



N 北京日报 新华社

近段时间,美国女宇航员苏尼·威廉姆斯成了地球人颇为关心的“太空人”。滞留国际空间站近半年的她于10月25日返回地球,在最近流传出来的照片上变成了“锥子脸”,面容憔悴,有医生认为她的体重正在迅速下降。11月12日,威廉姆斯通过视频回应称,她的健康无碍,“锥子脸”的原因是由于“体液转移”,其体重与进入国际空间站时一样,还通过健身增加了肌肉。

关于威廉姆斯的实际健康状况不得而知,但人在地球和在太空的身体情况和生理机制的确是大大不相同的。针对这方面的科学研究已有一些结果,同时仍有很多谜题有待科学家解开。



7月28日,美国女宇航员苏尼·威廉姆斯在国际空间站进行身体锻炼

“体液转移”会不会形成“锥子脸”

虽然威廉姆斯发视频称自己一切正常,但有媒体报道,美国航空航天局(NASA)一名“直接参与此次任务”的匿名员工透露,威廉姆斯滞留国际空间站期间“无法满足宇航员必须摄入的高热量饮食,现在她瘦得皮包骨,当务之急是帮助她稳定体重,并希望扭转这种局面”。

太空环境具有超低温、强辐射、微重力和高真空等特点,还有高速运动的尘埃、微流星体和流动星体,对于人类而言是特别危险的环境。首先,长时间身处太空,无论是在飞船还是空间站上,宇航员的肌肉、骨骼和器官都会受到超低温、强辐射、微重力和高真空等环境因素的影响,随着滞留时间延长,体重的减少是必然的,只是或多或少而已。

威廉姆斯说她看起来消瘦只是因为“体液转移”,那么,“体液转移”是怎么一回事呢?

体液转移在太空中经常发生。地球上的重力环境会使人的体液主要集中在下半身,但在太空的微重力环境中,体液会更多地分布于上半身,可能导致脸部肿胀和腿部消瘦。也就是说,体液转移会让头面部更大,显得

更胖,却不太可能形成“锥子脸”。

说到胖瘦,在太空中,传统的压力式体重秤是无法使用的,宇航员通常用一种特殊的质量测量仪来称重。质量测量仪采用直线加速度原理,依据牛顿第二定律来确定航天员的质量。测量时,航天员要固定在人体支架上,然后被推至特定位置,支架在复位过程中,由恒力机构(由凸轮、弹簧、定滑轮和钢丝绳等部件构成)施加一个恒定的力,促使航天员进行匀加速直线运动。在已知恒力的情况下,通过公式来计算质量。如果威廉姆斯在空间站使用这种测重方法,发现体重并没有大幅降低,则大概率表明她的身体没有大问题。

此前有研究表明,由于宇航员的骨骼不像在地球引力作用下那样承受重力负荷,所以骨骼会慢慢脱钙并变得脆弱。平均来看,宇航员在太空中每个月会损失1%至2%的骨量,6个月最多损失10%(在地球上,老年男性和女性的骨量损失率为每年0.5%至1%)。这种情况可能增加宇航员骨折的风险,并延长骨折愈合时间。返回地球后,部分宇航员的骨量可能需要长达4年才能恢复正常。

滞留太空近半年 女宇航员变了又变了?



宇航员可能面临哪些太空风险

目前在太空连续停留时间最长的宇航员是苏联的列里·波利亚科夫,为438天,美国宇航员弗兰克·卢比奥连续停留了371天,紧随其后的是美国宇航员斯科特·凯利,连续停留了340天。斯科特还有一位孪生哥哥马克·凯利,他们的基因相同。因此,科学家通过对这四人和其他宇航员的对比,完善了“天上”“地下”的对照研究,获得的研究结果更有说服力,科学证据也更强。

