

生物电子医学的又一次探索——“针灸”论文登上《自然》

■本报记者 李晨阳

近日，美国哈佛大学教授马秋富团队与复旦大学教授王彦青、中国中医科学院针灸研究所教授景向红团队合作，在《自然》发表最新研究成果，实现针灸研究的重大突破。

在这项研究中，科学家采用电针灸(electroacupuncture)方法，刺激患有炎症因子风暴的小鼠的“足三里”穴位，有效缓解了炎症反应。论文上线后，很快引起了广泛关注和讨论。日前，论文通讯作者马秋富接受《中国科学报》独家专访，回应了这些热议问题。

《中国科学报》：这项研究的背景是什么？为什么会选择做这样一个课题？

马秋富：这并不是一个突发奇想的课题。事实上，从上世纪 70 年代开始，日本、德国、中国等国科学家陆续发现，在动物身体的不同区域进行刺激，可以特异性地诱导自主神经反射，以实现对机体功能的调节。

比如，针刺刺激“足三里”穴位能促进胃肠运动(迷走神经介导为主)，而针刺刺激腹部“天枢”穴位能抑制胃肠运动(交感神经介导为主)。也是因为有这么些历史文献，我们首先选择了足三里和天枢这两个穴位进行穴位相对专一性的研究。2020 年我们在《神经元》杂志上发表了一篇文章，证实用电针刺激这两个穴位，能缓解小鼠的炎症因子风暴，使死亡率降低约 2/3。但是不同刺激方法所带来的效果非常不同。

对足三里，只需要用 0.5mA 的低强度刺激就能激活从迷走神经到肾上腺的抗炎通路，起到治疗效果，而且无论是患病前预先刺激还是患病后再刺激，都有正面效果。

但对于天枢穴，低强度刺激无法激活以上抗炎通路，必须使用 1~3mA 的高强度刺激才能激活其他抗炎通路。更令人吃惊的是，只有在发病前预先刺激才能缓解病症，如果在炎症出现后再刺激这个穴位，则会加速小鼠的死亡。

我们最近的这篇发表于《自然》的论文是建立在 2020 年这篇文章基础上的，主要揭示了低强度刺激小鼠足三里穴位缓解炎症的内在机理。

《中国科学报》：这篇论文最主要的结论是

什么？

马秋富：我们发现，一类在发育过程中曾表达过 Prokr2 基因的 DRG 感觉神经元，在足三里调控抗炎通路中的作用不可或缺。而天枢穴激活交感神经抗炎通路的过程，则与这个神经元没有关系。

根据这类神经元在身上的分布，可以预测在不同身体部位进行电针刺激的抗炎效果，从而为“穴位”(身体部位相对专一性)的存在提供了现代神经解剖学的依据。

《中国科学报》：论文中的电针刺激，跟中国老百姓非常熟悉的针灸到底是什么关系？这是在用现代科学的方法解析中医现象吗？

马秋富：很有趣的是，我们这项研究出来后，国际同行撰写的评论认为这是生物电子医学的又一次探索，而有中国文化背景的人则会很快联想到中医和针灸。

生物电子医学(bioelectronic medicine)是一门新兴学科，包括用电刺激激活外周神经系统，通过特定神经通路的介导来远程调节生理功能。美国在 5 年前启动了专项来支持这类研究，希望在一些人类长期束手无策的慢性病治疗上取得进展。

而传统医学里的针灸，或者说其中的“针法”，是指用针刺的方式去刺激身体的一些特殊位点——穴位，来调节身体机能。针灸的核心问题在于穴位有没有相对专一性，是否存在某些穴位通过经络对应某些身体器官和症状的现象；重要特征则是远程调控，例如足三里穴位于小腿外侧，但根据传统中医理论，刺激这个穴位可以调控胃肠等器官的病症。

由此可以看到，生物电子医学和传统针灸在一些理念上比较吻合，但背后的理论基础则有很大的差别。

在科学界内部，关于针灸到底有没有科学依据、经络和穴位的存在究竟有没有解剖学证据，争议仍然很大。我们的研究并没有涉及经络系统，但是为穴位的相对专一性做出了一些神经解剖学的解释。

