

“你好，太空兄弟”

双胞胎研究表明空间旅行不会带来基因变化

■本报记者 唐凤

“该研究是理解表观遗传学和人类航天活动对基因影响的重要一步。随着美国宇航局(NASA)不断前往月球和火星,这有助于了解个性化医疗及其在深空探索中保持宇航员健康的作用。”NASA首席健康医疗官J. D. Polk说。

“据我们所知,这个团队进行了一项史无前例的研究,其范围跨越了人类生物学的各个层面:从人体细胞和微生物组的分子分析,再到人类生理学和认知学。”NASA空间生命与物理科学应用部主任 Craig Kundrot说。

“它为使用新方法更好地了解宇航员面临的挑战,以便推进星际任务迈出了重要的第一步。”NASA人类研究项目主管 Bill Paloski说。

……
这项一经发表便引起人们热议的成果便是 NASA 著名的双胞胎实验。这个始于 5 年前的实验,近日在《科学》刊登了初步结果:NASA 的双胞胎宇航员 Scott Kelly 和 Mark Kelly 又恢复到几乎一模一样的状态。

Scott 曾于 2015 年至 2016 年在国际空间站上工作,而 Mark 则留在地球上。该研究跟踪了 Scott 的身体在近一年的太空飞行中发生的变化。研究人员表示,Scott 从太空返回地球后,很多影响他的基因、生化和其他方面的变化基本上都消失了。

“了解长时间太空飞行对健康的影响,对于确保宇航员在未来可能持续数年的深空任务中的安全、健康和表现至关重要。同样,这也将增进我们对地球人类健康的了解,因为它将提供一个不同的视角,研究人类正常生理过程在航天飞行,特别是失重的独特环境中的功能和变化。”该研究通讯作者之一、威尔康乃尔医学院的 John B. Charles 告诉《中国科学报》。

这些结果填补了在太空逗留 6 个月以上的宇航员可能有的健康后果的空白;然而人们还不清楚,Scott 返回地球时其身体改变是否只与太空飞行有关以及它会持续多久。

无论如何,德国达姆施塔特技术大学辐射生物学和 DNA 修复专家 Markus Löbrich 在接受《中国科学报》采访时表示,了解长期太空飞行的健康风险对于最佳地“保护”宇航员免受微重力和电离辐射的影响至关重要。“也就是说,如果风险是已知的,就可以考虑采取相应的对策,将其影响降到最低。”

此外,Löbrich 表示,了解带电粒子空间辐射的影响也将有助于评估电离辐射对地球的影响,例如放射学检查或带电粒子肿瘤治疗可能对接受者产生的影响。

距离“最远”的双胞胎

在爱因斯坦著名的双生子佯谬中,有一对双生兄弟,一个登上宇宙



Mark Kelly (右) 与比他早六分钟出生的双胞胎哥哥 Scott。

图片来源:NASA/Alamy

飞船作长期太空旅行,而另一个则留在地球。结果当旅行者回到地球后,他比留在地球的兄弟更年轻。

这是一个有关狭义相对论的思想实验,伴生产生是基于对狭义相对论中时间膨胀的考虑。然而,真实空间中旅行中面临的诸多挑战,可能会对双胞胎健康产生更多意想不到的影响。

Löbrich 提到,在太空中遇到的挑战包括噪音、隔离、缺氧和昼夜节律紊乱,而且,暴露于电离辐射和失重状态也可能引发重要的健康风险。

几十年来,研究人员一直在研究低重力、高辐射的太空环境如何影响人体。由于 Scott 和 Mark 拥有几乎相同的基因信息和相似的生活经历,NASA 有了一个比较太空生活对人体影响的前所未有的机会。

在研究期间,Scott 在太空中共飞行了 520 天。Mark 曾在太空中飞行了 54 天,均为 4 次相对较短的航天飞机飞行任务。

在 25 个月里,10 个研究小组对这对双胞胎进行了一系列测试,包括在太空飞行前、飞行中和飞行后采集血液、尿液和粪便样本。Mark 想吃就吃,想喝就喝,也能做想做的任何事,而 Scott 在空间站上必须遵守严格饮食和锻炼制度。

