

人和其他物种的大脑可“同频共振”

■本报记者 冯丽妃

科学家已经发现,在社会交往中,互动者的大脑会“同频共振”,产生“同步”的神经元放电活动。不仅是人,小鼠、蝙蝠和猴子等动物在同种个体间互动时,它们的大脑也会“同步”。

“这些都说明,互动中的大脑并不是单独工作的,而是会与其他大脑形成一个相互关联的系统。”中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员、湖北大学生命科学学院教授张永清近日在接受《中国科学报》采访时介绍说,“大脑间的同步程度,不仅能反映社会交往中大脑间的神经耦合程度,还能反映互动者之间的默契程度及其交流的质量和效果。”

那么,不同物种之间是否存在脑同步现象?张永清与国内外合作者研究发现,答案是肯定的。他们的研究还发现,致幻剂可能有助于治疗孤独症引发的跨脑同步化缺陷。近日,相关研究成果以封面论文形式发表于《先进科学》。

人犬大脑也能“同频共振”

跨脑同步化,即同物种不同个体间神经活动的同步,代表了社交互动的神经基础。“社交互动中的大脑同步化现象在过去20年才开始受重视,且以往研究主要集中在同物种个体之间,而不同物种的个体之间是否存在脑间活动的耦合尚不清楚。”张永清说。人类和狗之间独特的依恋关系有助于回答这个问题。“狗是人类最早驯化的动物,人类和狗之间的交流已经进化了3万多年。在现代社会,狗已经成为许多家庭不可或缺的成员,为人们提供陪伴与情感支持。人类和狗之间的交流水平是猫等许多家养动物或伴侣动物难以达到的。”论文第一作者、张永清的博士生任伟对《中国科学报》说。

狗与人类的互动亲密有效。那么,这一物种间个体社会交流的神经基础是什么?两个物种个体的脑神经如何关联耦合?

为了回答这些问题,研究者给参试者和实验室的比格犬戴上了“脑电图”,并通过非侵入性无线脑电图技术记录两者社交互



致幻剂可能有助于治疗孤独症突变犬跨脑同步化缺陷示意图。受访者供图

动过程中的大脑活动。“这种技术可以帮助我们理解不同形式的社交互动,比如抚摸、眼神交流和语言交流等,如何影响脑电同步。”张永清说。

据此,研究者发现人犬大脑也可以“同频共振”,而且人与犬之间的脑电活动具有空间特异性。“比如互相凝视可以诱导犬与人大脑前额叶神经活动的同步化,而抚摸则可以诱导犬大脑顶叶神经活动的同步化。”任伟说。

随着研究的深入,研究团队发现,随着互动时间增加,家犬与人脑电同步化的程度也在提高。同时,在脑电同步化中,可以看到作为主导者的人类的脑电活动通常先启动,随后追随者犬类会响应。“这种关系类似于师生互动,学生通常会跟随老师的引导。”张永清说。

这是科学界首次证明不同物种个体间社交互动时存在大脑同步化现象。然而,其意义不止于此。

打开孤独症“黑匣子”

透过跨物种的大脑同步化现象,张永清团队旨在了解个体间在社交互动时的大脑动态,探索孤独症(又称自闭症)的神经生物学基础。

孤独症的成因是《科学》公布的国际公认的125个重大问题之一。孤独症的群体主体是儿童,据世界卫生组织统计,全世界大约每100名儿童中就有1人患孤独症。该病成因复杂,目前尚无明确的医学诊断指标和治疗手段。

孤独症群体,互动困难、注意力不集中……患有孤独症的儿童因为社交障碍,就像夜空中的星星一样,独自闪烁,活在自己的世界里。

为了帮助这些“星星的孩子”,张永清放弃研究了20多年的经典模式动物果蝇,在2023年与合作者用基因编辑技术建立了国际上首个家犬孤独症模型,希望能够打开孤独症的“黑匣子”。

现在,研究者发现,孤独症突变犬表现出明显的社交障碍,突变犬在与人类互动中脑电同步化水平下降,特别是在顶叶和前额叶。“这说明,基因突变导致它们的大脑在社交活动中无法正常接收和处理信息。”任伟说。

