



# 全球首例 截瘫患者重新走起来了

## 复旦全球首创的微创脑脊接口“新”在哪？

央视新闻 上观新闻  
复旦大学 复旦上医

“抬腿、迈步，站稳了！”来自广东的林先生，曾以为自己“永远站不起来”，就在今年年初，他成为全球首例微创脑脊接口手术后，重获行走能力的完全截瘫患者。

这一医学奇迹，来自中国科学家团队全球首创的微创脑脊接口成果，出自复旦大学类脑智能科学与技术研究院脑脊接口实验室加福民团队。与国外脑脊接口团队相比，中国科学家团队有何技术创新？



加福民团队、中山医院联合团队与林先生合影

### 脑脊接口系统 为脊髓损伤患者带来希望

脊髓损伤被称为“不治之症”，我国现存患者374万，每年新增约9万人，林先生就是长期深陷脊髓损伤阴霾患者群体中的一员。两年前，他不慎从近4米高的楼梯上跌落，导致脊髓外伤后截瘫。

传统治疗对下肢瘫痪束手无策，而加福民团队研发的脑脊接口系统突破技术瓶颈，给患者带来重新站起来的希望。

“脑脊接口是用大脑信号控制患者自己的脊髓神经。”加福民告诉记者。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，可能面临终身瘫痪，而之前大家一直认为神经损伤不可修复。脑脊接口通过重建大脑和脊

髓的神经通路，有望使瘫痪患者恢复自主行走能力。

今年1月8日，林先生成为微创脑脊接口临床概念验证的首例患者。团队仅用时两小时，通过一次性微创手术方式，就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。

术后第一天，林先生的右腿就出现了缓慢的屈曲。第三天，实现自主脑控状态下的双下肢运动。第10天，实现自主控制双侧下肢跨步行走。第49天，林先生已经可以在悬吊下，独立使用助步器行走，而且他抬腿所需的电刺激相比出院时更小了，行走时步更长，步高也明显进步了。他激动地说，“我终于再次体会到走路的感觉”。

### 比国外团队“新”在哪？

加福民介绍，他们全球首创的微创脑脊接口技术，使用1毫米直径电极芯片替代了片状电极，创伤大大减小，更具安全性。

“正常人对外界刺激的反应时间为200毫秒左右，之前国外脑脊接口团队在人体试验中最快时间为1秒左右，我们在体外试验中已达到百毫秒量级，但在真实人体环境中会有所延迟，接下来我们的目标是与正常人的反应速度相同。”加福民说，脑脊接口最大的难点在于对脑电意图的解码需要实时，如果走路看到红灯过了两秒才停下，会给患者带来很大危害。他们研发的这一突

破性低延时解码算法，加上高准确率，可以对患者的运动意图快速解码，基本符合临床应用要求。

以往的脑脊接口至少有3个电极芯片，加福民团队首创了“三合一”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设备，仅4小时即可植入颅内，降低了手术风险，提高了系统稳定性。

此外，植入运动脑区的电极芯片，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AI算法模型。团队花了将近三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。



术后第12天，林先生在联合团队的指导下开展康复训练（图片来源于复旦大学微信公众号）

### 科研成果还处临床试验中，但征集的患者越来越多

“林先生术后第一天，躺在床上抬腿那一下，我一直悬着的心总算落下来了。我特别激动，忍不住半夜和大家分享这一消息。”加福民难掩激动之情地说，这意味着第一次实现了微创脑脊打通，这是最关键的一个科研假设，术后24小时就得到了验证。

和加福民一样激动的，还有复旦大学附属中山医院神经内科团队，首批3例患者都是在中山医院做的植入手术。在神经

内科主任丁晶看来，第一例患者的康复进展是以天为单位不断刷新。

“第14天，我们看着他抬脚踏过障碍物，这证明从脑控到自主掌控下肢的切换速度非常快。说起来，这就像今天的天气一样，上午还是阴雨天，中午阳光就照进来了。”丁晶感慨地说。第二例患者小赵的下肢肌肉萎缩得很厉害，临床团队有些担心，他能顺利抬腿吗？“加老师当时说了一句话，我到现在都记忆犹新，他说

‘相信我’。”丁晶介绍，后来小赵也如愿站了起来，当时他只说了一句话，“我想让妈妈看看我站起来的样子”。第三例患者小温，需植入电极的位置正好靠近之前骨折后打钉子的地方，这是一个很大的挑战。经与加福民研发团队反复讨论，决定还是尝试一下。“没想到，术后一小时就可在脑控下抬腿了。”

“加老师团队全球首创的微创脑脊接口新技术，如何用在常规手

术的常规器械上，是这一技术值得关注的地方。”复旦大学附属华山医院神经外科副主任陈亮，带来了3月3日刚做完手术的第四例患者最新消息——顺利开机实现脑脊打通。最让陈亮触动的是，尽管全球尚无产品获批用于重建截瘫患者步态，加福民团队这一科研成果还处于临床试验中，但征集患者的“广告”发出没多久，他的手机就爆了，“我切切实实地感受到了瘫痪患者内心的迫切”。

### 会很快大规模临床试验吗？

功能可能得到了部分重塑。”加福民兴奋地说，这对于患者而言，应该是幸福的烦恼。

同样让加福民之前不敢想象的还有——关掉脑电时，前二例患者依然可以在微弱刺激下迈步。

在他看来，脑控是基础，运动训练必须借助脑控，但神经重塑是一个长期过程，接下来脑控到一定程度时，他们会尝试关掉脑电解码，观察患者是否可以自主控制。

据悉，下一阶段，当患

者走得更稳健后，研发团队会适当增加“边走边计算”任务。

“2家医院、4例手术的完成，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。”加福民介绍。

接下来，会很快大规模临床试验吗？“我们的科学构想得到了验证，理论上可以复制推广，但我更希望‘闭关’一段时间，优化和迭代下一个版本。”加福民说，全球有约2000万

脊髓损伤患者，研发团队会开源一些信息，包括最关键的神经根技术数据，“今天是我非常幸福的时刻。让瘫痪的人重新行走是我最大的梦想，在此呼吁更多力量一起参与技术加速迭代”。

据介绍，加福民团队计划分阶段推进临床转化，针对重症患者开发植入式系统，对轻症患者研发穿戴式设备，预计5~10年内实现技术普及，远期目标构建自主知识产权体系，惠及全球2000万患者。