多种变化

结果显示,Scott 的身体经历了一系列变化,但这些变化在他回到地球后大部分都发生了逆转。约翰斯·霍普金斯大学医学院遗传学家 Andrew Feinberg 说,其中也包括与压力有关的基因标记的改变,也许是由环境的变化所导致。

Scott 回到地球后的 6 个月里,他的染色体发生了很大程度上持续的

基因变化。部分倒置,或端对端翻转。这将导致 DNA 损伤,并可能与他在太空中经历的高剂量辐射有关。

佛罗里达州立大学放射癌症生物学家 Susan Bailey 表示,Scott 染色体末端的许多端粒,在太空飞行中神秘地变长了。这与预期正好相反,因为端粒会随着年龄的增长而缩短,而科学家预测太空飞行对身体的压力与衰老的作用基本相同。

但端粒在 Scott 返回地球后的 48 小时内就缩短了,大部分都回到了飞行前的长度,现在他的端粒比飞行前更短。Bailey 提到,这可能会增加他患心血管疾病或某些癌症的风险。

Feinberg 团队还检验了从 Mark 和 Scott 的血液中分离出的两种白细胞(CD4+ 和 CD8+)。他们重点观察了表现遗传标记,这些标记包括被称为甲基基团的化学修饰,而甲基基团在甲基化过程中附着在 DNA 上。

结果显示,这对双胞胎兄弟的 DNA 表观遗传变化并无多少差异。在 Scott 执行任务期间,双胞胎的总甲基化率之差低于 5%。差异最大时发生在执行任务的第 9 个月,当时 Scott 的 DNA 甲基化率为 79%,Mark 为 83%。

但双胞胎基因组甲基化改变部位有所不同。例如,科学家发现,在 Scott 登陆太空期间,其基因附近的甲基化改变涉及到免疫系统反应,但 Mark 并没有。

此外,Scott 眼球的形状在太空飞行过程中发生了变化,包括视神经变厚、眼球周围的脉络膜褶皱。

但令人兴奋的是,Mark 和 Scott 的表现基因组未出现大量被破坏的情况。

“10 位科学家在论文中各自都给出了具体成果,而在在我看来,作为一个拥有多年管理和支持太空生命科

学研究经验的人,有趣的是,几乎所有的结果都反映了帮助正常、健康的生理过程适应太空飞行独特环境的遗传因素。因此,这些结果为解释太空飞行如何影响人体提供了一个新的工具。”Charles 说。

回到地球

Kundrot 表示,这篇论文是这项高度整合的研究的第一份报告,“我们期待着发表更多的分析和后续研究,因为我们将继续提高在太空生活和工作的能力,并探索月球和火星。”

“这无疑是对许多生物参数进行监测的最全面的长期研究,将有助于更全面地了解微重力和电离辐射对人类的影响。这项研究的美妙之处在于,地球上有一对同卵双胞胎作为对照。”Löbrich 说。

但因为这项研究只涉及两个人,所以这项发现不太可能广泛适用于其他宇航员。“在我看来,这是最大的限制。由于对电离辐射(可能也对微重力)的反应有相当多的个体间异质性,因此对于其他人结果可能不同。”Löbrich 说。

NASA 希望利用这些信息指导未来对宇航员健康的研究,包括计划中的实验,例如将 3 组 10 名宇航员分别送入太空,间隔 1 年、6 个月和两到三个月。

“NASA 已经为未来可能进行的为期 1 年的国际空间站任务征集了更多的实验,以便在统计上对其掌握的有关技术进行验证。”Charles 说。

现在,Kelly 兄弟都已从 NASA 退休。Scott 一直在写作和谈论他在太空中的生活,而 Mark 正在竞选亚利桑那州参议员,明年将举行选举。

相关论文信息:

DOI:10.1126/science.aau8650

科学线人

全球科技政策新闻与解析

影响因子仍被广泛用于学术评价

近日,《自然》发表的一项调查发现,北美 40% 的研究型大学在决定提拔谁时都会考虑期刊的影响因子。

该调查对美国和加拿大 129 所高校的 800 多份文件进行了分析。结果显示,在研究型机构中,约 40% 在涉及员工考评、晋升和终身职位评审的文件中提到影响因子。这些数据表明,很多大学正在使用一种被广泛批评为粗糙且具有误导性的指标评估科学家的工作质量及表现。