他表示,孤独症突变犬在社会互动中的大脑活动耦合功能被破坏,可能是由于Shank3基因突变导致家犬大脑突触结构不稳定,进而影响神经元之间的连接造成的。Shank3是孤独症患者最常见的突变基因,孤独症突变犬则选择性敲除了一部分该基因。

“我们的另外一个研究证据也支持这一结论:在Shank3突变犬中,光刺激会导致其瞳孔收缩变慢和减少,表明神经信号处理效率受损。”任伟说。

基于此,研究团队尝试用致幻剂麦角胺二乙酰胺(LSD)对此进行干预,发现其对突变犬表型有显著的挽救效果,提示其具有改善孤独症社交障碍的临床转化潜力。

此前的研究表明,致幻剂对精神类疾病有潜在的治疗作用,包括对抑郁症的治疗。最近的研究还表明LSD等致幻剂能够增强小鼠

的社交行为,使小鼠重新进入社会奖励学习的关键期。此次,张永清和合作者首次发现单剂量的LSD能提高Shank3突变犬受损的脑间耦合和注意力,这表明LSD可能改善孤独症人群的社交行为。

开启治疗新范式

从发现人与狗大脑之间神经元活动的同步化,到了解孤独症突变犬脑电同步现象的破坏,再到揭示LSD有显著的挽救效果,国际审稿人对这项研究的创新性给予了高度评价。

“这些是跨物种个体间脑功能耦合令人兴奋的发现!”一位审稿人说,“研究者论证了相互凝视和抚摸能有效诱发这种耦合,证据令人信服。”

另一位审稿人也认为,这是一项“引人入胜的研究”,特别是研究者发现LSD对Shank3突变犬社交行为的有益影响,为使用致幻剂治疗精神疾病和精神障碍提供了新证据。

任伟表示,目前孤独症的治疗主要依赖于行为干预,仍然缺乏有效的药物。他们希望基于这项研究,进一步寻找具有治疗效果而不引起严重幻觉反应的药物,并通过脑电同步化指标评估药物的有效性,帮助消除孤独症患者的社交障碍。

张永清表示,目前不同物种个体间大脑同频共振的分子机制以及LSD等致幻剂改善脑电同步化的相关机制尚不清楚,下一步仍需开展更多深入研究。他希望通过这项研究为干预孤独症提供一个新的实验范式,探索不同个体之间社交互动的神经机制,测试更多能够改善大脑同步化并最终改善社交行为的药物。

“这一候选药物不限于孤独症,还可以应用于其他精神疾病的干预治疗。我们希望该研究能够有助于找到更多安全、有效的干预方法,为患者带来希望。”张永清说。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1002/adv.202402493>

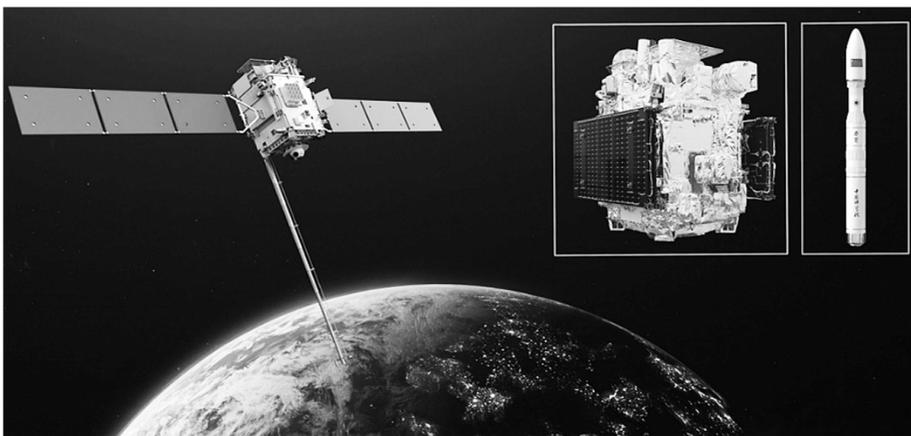
凝胶绿色推进技术助力卫星成功升轨

本报讯(记者孙丹宁)近日,中国科学院大连化学物理研究所(以下简称大连化物所)绿色动力系统飞行项目联合团队研究员王晓东、陈文武等自主研发的凝胶HAN推进技术,成功执行了“SATech-01”卫星升轨任务,实现了凝胶绿色推进技术的在轨工作。