至于电针刺激和传统针灸，都只是刺激的一种方法，只是从科学研究的角度来讲，电针刺激

更容易量化，更容易控制激活特定的神经通路。

《中国科学报》：研究人员是如何在小鼠身上准确找到足三里和天枢穴的？人类与小鼠或其他哺乳动物的穴位是能一一对应的吗？

马秋富：天枢穴比较好找，因为描述很清楚：“位于腹部，横平脐中，前正中线旁开 2 寸”，在小鼠身上按照比例去找即可。足三里则是根据之前文献研究提供的方法找的。

为了确认到底找得准不准，后续我们做了一些解剖研究，如同先前报道的，发现针尖的位置跟腓深神经和腓浅神经确实都很接近。

至于人和其他哺乳动物穴位的对应问题，我是这么认为的：虽然不同物种的身体形态看起来差异很大，但是神经系统的解剖结构还是比较相似的。

《中国科学报》：《自然》为这篇论文同期配发的一篇评论指出，这些研究具有相当大的临床意义。对此你怎么看？

马秋富：我们在实验中看到，对患有炎症因子风暴的小鼠，电针刺激会产生非常明显的效果，而且这种效果受到刺激位置、强度和疾病时间点的显著影响。

我们的每一组实验都设置了 20~30 对小鼠的对照，发现有些刺激方式能让小鼠的存活率从百分之二三十提高到接近百分之七十，而有些刺激方式则能显著地加剧小鼠的炎症因子风暴，并且加速死亡。

我们知道，很多新冠肺炎患者都是死于炎症因子风暴。而试图调控单个炎症因子的很多医学尝试都以失败告终。电针刺激的一个优势在于，它不是调控某个炎症因子，而是调控整个抗炎通路。这个效果还是挺让人惊奇的，比如 15 分钟电针刺激就可以让大多数小鼠免于死亡。

因此，我相信这个研究领域的临床潜力还是很大的，非常值得进一步探索。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-021-04001-4>
<https://doi.org/10.1038/d41586-021-02714-0>
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2020.07.015>

北京启动自动驾驶“无人化”道路测试

近日，北京市高级别自动驾驶示范区工作办公室发布《北京市智能网联汽车政策先行区无人化道路测试管理实施细则》，正式开放“无人化”测试场景，分多阶段有序开展自动驾驶“无人化”道路测试。

根据政策，开放的“无人化”测试路段范围包括北京市智能网联汽车政策先行区所在地北京经济技术开发区在内的共 100 多公里城市道路。

图为 10 月 19 日无人驾驶测试车辆在北京市亦庄一处测试路段行驶。

新华社记者彭子洋摄

“十三五”科技创新成就展今日开幕 集中展示重大决策部署和重大科技成果

本报讯(记者李晨阳)记者从科技部获悉，国家“十三五”科技创新成就展将于 10 月 21 日至 27 日在北京展览馆举行。

本次展览以“创新驱动发展 迈向科技强国”为主题，集中展示“十三五”以来贯彻落实党中央关于科技工作重大决策部署，深入实施创新驱动发展战略、建设创新型国家所取得的重大科技成果。

本次展览的重点是“十三五”期间我国在基础前沿、战略高新技术和社会民生领域取得的一批重大成果。面向世界科技前沿，重点展示“九章”量子计算原型机、“天机”类脑芯片等基础前沿的重大突破，以及散裂中子源、“慧眼”望远镜卫星等科学装置。面向经济主战场，重点展示国家新一代人工智能开放创

新平台、“京华号”国产最大直径盾构机等成果。面向国家重大需求，重点展示中国空间站模型、火星车、嫦娥五号、“奋斗者”号全海深载人潜水器等国之重器。面向人民生命健康，重点展示一体化全身正电子发射/磁共振成像装备(PET/MR)、无人植物工厂水稻育种加速器以及“科技抗疫”“科技冬奥”的最新成果。

