

查房时的意外歌声，激活失语症治疗新通道

■本报见习记者 江庆龄

2018 年，复旦大学附属华山医院教授徐文东在一次查房时，突然听到一位患者在唱歌。要知道，这位患者因为中风连话都说不上了，更别提唱歌了。

此前，患者接受了一项名为“左右颈七神经交叉移位术(以下简称 CC7)”的手术。这是由徐文东团队独创的手术，能够通过左右颈七神经交叉移位实现“一侧大脑管双手”，重建偏瘫患者的上肢功能。而这次查房的“意外发现”让徐文东有了新的思考——莫非是 CC7 手术打开了患者的语言开关？于是，团队开始了新探索。

7 年后，由复旦大学附属华山医院手外科牵头完成的一项创新性临床研究，在近日发表于《英国医学杂志》。这是国际上首次报道“以外科手术治疗失语症”。研究团队通过多中心、随机对照设计，系统评估了外科干预失语症的有效性和安全性，证实了近椎间孔水平切断右侧 C7 神经(以下简称 NC7)联合强化语言治疗，能够显著改善慢性中风失语症患者的语言能力。

失语症是脑卒中中等损伤累及语言中枢后的常见并发症，表现为语言理解或表达障碍，现有治疗方法效果并不理想。《英国医学杂志》评价，这项工作为慢性中风失语症患者带来了希望。

被忽视的现象

2018 年，徐文东团队关于 CC7 的临床研究成果发表于《新英格兰医学杂志》，并被评为该期刊当年“最受瞩目研究”。迄今，团队开展的 CC7 手术已经超过 3000 例，术后有效率接近 90%。

在术后随访时，徐文东观察到一个极易被忽视的现象。部分合并失语患者在接受 CC7 手术后，立即表现出语言功能的改善，尤其是命名能力——叫出物品名称的能力。而这部分患者命名能力的改善速度，远超神经再生。徐文东表示：“这提示我们，患者语言功能的改善机制并非源自‘神经移位后的轴突再生’。”

人类的语言中枢一般位于大脑左半球。结合以往的知识 and 经验储备，徐文东分析发现，在 CC7 手术后，患者右侧背根神经



徐文东(右二)正在做手术。
复旦大学供图

节区域出现了明确的结构重塑。他进一步提出了科学假设，认为语言功能的快速改善可能源于瘫痪侧(右侧)C7 神经在近椎间孔处被切断后所引发的神经调控效应。

“就像暂时关闭了左脑的主导开关，让右脑的备用语言通路获得工作机会。”徐文东解释说，“这并不是新建一条路，而是像一把钥匙，打开一扇锁住的门，唤醒一条本就存在的备用通路。”

据此，徐文东提出一种全新的手术理念 NC7，以期唤醒潜在的语音备用网络，从而改善语言功能。在此基础上，徐文东带领团队开展了 NC7 联合强化语言治疗的前瞻性单臂临床试验，展现了良好的效果，并在《英国医学杂志 - 开放获取期刊》发表了多中心随机对照试验的研究方案。

40 分钟手术重燃“发声”希望

为在真实世界中证实 NC7 的疗效，2022 年，徐文东团队启动了严格的多中心随机对照试验。一位来自江苏的中学教师得知后，第一时间联系团队，表达了重新回到讲台的迫切愿望。

包括这位中学教师在内，研究共纳入 50 名卒中后一年以上、存在语言功能障碍的患者，进行随机分组。其中，25 人接受

NC7 手术，并配合 3 周强化语言训练，另 25 人仅接受语言训练。

研究中使用的主要指标为波士顿命名测试(BNT)得分，次要指标包括失语商、生活质量与卒中后抑郁症状评估。BNT 得分结果显示，NC7 组术后 1 个月平均提高 11.16 分，显著优于对照组的 2.72 分，并且改善效果在 6 个月后保持稳定。此外，患者自评中并未出现任何与手术相关的严重不良事件或长期不适。

