

欲上九天 先入洞穴

——我国首次航天员洞穴训练意义非凡

上海天文馆副研究员 施群

当人们提到航天员训练时,通常会想到的是离心机、失重飞机、水下训练。然而,就在前不久,一种意想不到的训练环境——洞穴,进入了公众的视野。中国航天员科研训练中心发布消息,由该中心牵头组织实施的我国首次航天员洞穴训练于2025年12月底在重庆市武隆区圆满收官,28名航天员分为4批,在一个平均温度只有8摄氏度、湿度高达99%的天然洞穴中完成了6天5夜的驻留训练。



■ 航天员在洞穴中进行物品传递协作训练
图片来源:中国航天员科研训练中心



■ 洞穴主营地

堪比太空 起点不低

所谓洞穴训练,是指利用天然洞穴环境模拟太空极端条件,开展特殊训练课目。洞穴环境与太空环境之间存在诸多相似之处,包括空间隔离、环境幽闭、资源有限、感知剥夺,以及未知风险等等。这种训练旨在通过洞穴中独特的物理环境和由此产生的心理挑战,提升航天员的综合能力,堪称航天员训练场的“天花板”。

目前国际上公认的最成熟的航天员洞穴训练是欧洲空间局(ESA)的CAVES项目。CAVES是一个缩写,正好凑成了“洞穴”的英文单词,其全称为“Cooperative Adventure for Valuing and Exercising human behaviour and performance Skills”,直译过来是“旨在评估和锻炼人类行为与绩效技能的协作探险”。这个名字清晰地揭示了其核心目标:训练航天员的团队协作、行为表现和心理技能。洞穴训练的系统性研究始于2005年,经多方论证后2011年正式实施,至2025年共举办七届。

一次完整的洞穴训练通常为期三周,由地面学习与准备阶段、洞穴任务执行阶段和返回与总结阶段构成。CAVES是一个面向全球的国际合作项目,来自欧洲、美国、俄罗斯、日本、加拿大、中国及阿联酋等7个航天机构的38名航天员参加过训练。2016年,中国航天员叶光富曾与来自美国、日本、俄罗斯的航天员一同,在意大利撒丁岛的洞穴中完成了6天6夜的训练。而不到10年后,中国开启了国内首次洞穴训练,叶光富担任了训练指挥之一。

洞穴训练是一个以真实科学考察为核心、聚焦于团队行为与技能的高仿真训练系统,对提升航天员在极端环境下的综合能力,有效增强航天员心理韧性有着重要作用,尤其是面向未来长期在轨飞行和执行载人登月任务有着深远意义。因此,就在欧空局开展CAVES项目后不久,中国航天员科研训练中心便决心攻关突破。2016年起,一支数十人的团队走南闯北,开始了“寻洞”历程,足迹遍及广西、贵州、湖南、重庆等7个省市,累计行程超过2万公里,多次冒着生命危险钻进人迹罕至的原始洞穴,只为求得一处理想的训练场所。直到2024年,终于确定了重庆武隆区一处地质稳定、氧浓度安全、环境与太空契合的洞穴。从此中国航天员训练系统中又多了一颗闪亮的明珠。

中国的洞穴训练在向欧洲充分学习的基础上,在具体理念和执行上有自己的特色和创新,已形成了自己独特的体系。例如,我国的洞穴训练与载人登月任务需求结合更紧密,将月球地质科考能力培养、前沿科学实验充分融入其中,构建起“训研一体”的新模式。再如,减少洞内保障团队对参训队员工作的干预,让他们更

加贴近实战,更多地发挥自主性,从而进一步激发团队与个人的潜能;但同时,采用先进的音视频通信技术以及无线通信技术,实时监测洞内人员的活动情况,提升安全保障水平。

训练体系 创新升级

洞穴训练虽然引人注目,但它只是航天员庞大训练体系中的一个环节。完整的航天员训练涵盖了八大类别,包括:基础理论训练、体质训练、航天环境适应性训练、专业技术训练、飞行程序与任务模拟训练、心理训练、救生与生存训练和大型联合演练。

基础理论训练的的目的是使航天员了解载人航天的专业基础知识和相关领域的科学知识,开设有“载人航天工程基础”“航天医学基础”等十余门专业课程。体质训练则贯穿航天员整个职业生涯,让他们时刻保持合格的体能素质和健康水平。航天环境适应性训练是最具特色和最具针对性的类别,主要是帮助航天员适应超重和失重环境,往往需要借助离心机、失重飞机、中性浮力水槽等特殊设备模拟特定环境。专业技术训练是航天员职业训练的主要内容,包括专业基础理论和专业技术操作等,全面系统地了解载人航天工程总体概况,熟练掌握载人航天飞行的专业知识和相关仪器设备的操作技能。飞行程序与任务模拟训练主要通过学习飞行文件、操作飞行程序模拟器等,进一步熟悉和掌握载人飞行任务和飞行程序,以及各种应急与故障处置程序。心理训练包括心理咨询、心理表象训练、放松训练及心理相容性训练等,目的是使航天员进一步提高自我认知和自我调节能力,打造过硬的心理素质,塑造完善的人格。救生与生存训练目的是提高航天员发射前和返回后的自我救生与生存能力,常见的训练包括直升机吊救、野外生存、紧急撤离、着陆出舱等训练。大型联合演练则是多系统的联合演练,涉及人、船、箭、地(发射场和着陆场)等方面面的联调联测,这也是执行载人飞行任务前的必经程序,也是对航天员训练成果的综合检验。