此外，本次展览将展示北京、上海、粤港澳大湾区国际科技创新中心，以及国家自主创新示范区、国家高新区建设发展成效，科技体制改革、人才队伍建设、科技开放合作和科普工作等的最新进展。

本次展览由科技部、国家发展改革委、财政部、军委装备发展部、军委科技委、北京市人民政府共同主办，公众可预约参观。

国家数字科技文献资源长期保存系统初步建成

本报讯(记者倪思洁)10 月 20 日，第十七届国际数字资源长期保存学术会议(iPRES2021)在中国科学院文献情报中心开幕。记者从会上获悉，在财政部、科技部的支持和全国 200 多家主要图书馆的参与下，由国家科技图书文献中心牵头，中国科学院文献情报中心、中国科技信息研究所、北京大学图书馆联合承建的国家数字科技文献资源长期保存系统已初步建成，在中国本土稳定保存了国内外 68 家出版社的主要科技文献数据库，为中国科技创新和教育发展提供了重要支持。

会议荣誉主席、中国科学院院士程津培在致辞中表示，数字化在经济发展、科研教育等各个领域取得巨大发展，促进了信息、知识、数据、方法、工具等各类资源的开放共享。经过 20 多年的发展，中国已经建成多个大型科技文献资源协同保障体系，形成稳定的国家科技文献保障能力。然而，丰富的数字资源类型、内容，复杂的权益关系，不断强化的关联服务功能等对数字资源的可靠长期保存不断提出新的要求和挑战，我们愿就数字资源长期保存等议题扩大和深化与各国同行的共识与合作，承担更多的责任和义

务，共同促进全球科学共同体的发展及合作共赢，推进数字资源长期保存的健康和可持续发展，为可靠保存人类共同的知识财富作出更大贡献。

会议荣誉主席、中国科学院副院长张涛在致辞中指出，中国科学院一直以来重视数字资源的保存与发展，现已成为中国国家数字科技文献长期保存体系的重要组成部分。中国科学院作为国家级科研机构，在科学研究、重大科技设施、国际科技合作中日益发挥重要作用。中国科学院正加快发展数字科研基础设施，全面推进科学数据管理与服务，这为中国科技发展，也为服务全球科技发展打下坚实基础。面对数字化快速发展带来的机遇，相信 iPRES2021 的参会者能深入研讨、深化共识、促进合作，共同促进数字科研的健康发展。

iPRES 会议是当前国际数字资源长期保存领域最高学术水平的会议，已成功举办 16 届。iPRES2021 由中国科学院文献情报中心和国家科技图书文献中心共同主办，以“增强型数字生态系统中的数字保存”为主题，采用线上与线下混合模式召开，共有 28 个国家 400 多位国内外业界研究人员注册参会。

投资 12 亿、历时 4 年 高海拔宇宙线观测站投运

本报讯(记者倪思洁)10 月 20 日，记者从中国科学院高能物理研究所获悉，高海拔宇宙线观测站(LHAASO)已于 10 月 17 日通过性能工艺验收，标志着 LHAASO 已经建成，并正式进入科学运行阶段。预计今年年底，LHAASO 将完成国家验收所需程序。

LHAASO 以探索高能宇宙线起源以及相关的宇宙演化、高能天体演化和暗物质研究为核心科学目标，由中国科学院和四川省人民政府共建，中国科学院成都分院与高能物理研究所联合承担，建设周期 4 年，总投资约 12 亿元。观测站占地 1.3 平方公里，平均海拔 4410 米。

工艺验收专家组认为，LHAASO 充分利用世界屋脊的高海拔地理优势，成为世界上规模最大、灵敏度最高的超高能伽马射线巡天望远镜，以及能量覆盖最宽广的国际领先的宇宙线观测站；同时，LHAASO 在初步运行期间已经取得突破性的重大科学成果，发现银河系中广泛存在拍电子伏加速器，打开了超高能伽马射线观测窗口。