“命名能力障碍的典型表现是，患者看到物品后心里知道是什么，但说不出来。”徐文东介绍，“我们的手术 40 分钟做完，患者在术后 3 天第一次评估时，就能清晰说出物品名称。随着训练的持续，患者可以从一次只能讲三个词到能讲七八个词，再到接近完整句子。”

那位中学教师在手术后非常刻苦地训练，就像讲课一样一遍遍练习。加上 NC7 手术的助力，他恢复得比预想的好。“这也展现出语言训练的重要性。”徐文东说。

此外，功能影像学结果表明，成年人大脑皮层的语言网络可能蕴藏着尚未被完全认知的潜能。NC7 让人们首次看到，重构外周神经可以作为钥匙开启中枢皮层的环路重塑。人类大脑的高级功能，如语言功能，也有可能通过手术“再激活”。



【科学与中国】之「嘉庚讲堂」在四川举办

本报讯(见习记者蒲雅杰)近日，在中国科学院学部成立 70 周年之际，“科学与中国”之“嘉庚讲堂”活动在四川成功举办。活动由陈嘉庚科学奖基金会主办，成都市科学技术协会、电子科技大学、中国科学院成都分院承办。

本次活动是“嘉庚讲堂”首次走进四川。中国科学院院士、中国科学院软件研究所研究员林惠民，中国科学院院士、空军工程大学教授李应红，中国科学院院士、陈嘉庚科学奖获奖人雒建斌，中国科学院学部工作局局长、陈嘉庚科学奖基金会秘书长王笃金，以及陈嘉庚青年科学奖获奖人、北京大学教授肖云峰，中国科学院物理研究所副研究员李治林等组成的院士专家团队一行，走进四川省的大中小学、科研院所，开展“科学与中国”之“嘉庚讲堂”科普宣讲、公益助学活动，深入高校企业，实地走访调研、资政建言，积极为地区发展建言献策。

启动仪式上，王笃金代表陈嘉庚科学奖基金会致辞，表示活动将围绕人工智能、数据信息和低空经济等领域，助力四川在提高科技创新能力、建设现代化产业体系等方面实现新突破。

活动期间，院士专家走进电子科技大学、中国航空工业集团成都飞机工业(集团)有限责任公司、电子科技大学实验中学、温江中学、电子科技大学实验中学附属小学作科普报告，传播科学知识和科学方法。他们深度调研了成都市高新区双创基地“菁蓉汇”、天府新区的多家重点企业，并针对性地提出发展意见建议。院士专家出席了中国科学院成都分院、天府新区科学技术局负责组织的资政建言座谈会，结合实地调研体会，与相关负责人及企业代表进行深度交流，从专业角度积极为四川地区发展建言献策。同时，陈嘉庚科学奖基金会赴广元市剑阁县汉阳小学开展乡村振兴公益助学活动。

陈嘉庚科学奖基金会由中国科学院和中国银行共同出资成立。基金会结合“科学与中国”品牌活动，设立“嘉庚讲堂”，共享中国科学院科普资源，开展科学普及和科学教育活动。

从零到国际领先，自力更生铸利器

■本报记者 叶满山

2015 年春，中国科学院近代物理研究所(以下简称近代物理所)4 个研究中心的科研骨干齐聚一堂。项目总负责人、中国科学院院士赵红卫的话，如同一颗投入平静湖面的石子，激起层层涟漪：“国际重离子领域急需一台低能强流重离子加速器装置，这一项目存在多项重大物理与技术挑战，但我们要尽快建一台。”

超导离子源研制负责人、近代物理所低能粒子束技术中心主任孙良亭介绍，面对“低能区重大需求”与技术封锁的双重挑战，这个当时平均年龄仅 31 岁的团队，决定自主研发多功能、小型化低能重离子装置，并取名“LEAF”，即低能强流高电荷态重离子研究装置。近日，该团队荣获中国科学院第六届科苑名匠称号。