其中,对斯科特双胞胎的对照研究是全方位的,且持续了3年多。2019年4月12日《科学》杂志发表了NASA一份长达20页的研究报告。该研究设计了10个项目,包括双胞胎宇航员的认知能力、生化水平、表观遗传学、基因表达、免疫系统、代谢能力、微生物组、蛋白质组、生理学和端粒长度,有来自12所大学的80多名科学家共同参与。

研究总体结果表明,宇航员长期生活在太空环境下,从微观的分子和基因到具体的生理和行为都会产生种种改变,而且,这些变化大多是有风险的。根据风险的大小,由高到低可分为3级。

在太空中的高级风险是基因和分子变化。比如,斯科特一些细胞里的染色体片段发生了突变、倒置,特别是与免疫系统有关的基因表达出现了异常。另外,他的染色体上的端粒也发生了变化,在太空期间端粒明显延长,在回到地球后端粒又加速缩短。斯科特回到地球后,基因中大约90%的变

化复原。太空中的辐射、零重力环境等是造成斯科特基因突变的重要原因,尤其是能穿过细胞的高能宇宙粒子。斯科特在2015年至2016年完成任务的太空站,正好处于高能带电粒子范艾伦辐射带下方,辐射量是地球的48倍。在地球上造成对斯科特这样的基因损伤大约要50年,但在太空的辐射环境中,只需不到1年时间。而且,在太空中出现端粒变长,并不意味着斯科特的寿命可能延长(在地球上,端粒决定细胞分裂的周期和长度,端粒长寿命也长),因为这是一种受太空环境影响的突然变化。斯科特在返回地球后,其端粒迅速复原并缩短,但科学家认为他仍有加速衰老的风险。

在太空中的中级风险是有心血管方面的改变和未来潜在的病变。宇航员处于失重状态时,体液分布与在地球上有很大不同,可能影响到心血管的生理功能。研究发现,斯科特的颈动脉出现扩张,颈动脉壁的最内两层出现增厚;视网膜脉管系统也有一定异常变化,可能会导致未来潜在的心脑血管疾病和视力障碍风险。

在太空的低级风险主要体现在肠道菌群变化、体重变化、认知能力下降等方面。

研究人员认为,由于这些变化都是太空环境造成的,所以研究这些变化,有助于制定在太空较长期驻留的应对措施,从而为人类能否长驻太空提供更多更扎实的科学依据。

对男宇航员的基因活动干扰更多

那么,男性和女性在太空中谁的“反应”更大呢?

2024年6月发表的一项研究提示,男性和女性宇航员的免疫系统在太空中会有不同变化。研究人员利用2021年秋天在太空飞行不到3天的SpaceX公司“灵感4号”任务人员身上获得的基因样本数据,确定了与免疫系统、衰老和肌肉生长相关的18种蛋白质变化。

研究人员将他们的基因与之前执行任务的其他64名宇航员的基因进行比较后发现,与飞行前相比,3种在炎症中发挥作用的蛋白质表达有所变化。其中,男性体内的白介素6和白介素8受到的影响比女性更大。其中,白介素6的功能是控制炎症,白介素8的功能是把免疫细胞输送到感

染部位。男宇航员体内一种参与凝血的蛋白质纤维蛋白原,也比女宇航员受到的影响大。这些结果提示,男性在太空中的基因活动会受到更多干扰,返回地球后需要比女宇航员更长的时间才能恢复常态。

此外,从太空返回地球后,男宇航员的精子数量会减少,经过一段时间能恢复正常水平。至于太空辐射是否影响女性生育力,根据女宇航员们返回地球后的生育情况来看,目前大部分观点认为是不影响的。还有研究表明,在太空环境中女性身体应对压力的主要方式是减少血浆含量,而男性身体主要靠增加血管阻力来应对压力。血浆含量的减少会增加女宇航员的基础代谢水平,也就相应要求提高能量摄入,否则体重会快速减轻,以弥补热量缺口。



6月5日,准备搭乘波音公司“星际客机”飞船升空的宇航员苏尼·威廉姆斯向人们挥手告别



杰清/制图