

相隔千里也能操作复杂血管介入手术

● 本报记者 张双虎

5G、1248公里、16年打磨、成功率100%……这串带有数字的关键词，标志微创血管介入手术机器人研究有了里程碑式突破。

日前，中科院自动化研究所(以下简称自动化所)和华东医院联合研发的全新一代微创血管介入手术机器人 VasCure 完成首批5例临床冠脉支架植入手术。手术治疗成功率及器械递送成功率均达100%，不良并发症发生率为0。

“这进一步验证了 VasCure 临床应用的安全性、稳定性和有效性，为机器人进入临床应用奠定了基础。”该团队负责人、自动化所研究员侯增广告诉记者。

一台跨越千里的手术

2021年3月，上海静安至北京昌平，一台跨越1248公里的双支架 Culotte 术式手术(一种双支架心血管介入手术)正在进行。

尽管这只是一次动物实验，躺在手术台上的是一头活体猪，但远在上海的手术主刀医生——华东医院心血管科主任曲新凯仍然有些紧张。

“这是第一次做复杂的远程直接手术。”曲新凯对记者说，“而且是手术难度较大的 Culotte 术式，这个术式要在血管分叉口分别放支架，而且两个支架有重叠，涉及导丝穿支架网眼、对吻等操作，对医生的经验和操作水平要求极高。”

当天，曲新凯在机器人 VasCure 的主控端(上海)，一名助手在从端(北京)。在5G环境下进行远程 Culotte 术式是极大的挑战。一方面，Culotte 术式对导管、导丝、球囊、支架等器械的协同操作要求极高；另一方面，手术过程

中随时可能发生网络波动、延迟、信号中断等突发情况。此外，远程手术还存在诸多不确定因素。

“2019年《美国心脏协会杂志》上的一篇文章指出，当前血管介入手术机器人仍需要解决一些问题，比如多导丝的输送等，而我们这款机器人提供了一个有效解决方案。”该团队核心成员、自动化所研究员谢晓亮说，“这项手术属于高精度操作，对机器人设计、控制方法、通信速度和稳定性都有极高要求。”

实际上，2021年1月，联合团队已经进行过一次近远程(上海静安-上海浦东，18.3公里)动物实验。那次实验很成功，但十几公里的距离在实际应用中价值有限，这次跨越千里的实验才是真正的挑战。

在多种新技术加持下，实验进行得很顺利。半个小时后，手术顺利完成。实验达到了预期效果。“手术是我亲自操作完成的，机器人多模态导航和力反馈带来了很好的手术沉浸感，让手术变得更安全、精准。”曲新凯说。

16年精心打磨

当前，心脑血管疾病呈现高患病率、高致残率和高死亡率的特点，在现有技术条件下，微创介入手术治疗是最有效的手段之一。

然而，目前我国现有医疗资源分布不均，1.5万余家县二级以上医院中，仍有超80%的医院无法独立完成心血管疾病介入治疗。

“短期内实现县级医院开展心血管介入手术这一目标，迫切需要机器人远程辅助等先进技术的参与。”曲新凯说。



新一代血管介入手术机器人在进行手术。

受访者供图

我国的5G网络已经可以保证完成1000公里左右的远程手术，为远程手术提供了通信技术保障。

2007年，自动化所和华东医院开始研发微创血管介入手术机器人。此后，团队相继研发出六代协同递送双球囊/双支架介入手术机器人。

近16年来，该团队不断打磨介入手术机器人软、硬件系统，布局了多项前沿研究、完成了关键技术储备，为实施远程手术做好了铺垫。

“VasCure 主控端具有人机交互结构设计，更贴近医生现有的手术方式，能有效滤除手部抖动，提高主刀医生的手术操作精度和稳定度。”谢晓亮说，“从端则通过独有的创新型双通道协同递送技术，实现了机器人辅助复杂手术时对多个导丝、球囊、支架的协同递送，递送精度可达亚毫米级。”

由于操作界面和人机交互方式根据临床实际需求进行了设计和优化，VasCure 的操作十分便捷。此外，它的稳定性、递送精度、旋转精度、双通道协同技术都达到国际领先水平。

成功率达100%

动物实验的成功，标志着从技术角度机器人已具备辅助医生开展远程血管介入手术的能力。但手术机器人属于被强监

管的第三类医疗器械，必须通过严格的检验和伦理审批才能临床应用。

“这些实验验证了 VasCure 血管介入机器人协同递送技术能辅助医生进行分叉病变双支架等复杂术式。”谢晓亮说，“同时也验证了我们开发的控制系统和机器人远程通信算法，在稳定性和实时性方面的实际效果。”

曲新凯认为，该机器人将现有血管介入手术机器人的适应证范围从简单病变扩展至复杂病变，能满足血管介入手术中分叉病变双支架等复杂术式对介入器械的临床操作需求。

2022年，VasCure 增加了三维智能导航功能，可实现全自主递送器械至左冠前降支和回旋支。相较于医生操作，器械递送更稳定、递送精度更高。

2022年底，VasCure 通过第三方专业医疗器械检验机构的型式检验。这意味着可以在人身上开展近程或远程的临床试验研究。

2023年2月中旬，VasCure 成功完成首批5例临床冠脉支架植入手术。手术治疗成功率及器械递送成功率均达100%，不良并发症发生率为0，进一步验证了该手术机器人临床应用的安全性、稳定性、有效性。

目前，VasCure 已拥有30余项国家核心发明专利和美国 PCT 专利。

秦环龙：肠菌移植“唤醒”慢病防治新思路

(上接第7版)

虽然 FMT 仍处于起步期，但总归已经蹚出了一条路，不像十年前那般备受争议了。“我刚开始做 FMT 时，面临很多抵制和反对的声音。人们质疑这么肮脏的废料怎么能用来治病呢？临床上也有很多争议，比如：

FMT 究竟能解决什么问题？有效吗？安全吗？”

但秦环龙不惧争议，他骨子里就是一个喜欢挑战的人，更何况这是新事物必经的过程。“在成功的基础上再创造成功对我而言缺少点满足感，我更欣赏能扛住压力而做成一件事的人，

我也坚信 FMT 是一项造福患者的技术，所以外界的‘杂音’干扰不了我。”

黎萍特别佩服秦环龙超前的眼光和认准了就会一直做下去的韧劲儿。“秦院长用时间和实践证明了他的选择，现在社会上正在逐渐形成 FMT 安全有效的共识，越来越多的行业人员参

与其中，跨学科合作遍地开花。”

秦环龙是医生、是学者、是导师，也是院长，能平衡好这些身份，关键在于他是一个富有远见的人。他说，“要当桅杆在海平面刚刚露出的时候，就能看出这是渔船、军舰还是核潜艇”。