启航：挑战技术难题

LEAF 启动之初，便遭遇了拦路虎。超导高电荷态 ECR 离子源是 LEAF 的核心部件，铌三锡材料又是超导离子源技术的“心脏”。然而，当时国内在铌三锡超导线圈制造普通线圈方面，加工精度尚无法满足要求，更别说将其应用于复杂的超导离子源磁体制造。团队成员深知，唯有自主钻研，才能打破困境。

绕的线圈如同杂乱无章的麻线团，但经他们反复试错和优化改进，最终完成了高精度铌三锡线圈的加工。

线圈绕好后，新的难题又来了——如何检测线圈的技术性能？面对这一技术空白，团队成员发扬“小马过河”精神，大胆推演、勇于尝试。他们通过无数次仿真试验，成功攻克了检测难题，在首次测试中就验证了自主研制的铌三锡超导线圈性能。

然而，超导磁铁装配过程又出现新挑战——如何控制其在强大电磁力作用下的应力分布，确保磁体结构的稳定性和可靠性？“我们尝试多种方法，效果都不理想。直到发现金属压力囊和腱索技术的优势。”近代物理所高级工程师吴北民回忆说，“这项技术如同为超导磁体量身定制的‘紧身衣’，既能保证超导磁体在强大电磁力作用下的稳定性，又能灵活调整应力分布，满足不同实验工况的要求。”

在研制过程中，团队持续探索新的方法和工艺，对每个细节反复验证与优化。他们最终成功将金属囊的耐压能力从最初的两三兆帕提升至 50 兆帕，搭建起高场超导磁体装配平台，并且采用先进的应力分析方法和应变检测技术，实现了超导磁体样机及整机的成功研制。

加速：打造离子“高速公路”

离子从“发生器”中产生后，需进入“高速公路”加速。团队研制的连续波重离子 RFQ 加速器，如同在微观世界里打造了一条超级高速公路，能让

20 万亿个离子同时起飞，奔向实验靶端。然而，建设这条“高速公路”并非易事。过去，大多数同类加速器加速的重离子束只是“涓涓细流”，而团队的目标是让重离子束形成“奔涌大河”。为实现这一目标，他们如同交通规划师，重新设计离子运动的“路线图”，让电磁场更精准地“引导”离子；同时对加速器进行结构优化，让离子束在高速运动时更“稳”，不易散开。

张周礼在 2004 年以硕博连读方式入所。初入此道，他心中满是疑惑：“为何一定要执着于 RFQ 加速器研究？”“你有所不知，RFQ 加速器虽体积不大，能量也不算高，但其功能之强大，结构之复杂，是其他加速器难以比拟的。它是最具挑战性、最能激发科研热情，也最能带来成就感的科研项目。”导师的话让张周礼豁然开朗，坚定了他研制 RFQ 加速器的决心。

在研发过程中，最大挑战是如何实现高电荷态、高流强的束流加速。当时，国内外的研究大多集中在低流强领域，而张周礼立志攻克 20 毫安的高流强难题。为实现这一目标，团队采用全新的动力学设计方案——均温法，最终战胜高流强带来的技术挑战。

“这一技术突破的意义在于，未来这类加速器能更高效地为重离子科学研究服务，为先进材料、核能技术、先进放疗等领域提供持续稳定的离子束。”孙良亭表示，就像从“间歇供水”升级到“全天候高压供水”，效率和实用性都大大提升。

发现·进展

中国科学技术大学

实现超快高保真度中性原子态探测

本报讯(记者王敏)中国科学技术大学郭光灿院士团队的李传锋、王健研究组利用光纤微腔与中性原子的普塞尔区域耦合，实现了超快高保真度的原子态读出，其速度和保真度均创造公开报道最高纪录。这对于减少量子计算中的时间和物理资源消耗，以及实现长程可扩展量子网络具有重要意义。相关成果近日发表于《物理评论快报》。

研究组利用工作在普塞尔区域的光纤微腔 - 中性原子腔量子电动力学系统，在提高光子收集效率的同时，极大增强了原子的光子辐射速率。该系统的协同因子达到 4.7，原子的自发辐射速率提高了约 10 倍，展现出作为高性能中性原子 - 光子量子接口和量子网络节点的潜能。此前，研究组利用这一特点，在同类系统上首次观测到原子共振荧光中的双光子纠缠。