此次在轨验证工作由中国科学院微小卫星创新研究院与大连化物所共同开展。验证工作中,发动机累计完成5次点火,总工作时间900秒,升轨7.5公里,卫星姿态及轨道控制平稳,各项遥测数据正常。

凝胶HAN推进技术具有使用环境友好、高密度、高热安定性等优势,可实现空间动力系统预包装、免维护、缩短发射准备时间、提高快速响应能力等。该技术为我国航天绿色动力系统的工程研制提供了新的技术路径,在空间站、载人飞船、载人登月等领域具有广阔的应用前景。

▶“SATech-01”卫星成功升轨。大连化物所供图



如何预防中风? 他们从气象里找到“健康密码”

■本报见习记者 赵宇彤

“大夫,我最近动不动就头晕眼花,你帮我量个血压,看是不是血压又高了?”“我这两天老睡不好,是啥原因啊?”……

天津市西青区中北镇社区卫生服务中心,十几个中老年人围在一起,争先恐后讲述自己最近的身体状况。坐在他们中间的,便是天津医科大学第二医院原院长、教授王林。

除了医院外,社区几乎成了王林的第二个“工作室”。每到周末,他就起个大早,提上一个老式铁皮暖壶,灌满普洱茶,早早赶到社区卫生服务中心,打开大门等候患者到来。

“从2007年起,我就开始‘下社区’做高血压健康管理防控,起初只是想摸清高血压的发病机理。”王林说。但惊喜的是,在日复一日的基层诊疗中,他敏锐地捕捉到高血压、脑卒中和天气变化的关系,这为他日后的工作埋下了伏笔。

变被动为主动

“40多年前,我还在读研的时候,大家已经知道高血压非常危险,但就算把发病机理研究清楚,最后也只能靠吃药控制。”王林告诉记者,综合考虑下,很多人都不愿意研究高血压。

但这成了压在王林心上的的一块石头。高血压是引发脑卒中的重要因素,脑卒中俗称“中风”,一直是我国人民群众生命健康的“头号杀手”。要想攻克脑卒中,高血压是绕不开的关键。

然而,高血压的发病机理是什么?哪些因素会诱发高血压?高血压发病是否存在规律?这些问题始终没有答案。

作为心血管内科医生,2007年,王林将目光投向基层社区医院,一边看诊,一边搜集统计高血压处方。在“下社区”的过程中,他很快

发现了不对劲的地方。

“一到冬天或换季的时候,找我看病的人就特别多,症状也更明显,这段时间医院急救收的脑卒中、心肌梗塞病人也变多了。”王林说,起初他以为是药开得不对,于是搜集了不少高血压处方,结果发现,无论是三甲甲等医院还是社区医院,处方都差不多。

问题不在药,那会是什么呢?持续观察后,王林意外发现,高血压和脑卒中的发病竟然和气温变化有关,昼夜温差越大,越容易诱发脑卒中。

此外,极端天气也是诱发脑卒中的重要因素。寒冷天气会刺激体内激素分泌增加,影响脑血管侧支循环供血,造成血管张力和血压升高,易导致脑卒中发生;而高温环境下,人体出汗散热会造成皮肤血管扩张,大脑血流减少,患有高血压、糖尿病、高血脂等疾病的人群容易发生脑卒中。

找到这一规律后,王林决定主动出击,探索脑卒中的预防之道。然而,更大的难题摆在了他的面前。

一场“奇怪”的大会

“脑卒中的发病、预后与气象要素密切相关,温湿度的季节性变化是引起心脑血管疾病的主要危险因素之一。”王林表示。

然而,隔行如隔山,气象监测得交给专业的人做好,当时天津市气象局正立足本地老慢病防控态势,准备将脑卒中作为突破口。双方一拍即合,此后十余年,围绕“气象+医疗”展开了紧密合作。