在工程建设方面，专家组认为，建设单位按期、全面、优质完成了国家发展和改革

委员会批复的各项建设任务；LHAASO 所有探测器阵列和工艺系统性能指标达到设计要求，三大阵列的总体性能优于验收指标，其中，LHAASO 在超高能伽马射线波段的灵敏度显著，探测装置整体性能可靠，具备长期稳定科学运行的能力。

在关键核心技术攻关方面，专家组认为，LHAASO 项目团队通过自主创新，完成了多项关键核心技术攻关，首次在大视场成像切伦科夫望远镜中大规模使用新型硅光电管，彻底改变了这类望远镜不能在月夜工作的传统观测模式，实现了有效观测时间的成倍增长；发展了大面积、多节点、高精度时钟同步技术，提升了该技术远距离同步精度，达到国际领先水平；采用了国产 20 英寸超大型光电倍增管，并将时间响应提高了 3 倍，突破了国际上的技术垄断；把观测阈能从 300GeV 降低到 70GeV，大大扩展了观测能力；在海量数据获取技术上取得显著进步，发展并实现了“无触发”数据获取，对数据量高达 4GB/s 的宇宙线事例实现“零死时间”观测；采用特殊的数据筛选技术，对海量数据进行无损压缩，实现从海子山到高能物理研究所的实时数据传输。

血液替代品有助应对全球血荒

降低总成本并减少负面影响



本报讯 输血能挽救生命，但全球范围内血源严重短缺。近日，美国斯坦福大学和加州大学圣迭戈分校等机构的研究人员设计的人体生化新模型表明，贫血或血液含氧量低的患者，可以输入更容易获得的血液替代产品，获得有效治疗。该模型涉及血管扩张、血液增稠和血流速率变化等对红细胞输入的反应。研究人员发现，使用血液替代产品还可消除输血的危害后果。近日，相关论文刊登于《应用生理学杂志》。

输血是将血液成分直接输送到患者血液循环

中的一种常见程序。但是，为每位患者获取、储存和运送正确血型血液的成本很高。此外，现有的血液供应量远远不能满足需求。

通常，输入红细胞是为了提高对器官和组织等的供氧。然而，研究表明这一过程也会使血液变稠，黏度增加可能会带来新问题。例如，新模型显示，在输血过程中，一些病人的血管没有扩张，由于被额外的红细胞增稠，血液变得不容易循环输送氧气。

研究合作者、加州大学圣迭戈分校教授 Marcos Intaglietta 指出，人们往往弄错了输血目标——恢复血液携氧能力，其逻辑目标应该是恢复氧气输送能力。

不过，对一些患者来说，输血会导致血管扩张，从而增加血液循环，并最终向身体输送更多氧

气。这揭示了输血时血管扩张的贫血患者存在优势。研究人员表示，该模型表明，输入血液替代品——如促进血管扩张的血浆膨张剂，可能是一种更有效的增加氧气输送的方法。

预测结果显示，安全、低成本的血液替代品可以将输血的总成本降低至 1/10，同时显著降低该过程的负面影响。

“我们的模型确定了人体自然生理过程，解释了许多观察研究的结论，人们可以在不使用血液的情况下获得输血的好处。”该论文通讯作者、斯坦福大学教授 Daniel Tartakovsky 说，希望该发现应用于临床试验，测试血液替代品增加氧气输送的能力。

(唐一尘) 相关论文信息：<https://doi.org/10.1152/jap-physiol.00524.2021>



nature ecology & evolution

Monarch butterfly declines

每年，帝王蝴蝶从冬天的栖息地墨西哥中部向北迁徙数千公里到达美国和加拿大，其间经过数代繁殖更替。在过去 30 年里，帝王蝶在北美东部的数量显著下降。

Erin R. Zylstra 等人整合迁徙周期中帝王蝴蝶的相关数据和潜在压力因素后发现，繁殖季节的气候在该物种种群变化中发挥日益重要的作用。最新一期《自然·生态与进化》封面展示了帝王蝴蝶的图片。(文乐乐)

图片来源：Nature Ecology Evolution

看封面

帝王蝴蝶为何变少了