《奇异博士》走进现实，脑脊接口让瘫痪者重新行走

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/32073.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

《奇异博士》走进现实，脑脊接口让瘫痪者重新行走

。电影《奇异博士》中，有这样一位病人，他因为脊髓损伤导致高位截瘫，失去了对胸部以下身体的控制能力，无法站立或行走。后来，他通过魔法恢复正常，甚至能与朋友打篮球。

3月3日，同样的奇迹在复旦大学附属华山医院（以下简称华山医院）发生了，全球首批第4例、通过脑脊接口让瘫痪者重新行走的临床概念验证手术成功实施。

而此次的奇迹，并非艺术创作，而是源自复旦大学类脑智能科学与技术研究院青年副研究员加福民团队全球首创的“三合一”脑脊接口技术——通过微创手术在脑与脊髓间搭建“神经桥”，仅需4小时同步植入电极，术后24小时，人工智能辅助下患者即可恢复腿部运动。

值得一提的是，今年1~2月，该团队已联合复旦大学附属中山医院（以下简称中山医院）成功完成全球首批3例临床概念验证手术，严重脊髓损伤患者在两周内实现自主控腿、迈步行走。

用“意图”重建运动能力

脊髓是连接大脑与外周神经的关键通路，脊髓一旦损伤，大脑运动指令无法到达脊髓以控制肌肉，患者就可能面临终身瘫痪。遗憾的是，已有针对瘫痪患者的康复技术，对于下肢尚未有成熟的技术。

加福民团队研发新一代脑脊接口技术，基本思路为：通过大脑内植入电极采集患者运动意图，并使用该运动意图驱动脊髓刺激器，作用于脊髓神经根，进而激活下肢肌肉，从而重建患者运动功能，帮助他们重获行走能力。

加福民介绍，团队利用3T磁共振成像设备，设计了多种扫描序列的成像方案，并开发自动化重建算法精确捕捉腰骶段脊髓神经根的结构特征，目前已生成个体化脊髓神经根模型，为个性化脊髓损伤治疗提供了新的方向。

新一代脑脊接口技术具有“高精准、高通量、高集成、低延时”的特点。团队使用1毫米左右直径的电极芯片替代原本的50毫米直径片状电极，以微创、更具安全性的方式植入，从而大幅减少手术创伤。同时，团队设计了一套运算速度快、运算能力准确、算力需求低的轻量级人工智能算

法模型，可实现高准确率、高实施性运动意图解码，实时解码大脑发出的运动指令。



加福民与团队学生讨论算法优化相关问题。

?

“ 如果患者想抬腿，但算法没有解码出来，或者只是晚了几秒，患者可能就会摔跤。 ”加福民表示，团队花了将近3年时间，才在算法层面实现了对大脑运动意图实时解码的突破。

更重要的是，团队采取了“ 三合一 ”的方法，利用采刺一体脑脊接口系统硬件模块，将脑电采集与脊髓刺激设备整合为一台微型颅内植入设备，降低手术风险的同时，提高了脑电信号采集稳定性和效率。

脑脊接口项目是复旦大学脑机接口领域系列突破性成果之一。复旦大学已建立神经调控与脑机接口研究中心，并获批上海市脑机接口临床试验与转化重点实验室，构建了材料、芯片、人工智能到临床的全技术链条，正在打造脑机接口、AI for Science交叉学科科研合作平台与融合前沿探索、科创转化与企业孵化为一体的脑机接口创新平台。

“ 再次体会到走路的感觉了 ”

“ 抬腿、迈步、站稳了！ ”在8个摄像头的记录下，小林扶住助行器，缓缓抬起腿。

两年前，他不慎从近4米高的楼梯上跌落，导致胸椎椎体骨折并椎体脱位、脑出血，被宣判“永远站不起来”。

双腿丝毫不能动弹，从家庭的顶梁柱变为累赘，34岁的小林曾一度失去生的希望。

转机发生在2024年10月，小林得知了加福民团队正在招募志愿者，他第一时间报了名。2025年伊始，小林成为了加福民团队与中山医院教授汪昕、丁晶联合开展的“脑控闭环硬膜外电刺激用于脊髓损伤后下肢瘫痪患者的安全性和有效性”临床研究的首例受试者。