2021年2月,天津市气象局和天津医科大学第二医院牵头,联合南开大学、天津大学等成

立了天津市健康气象交叉创新中心(以下简称交叉创新中心)。该中心基于大数据开展气象和环境对人群健康及疾病影响效应的机制研究,强化疾病气象风险预报预警技术研发。

“2021年7月,我们举办了首届医学气象环境交叉创新发展大会,共同探讨医疗健康、气象和环境交叉创新发展的议题。”天津医科大学第二医院副院长、交叉创新中心主任李新告诉《中国科学报》,这场大会聚焦“气象-环境-健康”研究领域,会集了相关领域的众多专家学者。

虽然领域广、跨度大、“大咖”多,这场大会却显得有点儿“怪”。

“大会马上就开始了,我们才发现不仅主席台上的几位专家互不认识,台下的很多学者也不认识台上的专家。”想起3年前的一幕,李新忍不住不禁地说,“医学、气象科学、环境科学本就是3个独立学科,光是医学,参会的就有心血管内科、神经内科、老年医学等方向的专家学者。”

李新只能临时委托北京大学第一医院教授、心内科首席专家霍勇,在大会开幕时增加一个环节——向大家依次介绍主席台上的专家。

“这就是多学科交叉创新研究的最大难点,每个学科都有各自的知识体系,只有通过不断交流、沟通、碰撞,才能一点点实现融合。”李新感慨道。

就这样,一批不仅互不相识,而且完全不了解彼此学科体系的专家“凑”到了一起,看似是个“草台班子”,却实实在在做出了不少成果。

脑卒中防治“新气象”

“我们在国内率先研发出脑卒中气象风

险预警技术,揭示了脑卒中发病规律和关键影响因子。”天津市气象环境中心主任、交叉创新中心主任韩素芹介绍说。

基于天津市近10年气象和脑卒中疾病数据,交叉创新中心利用传统线性及机器学习、神经网络算法,研究高影响气象因子对脑卒中发病的独立、滞后和累积效应,低温寒潮时以变温和最低温度为预警指标,高温热浪时以最高温度及其变化和相对湿度为预警指标,构建了脑卒中气象风险三级预警指标体系。

2011年11月,天津市在全国首发脑卒中气象风险预警,2023年6月,新增夏季高温脑卒中气象风险预警。自此,脑卒中管理与防治终于打通了“最后一公里”。

“天津市气象、交叉创新中心于2024年6月9日7时30分联合发布脑卒中气象风险橙色预警……”一大早,家住天津市河西区陈塘庄街社区的刘桂荣就收到了预警短信,几分钟后,她又接到了陈塘庄街社区卫生服务中心主治医师韩雪的健康防护提示。“我今年68岁,有脑卒中家庭病史,平时就特别关心身体状况,有了预警短信和韩大夫的提醒后,我更能及时调整生活方式和用药剂量,现在血压平稳多了。”

截至目前,脑卒中气象风险预警已累计发布18次,其中寒潮降温时发布预警13次、高温热浪时发布预警5次,覆盖约7200万人次,脑卒中高危人群精准短信推送服务覆盖17万人次。

此外,在脑卒中系列研究成果基础上,交叉创新中心持续推进流感、哮喘、皮肤病等气象敏感性疾病的持续预报预警技术研究,研发气候变化与大气污染协同影响下的健康气象风险评估技术,为“健康中国”贡献气象智慧。

发现·进展

北京师范大学

近几十年从蒙古到中国的跨境沙尘暴事件增加



2020年在兰州发生的一次沙尘暴事件。马锋皓供图

本报讯(记者崔雪芹)北京师范大学国家安全与应急管理学院教授毛睿团队基于站点观测数据,统计了1987至2022年春季蒙古-中国跨境沙尘暴的频次变化,并从地表状况和大气环流角度分析了引起跨境沙尘暴变化的原因。近日,相关研究成果发表于《地球与行星变化》。