在此基础上，研究组利用对闭环跃迁的强共振驱动，结合低动量转移的激发策略，将腔内读出光子的探测计数率提升至 18 兆每秒。凭借极高的荧光亮度，他们在 200 纳秒的时间窗口内实现了保真度 99.1(2)% 的原子态读出，并在 9 微秒的时间窗口内把保真度提升到 99.985(8)%，两项指标均创造公开报道最高纪录。同时，在态读出过程中丢失原子的概率始终低于 3‰，展现了无损探测的特性，可兼容需要“线路中测量”的量子纠错协议。该超快高保真读出技术首次使原子态读出速度超越光泵浦态制备速度。研究组还采用实时决定的方法，大大缩短原子态制备时间。因此，这一工作为理解多技术协同机制、优化量子协议性能等提供了新思路。

审稿人对此评价道：“本研究的重要意义在于实现了极高的态读出速度与保真度，标志着中性原子量子网络研究的重要突破。该成果有望在量子信息科学领域引发广泛关注。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.240802>

中国农业科学院等

注射免疫因子让母鹿生茸



本报讯(记者李晨)近日，中国农业科学院特产研究所联合国内外科研单位，揭示了梅花鹿母鹿生茸的调控机制，阐述了免疫调控母鹿生茸的新发现。相关研究成果发表于美国《国家科学院院刊》。

鹿茸是雄性鹿科动物的第二性征。自然界除驯鹿外，都是公鹿长茸，母鹿不长茸。母鹿虽然不生茸，但具有生茸的潜能。从母鹿身上分离的鹿茸干细胞与公鹿干细胞相同，具有多分化潜能。雄激素在鹿茸生长过程中扮演着重要角色，公鹿第一次生茸前被阉割会导致终生不长茸，而给母鹿注射雄激素甚至可以实现生茸。

该研究通过多组学分析，发现了雄激素调控的下游关键因子 CCL2，也是免疫细胞的趋化因子。研究发现，免疫细胞，特别是巨噬细胞在鹿茸生长时显著富集。抑制巨噬细胞会显著影响公鹿生茸，而引入巨噬细胞可以实现母鹿生茸。该研究通过体外实验还原了巨噬细胞激活鹿茸干细胞的过程，局部注射 CCL2 即可实现母鹿生茸。这是首次利用蛋白因子实现母鹿生茸。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1073/pnas.2424448122>

升级：调配“鸡尾酒束”

在重离子应用领域，尤其是核能材料研究中，能够让不同重离子束像训练有素的车队一样精准配合至关重要。为此，团队给加速器安装了一套“速度调节器”，就像给高速公路设计了智能调度系统。

以往，一条车道只能跑一种车——单一离子束。如今，通过这套系统，不仅能让 3 种离子束在一条车道上跑，还能通过调节速度，让这些“离子车”齐刷刷到达终点。这种多离子混合束被形象地称为“鸡尾酒束”，能够满足更复杂实验的需求。

离子源室副主任杨尧回忆，科研过程中，DTL 调能系统的研制尤为艰难。但最终他们研制出的 DTL 调能系统在低能强流高电荷态等关键技术指标上均达到国际领先水平，特别是在束流强度方面，远超国际同类装置。

孙良亭介绍：“我们的束流强度指标现在是国际之最。以氧离子束为例，国际指标大概在 0.6 毫安左右，而我们达到了 1.1 毫安。同时，我们还将束流能散度水平提高了一个量级，为核物理学家提供了更精确、稳定的实验条件。”

目前，LEAF 装置已通过国家验收，为国内外 60 多个实验提供了丰富的束流，供束 1.3 万小时以上，取得了一批重要的研究成果。

但团队并未停下前进的脚步。孙良亭表示：“一方面，我们将进一步优化装置性能，提高束流强度和稳定性；另一方面，我们将积极探索该装置在更多领域的应用潜力，如新材料研发、放射性同位素生产等。”