中山医院为临床试验提供人员、场地等全方位保障。期间，加福民团队与神经内科、神经外科、康复医学科、影像科等多科室专家紧密配合，就临床试验方案开展多轮讨论。

经过全面评估与检查，多学科联合攻关团队在准确定位的基础上，为小林制订了一套“前所未有”的方案：立体定向电极置入术与脊髓神经刺激电极置入术。2025年1月8日，研究团队用时4小时，通过微创手术的方式，完成了在脑内和脊髓硬膜外的关键调控部位精准置入电极。



正在进行手术。

?

术后第1天，小林的右腿就出现了缓慢的屈曲；第3天，他实现了自主脑控状态下的双下肢运动；

第8天，他开始在站立架辅助下站立抬腿训练；第10天，他就能在“ 天轨 ”驱动下尝试跨步，并逐渐适应步行模式，实现自主控制双侧下肢跨步行走；第14天，他的右腿已经能抬高跨越移动的障碍物；第15天，他在悬吊下独立使用站立架行走超过了5米；第49天，他可以在悬吊下独立使用助步器行走……

小林激动地说：“ 我终于再次体会到走路的感觉了。 ”



1月20日，小林术后12天，正在联合团队指导下开展康复训练。图片均由复旦大学提供

?

面向全球招募患者

第一次面向社会公开招募患者，共有300多位患者报名参加临床试验，综合考虑患者的年龄、病情、心理健康等各项条件，联合团队最终选取的受试者均为男性“ 90 ”后。

加福民解释：“ 目前研发的脑脊接口设备仅适用于成年患者，且参与临床试验的患者每日要进行5-7小时的康复训练，这需要患者和患者家属的积极配合。 ”

而第一例患者小林以令人惊喜的速度恢复运动机能的同时，研究团队也在持续推动临床试验。

第二例患者是来自河北的小赵，他也是外伤后截瘫，瘫痪22个月。他的双下肢肌肉极度萎缩，很可能成为恢复行走的障碍。脑脊接口攻关团队迎难而上，在2月5日通过精准的植入方案完成植入

，联合智能化信号解码，最终让术前下肢萎缩完全不能动的赵先生，术后第一天开机1小时即脑控抬腿、术后两周实现辅助下行走的惊人效果。

来自山东的小温是第三例患者，瘫痪10个月。由于脊髓损伤后原先脊柱手术后固定的钉子靠近植入部位，给微创手术带来严峻挑战，稍有偏差，不但可能影响患者的整个康复进程还有可能加重脊髓损伤。多学科团队依靠自行研发的术前神经重建成像技术，通过精湛的手术成功把电极置入预定的位置。2月25日手术后，术前完全不能活动下肢的温先生也实现了次日开机1小时即脑控抬腿的巨大效果。

这次从塞尔维亚受伤辗转到华山手术的海员小周则是第四例患者。

“这几位截瘫患者治疗效果符合甚至超出我们的预期，初步证明新一代脑脊接口方案的可行性。2家医院、4例手术的完成，也证明脑脊接口技术可复制可推广。这不仅是技术的胜利，更是瘫痪患者重获新生的开始。”加福民表示，团队计划继续联合国内多家临床单位，开展更多脑脊接口临床概念验证工作，积累更多真实数据，进一步迭代算法。

同时，团队也将继续完善“三合一”颅骨植入式脑脊接口微型设备，完成第三方产品型式检验，做好产品注册临床试验准备。在此基础上，他们还将研发针对脊髓损伤患者的系列神经调控新方法、新技术，如针对轻症患者开发穿戴式神经调控装备、多模态运动监测系统等。

“硬件产品有望年底进入临床，我们也正在面向全球招募患者。”加福民说道。

作者：江庆龄 来源：中国科学报

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发