值得注意的是,随着载人航天工程不同阶段任务需求的变化,航天员训练体系和训练科目也在不断迭代和创新,像这次洞穴训练还无缝衔接了丛林训练,正是训练体系与时俱进、动态优化的真实写照。此外,虚拟现实(VR)、混合现实(MR)和人工智能(AI)等新技术的应用,也在迅速改变着传统的训练方式。例如出舱活动在轨混合现实训练设备、视动矛盾跑台训练技术等,都是中国航天员科研训练中心最新研发或正在研发的创新训练方法。这些虚实叠加的模拟场景,能更直观、更全面、更高效地帮助航天员进行复杂设备的操作训练,提高训练效率。

在生活中,有这样一群人:在地铁车厢里感到窒息,因害怕磁共振成像(MRI)检查而延误治疗,甚至不敢进入没有窗户的房间……这些并非简单的“胆小”,而是可能患上了幽闭恐惧症。据统计,全球约10%的人在一生中会经历不同程度的幽闭恐惧。

明知无害仍恐慌

幽闭恐惧症,又称密闭恐惧症,属于“特定恐惧症”的一种,典型的表现为对封闭或狭小空间产生明显超出实际危险程度的强烈恐惧。例如坐电梯、搭乘飞机或地铁或进入医院的MRI检查室等,患者常会不由自主地出现心跳加速、呼吸急促、出汗、头晕,甚至濒死感。为了避免这些痛苦体验,他们往往主动回避相关场所,即便被迫进入,也会感到极度煎熬。

值得注意的是,很多人在陌生或受限环境中都会出现一定程度的紧张反应,这属于正常现象。而幽闭恐惧症患者的特殊之处在于:他们通常清楚自己的恐惧并不合理,却无法控制身体和情绪的反应。这种“明知无害,却仍恐慌”的矛盾状态,正是其区别于普通紧张的关键所在。

心理学家认为这种恐惧的形成往往与早年经历有关——例如童年曾被锁在储藏室等狭小空间的经历,可能导致大脑中负责处理恐惧的区域(如杏仁核)变得过度敏感,错误地将电梯等封闭空间识别为“致命威胁”,从而陷入“恐惧一回避一恐惧加剧”的恶性循环。

治疗手段三大类

目前,幽闭恐惧症的治疗手段主要包括三大类,各有侧重,需要结合使用——

■ **心理干预**:通过心理咨询或支持性谈话,帮助患者理解恐惧的来源,缓解焦虑情绪。这种方式适合症状较轻的人群,或者作为其他治疗的辅助手段。

■ **药物辅助疗法**:在急性焦虑发作时,精神科医生可能会短期使用苯二氮草类抗焦虑药(如阿普唑仑)以快速缓解症状。对于需要长期管理的患者,可能会配合使用SSRIs类抗抑郁药(如舍曲林),通过调节大脑中的神经递质

来降低整体焦虑水平。

但需要注意的是,药物可以缓解症状,却无法消除恐惧本身,通常需与其他心理治疗手段联合使用,才能获得持久效果。

■ 认知行为疗法(CBT):

这是目前国际公认的首选治疗方法,其中以“暴露疗法”为核心。心理治疗师会引导患者在安全环境中,循序渐进地接触恐惧场景,通过反复体验“恐惧但无危险”的过程,帮助大脑修正“封闭空间=危险”的错误认知。研究表明,接受规范的、以暴露疗法为核心的CBT治疗后,约70%以上的幽闭恐惧症患者症状能得到显著改善或临床缓解,且疗效稳定、复发率低。

突破性治疗方案

虚拟现实暴露疗法为幽闭恐惧症的治疗困境提供了一种突破性方案。它利用VR技术构建高度仿真的密闭场景,让患者在完全安全、可随时退出的环境中,循序渐进地面对恐惧。

以电梯训练为例,患者戴上VR头盔后,仿佛置身于真实的电梯轿厢内。治疗师如同“导演”,通过控制面板动态调整环境参数,为每位患者量身定制暴露

上海长海医院临床教学培训中心 蔡丽萍 游晓华

克服幽闭恐惧 重建「空间安全感」

难度:

- 1. 暴露场景可分级** 从宽敞明亮的观光电梯起步,逐步过渡到狭小昏暗的货梯,甚至模拟轻微晃动或短暂停运;
- 2. 社交因素可控制** 可设定电梯中空无一人,也可逐步加入虚拟乘客,甚至引入咳嗽、对视等细微社交压力;
- 3. 过程安全可逆** 患者只需按下按钮,即可立即暂停或退出。这种“一切由我掌控”的体验本身,就能显著降低焦虑,提升治疗依从性。

VRET通过在无真实危险的环境中反复体验“恐惧但安全”的状态,大脑会逐渐修正“封闭空间=致命危险”的错位联结,实现恐惧的自然消退。

多项研究证实,VRET在治疗特定恐惧症(包括幽闭恐惧)方面效果显著,疗效与传统真实暴露疗法相当,但痛苦更少、接受度更高。随着科技发展,未来,患者甚至可以在专业的指导下,使用低成本自助式VR设备在家训练,极大提升可及性与便利性。