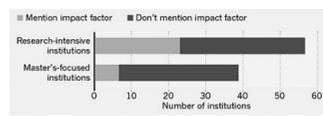
英国拉夫堡大学研究政策负责人 Elizabeth Gadd 认为,“这表明,这些机构可能并没有仔细考虑过想要什么样的员工。”期刊影响因子是衡量发表于某一特定期刊的文章在过去两年中平均被引用次数。出版商经常宣传这个数字,以反映期刊的质量。

同时,很多学者和评审小组已将影响因子作为判断一项研究的质量、重要性和声望,或者评价发表该研究的科学家的一种快速方法。

这惹恼了很多学者。他们认为,影响因子传播了一种不利于科学发展的不健康的研究文化。他们希望高校在招聘和晋升流程中不再使用这种衡量标准。

此前研究表明,影响因子并不是很擅长预测科学家的表现,但并不清楚招聘者以这种方式使用该指标的频率。

为掌握影响因子的流行度,墨西哥国立自治大学神经生理学家 Erin McKiernan 和同事收集并分析了来自北美研究机构的 864 份同考评、晋升和终身职位评



一项对北美 129 所高校进行的调查显示,有 23% 的高校在用于晋升决定的文件中提到影响因子。图片来源:《自然》

审相关的文件,并在 4 月 9 日出版的 PeerJ 预印本上发表了他们的分析报告。

McKiernan 等人利用一款软件分析了这些文件,软件的作用是标记与影响因子相关的特定术语。随后,他们阅读了文件子集中的相关段落,以了解研究机构如何以及为何使用该指标。

不到 1/4 的研究机构在其文件中提到了影响因子或与之密切相关的术语,如“高影响力期刊”。但在调查的 57 所研究型大学中,这一比例升至 40%。相比之下,在专注于硕士学位的高校中,只有 18% 提到了期刊影响因子。

在研究型高校涉及期刊影响因子的文件中,有超过 80% 的文件的语言鼓励在学术评价中使用影响因子。只有 13% 的文件对这一指标提出了警告。

其中一些语言还倾向于暗示,高影响因子与更好的研究有关。例如,61% 的相关内容将影响因子描述为研究质量的衡量标准,35% 的相关内容认为它反映了工作的影响、重要性或意义。(宗华)

尼泊尔科学家首次记录该国龙卷风

尼泊尔研究人称,两周前席卷尼泊尔的致命风暴是该国有史以来第一次有记录的龙卷风。一个研究团队在未借助常用龙卷风探测仪器的情况下,依靠卫星图像、对社交媒体帖子的分析和对受影响地区的访问,在该国东南部辨别出这一极其罕见的事件。

尼泊尔政府表示,在 3 月 31 日的风暴中,有 28 人死亡,1100 多人受伤。风暴还摧毁了约 2600 栋建筑和一个被列为世界文化遗产的国家公园。

气象学家、加德满都非政府组织——“小地球尼泊尔”主席 Dhiraj Pradhananga 介绍说,此次风暴将混凝土板移动了 50 米,这需要在尼泊尔观测到的风暴中并不常见的巨大能量。“在尼泊尔语中,甚至没有龙卷风这个词。”Pradhananga 说。

有关这场风暴破坏的报告使很多气象学家感到意外。来自“小地球尼泊尔”和该国水文气象部门(DHM)的研究人员在风暴袭击后的第二天开始调查其性质。

DHM 气象学家 Archana Shrestha 说,季风到来前的几个月(3-5 月)里,暴风雨和雷暴很常见,但在听到当地人关于旋转的风的描述后,她怀疑发生了一些不寻常的事情。Shrestha 表示,尼泊尔缺少能轻易辨别龙卷风的科学基础设施。

