时,结合对陨石、太阳系其他天体以及系外行星的研究探测,“动物航天员”已为生命的起源演化打开了更广泛的思路。