沙尘暴是我国北方春季频发的一种自然灾害,严重影响了北方地区人类生产生活及人体健康,对区域大环境产生了重要影响。

蒙古和我国北方是东亚主要的沙源地,受春季西伯利亚冷空气南下的影响,来自蒙古的沙尘输送是我国北方春季沙尘天气频发的原因之一。近年来,随着一系列生态治理工程的实施,我国北方沙尘活动频次呈减少趋势,然而在中蒙交界区域沙尘事件仍有所增加。尽管我国生态治理工程取得了良好效果,但来自蒙古的外源沙尘输入仍对我国北方沙尘天气有重要影响。目前对近几十年蒙古-中国跨境沙尘暴的研究较少。

统计结果显示,近30年从蒙古到中国的跨境沙尘暴呈现显著增加趋势,尤其在2000年之后更为明显。研究时间以2000年为界分为P1(1987—1999年)和P2(2000—2022年)时段,其中P1时段跨境沙尘暴平均频次为2.2次,P2时段为7.5次。蒙古东部及其相邻的我国内蒙古区域跨境沙尘暴增加尤为显著。

研究发现,蒙古东部和中国东北地区气候条件的增多,是跨境沙尘暴增加的重要原因之一。加之蒙古地区2000年后地表显著升温、植被覆盖率降低,为沙源地沙尘的输送提供了有利的地表条件。此外,东亚极锋急流强度和位置的变化通过影响蒙古气旋,也为跨境沙尘暴的增加创造了有利条件。

该研究成果进一步强调了跨境环境治理合作的重要性,对我国北方生态环境治理工程的后续推进具有参考意义。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2024.104578>

国家代谢性疾病临床医学研究中心等

揭示褪黑素对血管钙化及衰老的保护作用

本报讯(记者王昊昊)国家代谢性疾病临床医学研究中心、中南大学湘雅二医院代谢内分泌科教授袁凌青科研团队揭示了褪黑素诱导的内皮细胞中miR-302d-5p的成熟依赖于WTAP/HNRNP2B1/DCGR8介导的m⁶A甲基化通路。近日,相关研究成果在线发表于《生物活性材料》。

血管钙化和衰老严重威胁人类生命健康,然而目前治疗手段有限。

该研究揭示了心血管病患者内皮细胞与血管平滑肌细胞参与血管重塑,发现褪黑素通过血管壁微环境中内皮细胞分泌的外泌体,抑制血管衰老和钙化;内皮细胞外泌体通过运载miR-302d-5p介导褪黑素抑制血管衰老和钙化的作用。

袁凌青团队长期深耕血管衰老和钙化的基础及临床研究,曾首次提出“血管壁微环境”学说。该研究为前期研究的深化以及“血管壁微环境”学说再添力证,强有力地证实了褪黑素对于血管钙化及衰老的保护作用,为开发新的治疗方案提供了新思路。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2024.08.021>

深圳大学

开发高效稳定的白光有机发光二极管

本报讯(记者刁雯雯)深圳大学材料学院教授杨楚罗团队开发出一种高功率效率、长寿命白光有机发光二极管(WOLED)。近日,这一最新研究成果在《自然-通讯》上发表。

WOLED作为新型显示和照明技术,已受到学术界和产业界的广泛关注。基于热活化延迟荧光材料的WOLED,在实现高功率效率的同时,无须引入贵金属,具有环保和成本低的优势,并有广阔的应用前景。然而,器件稳定性一直制约热活化延迟荧光材料在WOLED中的应用与发展。如何在保持高效率的同时提升器件的稳定性,是目前WOLED实现商业化面临的主要挑战。

针对这一难题,杨楚罗团队提出了一种“协调三线态上转换和单线态辐射”的策略,通过巧妙利用给-受体型热活化延迟荧光材料和多重共振热活化延迟荧光材料的特点,构建了高效且稳定的WOLED。

利用这一策略制备白光器件,最大外量子效率可达39%,最大功率效率为190流明每瓦,器件稳定性较对比器件提升4.5倍,在初始亮度为每平方米1000坎德拉时,亮度衰减到初始亮度80%的时间为446小时。研究人员进一步验证了该设计策略的普适性,展示了其在商业化的WOLED技术上的应用前景。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41467-024-52401-7>