美国威斯康星大学麦迪逊分校大气科学家 Leigh Orf 介绍说,在美国等国家,每年约有 1200 次龙卷风来袭,这些旋转



今年 3 月,一场龙卷风在尼泊尔造成了巨大破坏。

图片来源:Narendra Shrestha

的风柱是用多普勒雷达图像识别的。

为确定这场风暴是否真的是龙卷风,尼泊尔研究团队分析了欧洲地球观测卫星“哨兵 2 号”在风暴发生后拍摄的高分辨率图像。他们还查看了社交媒体上的帖子,并利用这些帖子的地理位置数据或文中提到的位置将其绘制到谷歌地图上。在对受灾城镇进行的为期 4 天的访问中,他们测量了风暴留下的破坏痕迹和碎片移动距离。该团队还收集了风暴的监控录像。

研究人员发现了龙卷风造成的 90 公里长、200 米宽的破坏路径。这条路线始于与印度接壤的奇旺国家公园,一路破坏了房屋、地下水泵和输电线路。研究人员估计,龙卷风的风速达到每小时 180~330 公里。(徐徐)

与祖国同行 与科学共进

中科院大连化物所 70 年
创新篇

实施知识创新工程试点工作的几个“第一”

■卢振举

1999 年 8 月 20 日,时任中共中央总书记江泽民亲临中国科学院大连化学物理研究所(以下简称“化物所”)视察,在中央有关部委、辽宁省和中国科学院领导的陪同下实地考察了新能源电池、化学激光等实验室后,又听取了时任化物所所长邓麦村关于实施知识创新工程试点工作的进展情况汇报。详细了解情况后,江泽民非常高兴,欣然挥笔题词:“实施知识创新工程,把大连化学物理研究所建成世界一流研究所。”20 年前开展的知识创新工程试点工作,探索深化了化物所的体制和机制改革,建立起了“开放、流动、竞争、择优”的用人机制,全所展现出了前所未有的生机和活力。作为知识创新工程试点工作的亲历者,在此回顾一下当时化物所的几个“第一个”。

“第一个”试点启动的研究所

1997 年中国科学院提出“迎接知识经济时代,建设国家创新体系”的建议,1998 年 2 月 4 日,时任中共中央总书记江泽民同志批示:“知识经济、创新意识对于我们 21 世纪的发展至关重要。科学院提了一些设想,又有一支队伍,我认为可以支持他们搞些试点,先行一步。真正搞出我们自己的创新体系。”1998 年 6 月 9 日,国家科技教育领导小组原则通过中国科学院关于开展知识创新工程试点的汇报提纲。1998 年 7 月 8 日,化物所召开中层干部会议,时任所长杨柏龄仔细传达了中国科学院实施

知识创新工程试点阶段的主要任务和精神,并提出化物所建设与国际接轨、高效运行、持续健康发展的现代化研究所的目标设想。

为参与知识创新工程试点工作,化物所多次召开各类人员会议,认真系统地分析化物所进行知识创新工程试点改革的基础条件和可行性条件,认为当时化物所至少在五个方面具备了条件:一是一直以来化物所进行的人事制度和分配制度的不断改革,为实施知识创新工程试点基本上扫除了外国障碍,制度有保证;二是经历多年的改革,全所员工在思想观念上已经有了非常大的转变和适应,观念有保证;三是自 1995 年以来采取措施培养了一批青年科技骨干,经过磨练已经成长起来了,为实施知识创新工程试点工作提供了有力的人力资源保障;四是在“淡化”传统学科边界的方针下,不断进行的课题组调整,已经使全所整体的竞争实力大大增强,有利于再次进行大幅度的学科调整,学科方向可调整;五是基础设施和环境建设以及知识创新工程试点的经费为实施进一步的深化改革奠定了良好物质基础,经费有保障。在上述认真分析的基础上,化物所的知识创新工程试点工作如火如荼地开展起来。

1998 年 8 月 14 日,时任中国科学院院长路甬祥来到化物所视察,并为全所中层干部作了中国科学院开展知识创新工程试点工作的报告,在听取化物所关于开展知识创新工程试点工作汇报后,路甬祥对化物所作为知识创新工程试点首批项目之一,寄予了很高的期望,

