

远程手术离“实用”还有多远

机器人“隔空操刀”，安全、费用、资源分配等成核心关切

我国自主研发5G机器人完成远程微米级眼科手术

跨越4200公里，耗时不到7分钟，远程机器人视网膜下注射手术完成。11月2日，在国产5G眼科手术机器人的辅助下，由中山大学中山眼科中心林浩添教授团队牵头，联合新疆生产建设兵团医学院杨波教授团队、中山大学计算机学院黄凯教授团队以及广州市微眸医疗器械有限公司，共同完成了一次微米级眼底手术。

坐在广州主控端的医生，手握控制杆，时刻关注着5G信号实时回传的手术画面。此刻，患者正躺在4200公里外、新疆生产建设兵团医院的手术台上。一台手术机器人，在远程操控下，寻找着患者视网膜上那个极其微小的注射点。

这台全球首例远程机器人视网膜下注射手术，需要在患者眼球的微米级层面完成精准进针，并将药液精准投递至预设靶点。林浩添是国内眼科领域的知名专家，在他看来，这场手术的难度相当于在头发丝上打针，现场操作难度极大，更别说是在4000多公里外遥控机器人来完成。“人眼的视网膜厚度为100到300微米，这个厚度里面分十层，在其中两层之间打药，操作难度特别大，误差几十微米就可能损伤视力。远程靠机器人做，在全球都是首例。术中网络稳定，图像清晰，机器人响应灵敏，注药过程针尖平稳无抖动，顺利达到预期手术目标。机器人的精准度、精细度，都是一个质的飞跃。”林浩添介绍。

我国有超过4.7万名眼科医生，但真正从事眼底病专业的不足5000人，且大多集中在大医院，基层眼底病专业医生数量严重不足，因此很多常见眼底病得不到及时有效的治疗。边疆及基层地区患者常面临“看得见病，看不见专家”的困境。此前，即便患者辗转千里求医，人手操作也难以完全规避生理震颤带来的精度局限。为了成功实施一场远程的微米级眼底手术，让患者无需跋涉千里便能顺利进行手术，林浩添决心建立远程手术机器人平台。2023年6月，林浩添带领团队已在琼州海峡完成动物实验，实现远程微米级眼内操作，历经两年多安全性与有效性验证，此次临床手术的成功，标志着我国在该领域实现从“可行性验证”到“临床实用化”的质变。

国产机器人突破技术壁垒 远程手术多点开花

六年前，我国成功实施首例5G骨科手术机器人辅助手术远程指导，几年来，冠以“全球首例”“重大突破”的远程机器人手术，在北京、上海、浙江等地呈现出多点开花的态势。林浩添团队手术的成功，实现了从远程外科手术的“厘米级”，到眼科手术“微米级”的跨越。

就在上个月，“中国造”机器人跨越万里“修心”，厦门大学附属心血管病医院成功实施全球首例跨国远程机器人辅助经导管心

上周，全球首例远程机器人视网膜下注射手术在新疆成功完成，操刀的正是国产的手术机器人，远程操控的是远在广州的眼科医生。这还不算最远，上个月，国内的医疗团队在法国波尔多远程操控机器人，为厦门的患者完成了高难度的心脏手术，通信距离超过了1万公里。

最近几年，这样的远程机器人手术，正在国内的各个医学门类实现着突破，这样的远程手术，什么时候能安全而实用地来到我们身边？远程手术，离“实用”还有多远？



11月2日，中山大学中山眼科中心林浩添教授(左二)团队进行远程手术前测试。

腔介入手术。此次手术中，厦门大学附属心血管病医院王焱教授身处法国波尔多大学医院，与波尔多大学医院成人结构性心脏病介入科负责人利奥内尔·勒鲁教授并肩操作，波尔多大学医院结构性瓣膜病治疗与创新中心负责人托马斯·莫丁教授在线参与远程指导。专家通过远程控制平台，协同操纵位于中国厦门导管室内的机器人系统，为一名患者成功完成机器人辅助经导管二尖瓣修复术。

一个个首例手术成功的背后，是国产手术机器人自研水平的稳步提高。医生团队根据临床痛点提出技术需求，工程师团队协同攻关，转化为一个个定制化的解决方案，正是这种医工深度协作的模式，让国产设备在远程手术中展现出越发出色的稳定性和精准度。

林浩添团队这场跨越近万公里的手术，背后就是十年医工交叉创新的积累。林浩添团队联合中山大学计算机学院黄凯教授团队、广州市微眸医疗器械有限公司等机构，历经无数次调试，研发出具备“医生远程操控+微米级运动精度+实时三维高清感知”核心能力的手术机器人平台。

据了解，该机器人的串并联型机械臂可实现微米级重复定

位，能精准过滤人手震颤，这一关键突破使药物注射精度达到人类操作难以企及的水平。嘉兴智瞳科技提供的实时三维高清成像技术与中国电信的5G网络保障，更让远程操作实现“零延迟”——从广州主控端发出指令，乌鲁木齐手术端的机器人微针能即刻响应。

尽管国内远程机器人手术已取得多项突破性进展，但绝大多数仍处于临床试验阶段，尚未实现规模化临床应用。然而在见证技术快速迭代的医生们眼中，它与我们的距离，或许不会太远了。