并对方案提出了明确意见。

1998 年 11 月 24 日,中国科学院在北京召开新闻发布会,宣布大连化物所作为知识创新工程试点的首批单位正式启动,化物所实施知识创新工程试点的目标是:通过一系列深层次改革,建立与国际接轨、高效运行、充满活力、有持续健康发展基础,有不断进行知识和高技术创新能力的现代研究所制度。建立开放式的知识与技术创新体系,形成开放、流动、竞争的机制,为创建世界一流研究所打下坚实的基础。

为了在有限的时间内实现这一目标,化物所将科技目标凝练、体制机制和用人制度改革作为横向,将科技创新、高技术产业和后勤服务改革作为纵向,同时开展全方位的深层次改革,制定了学科凝练与机构调整,人员流动、分配制度和福利货币化,绩效考核与评价,后勤服务体系社会化和高技术企业改制等 5 个方面的改革方案,并在全院先行一步逐步进行实施。

“第一个”实行“年薪制”的研究所

收入分配一直以来都是个敏感话题,现在来看“年薪制”已经非常普遍,但在 20 年前的 1998 年还是个新鲜事。化物所实施知识创新工程试点工作内容之一就是进行分配制度的改革,为兼顾“绩效和公平”,化物所在知识创新工程试点时采取了“福利货币化,对外有竞争

力、对内有公平性”的收入分配原则,在收入分配上体现出了高收入和高风险。在实施知识创新工程试点阶段实行统一的“年收入制”,这在当时的大连绝对具有竞争力,消息一公布,在社会上引起很大的反响。

为了配合“年收入制”的有效执行,化物所还制定了适合研究所自身特点的绩效考核办法、标准和程序;同时根据工作性质的不同,对考核的内容和要求也不尽一致,对科研工作,主要强调可量化的绩效;对管理工作,则主要强调认同感和定性指标;使考核能够以“按照什么,做什么,达到什么结果”为主要依据,对全所人员进行赋分考核。“年收入制”的实施使更多人转变了工作观念,由传统的“让我干”转变成为“我要干,而且要干好”,这种绩效考核做法曾在《共产党员》杂志上做过介绍。“年收入制”作为有效的激励,为后来全年实现“年薪制”做了积极有益的探索。2000 年 3 月,国家审计署驻沈阳特派员办事处来所进行财务审计中,对化物所实行“年薪制”的做法表示了赞许。2000 年底,中国科学院开始试行“法人年薪制”。

“第一个”探索“放管服”的研究所

今天我们都知科研经费“放管服”的精神。其实在 1998 年知识创新工程试点期间,化物所就开始实行了科研经费的“放管服”探索。化物所发字【1998】96 号文件是化物所向财政

部驻大连财政监察专员办事处提交的请示报告——《关于差旅费开支部分实行包干结算的请示》。这一做法得到同意并从 1999 年 1 月 1 日开始实行。这是化物所实施知识创新工程试点工作中改革的一项举措。在做好科研经费“放、服”的同时,必须加强“管”。1999 年化物所先后制定了《关于实行内部审计监督的暂行规定》等 5 个制度,包括骨干人员离任审计、现金分配使用、干部廉洁自律和职工自我约束、执法监察等内容,当时还制定了《关于预算经费审批权限的暂行规定》,上述做法为知识创新工程试点工作的顺利实施做了有益的探索。

“第一个”未必是最好的一个。今天回顾 20 年前的试点工作情况,正如中国科学院原党组书记郭传杰当时所说的:“所谓‘试’,就不是一个很成熟的东西,它要以非常规的思维、非常规的手段、非常规的动作来推进这件事情,实现某种目的。所谓‘点’,就是指没有全面铺开,因此就会形成一种不平衡,但这个点必然是高目标、高起点、高要求。”正是在知识创新工程试点阶段的几个“第一个”,使得化物所 20 年来一直不断发展探索,在中国科学院和我国科技事业不断做出贡献的同时,也壮大了自己。

作者简介:

卢振举,1962 年生于辽宁省,研究员。曾在知识创新工程试点期间任大连化物所人事处处长。现任大连化物所保密处处长。