远程手术能够 保证安全规范吗

远程手术技术上一旦成熟，自然免除了患者长途奔波的痛苦，不过它毕竟还是新生事物，能不能安全、规范，人们心中难免还有很多问号。在医疗行业，相关的操作规范和诊疗指南，能不能尽快出台，打消人们的顾虑呢？

在新疆生产建设兵团医院的眼科中心，有许多从新疆各地前来看病的患者。这里已经是本地患者最优的就医选择，但副院长杨波坦言，面对一些复杂的眼科疑难杂症，他们也会感到力不从心，也会推荐患者到北上广等大

城市就诊。

多年来，国家持续加大医疗援疆力度。2023年以来，广东省组派优秀的医疗人才，完成免费白内障治疗手术超过3000例。而在11月2日，这场跨越广州和乌鲁木齐的远程手术中，患者不用出疆，就接受了中山大学知名专家操刀的手术，省去了千里奔波的困扰。远程机器人手术，显然让优质医疗资源的“跨省区共享”，有了新的方向。

然而，医生“隔空操刀”，意味着要将安全交到机器人手中，还得依赖于网络的稳定性，患者难免会顾虑重重。

如何保证远程机器人手术的安全与规范，让这项技术惠及更多人群？11月1日，由甘肃省人民医院牵头制定的我国首部《远程机器人手术操作指南(2025版)》正式发布。之所以这家西部医院会率先出台一部操作指南，是因为甘肃省轮廓狭长，东西距离1600多公里，从敦煌坐动车到兰州也得7小时，在大量省内就医需求的推动下，这家医院逐步开展了远程机器人手术试验，积累了较为丰富的经验。

从手术流程、器械使用，到应急方案和安全保障措施与监管，指南对远程机器人手术的12个临床问题，形成了21条推荐意见。其中提到，为保证安全，必须有1到2名能在当地手术室进行紧急手术的医师随时待命，患者所在的手术室需拥有独立完成手术能力的医师团队。远程手术应当建立备用网络专线，若出现无法解决的网络问题，也要保证本地医师能立即接管手术。

制度改革推动 远程手术走得更远

基层医疗机构要想变得有吸引力，首先得有好医生，于是又出



乌鲁木齐手术室现场，林浩添团队通过国产眼科手术机器人远程完成手术。

现了医生轮岗、知名专家坐诊等解决方案，而远程手术机器人的出现，显然提供了新的解题思路。但仔细想想，挡在前边的障碍似乎还有很多，比如手术机器人的采购和配备，就是首要的难题。

前几年，一台进口手术机器人在3000万元左右，这几年，国产手术机器人发展迅速，但价格也得几百万元到1000万元。对于基层医疗机构来说，这仍然不是一个小数字。此外，基层医生的培训，基层医生和远程医生的责任如何界定，薪酬如何分配等问题，都值得认真论证和在实践中解决，也需要相应的制度改革来推进。在这些方面，各地又有怎样的探索呢？

今年8月，一台高难度胃癌根治术，在福建的两所医院之间开展。远程操作机器人的，是福州三甲医院的知名专家，患者所在的医院，是三明市的一家基层县级医院，两个医院的距离不算太远，150公里。

这场手术，是福建省第一例由省级医院指导，在县域医院落地开展的5G远程机器人手术。而这场远程手术之所以选择三明市的尤溪县总医院，与当地一直推动的三明医改密切相关。作为三明市的下辖县，尤溪县从2012年开始通过一系列改革措施，目前已经构建了较好的分级诊疗格局。去年1月，尤溪县总医院与福州大学附属省立医院签订合作共建省级区域医疗中心协议。此后，省立医院的专家会定期下沉基层，并给县里的医护人员提供培训。而此次远程手术主刀的医生薛芳沁，就是其中之一。“此前，我带领团队已在尤溪成功开展近50台高难度腹腔镜胃肠肿瘤四级手术，为此次合作打下良好基础。同时，尤溪县总医院自身条件成熟，医护人员也经过系统培训，能够胜任远程手术的辅助工作，这为技术落地提供了关键支撑。”薛芳沁说。

远程手术并非主刀医生一人操作即可，而是需要双方医疗团队紧密配合。当地医生不仅要完成辅助工作，应对紧急突发状况，还要负责患者的术前检查、术后护理。如何让远程手术在基层医院推广落地，诊疗队伍培训和素质提高，也是先决条件之一。而这样的培训和合作，对于提升基层医疗卫生服务能力，显然也是一件好事。

对于基层医院来说，机器人设备的采购是另一难题。这套动辄上千万元的机器人设备，对大多数基层医院而言仍是难以企及的“奢侈品”。今年4月，国家卫健委等13个部门联合印发《关于优化基层医疗卫生机构布局建设的指导意见》，明确提出：到2030年，基层医疗卫生机构布局更加均衡合理，远程医疗和智慧化服务基本普及。在专家们看来，随着国内手术机器人行业的发展，价格也将逐步降低，使得设备的普及成为可能。

而在技术创新的同时，制度层面的创新也需同步推进，比如医生的责任如何界定、薪酬如何分配、医保如何跟进等等，都是接下来大家关心的重点。

综合央视新闻、新华社、人民日报等