

# AI执掌手术刀,数字医疗将面临哪些机遇和挑战?

外科手术的发展经历了开放手术、微创手术,进入今天的机器人手术时代,逐渐朝着精准化、安全化和智能化方向发展。数字医疗特别是手术机器人领域正在经历前所未有的变革,不仅提高了外科手术的精确性和安全性,重塑外科手术的未来,还通过远程操作和人工智能的结合,重新定义了医疗服务的可及性和效率。在数字医疗迎来新的发展机遇的同时,需要应对设备成本高昂、人才短缺、科技伦理、安全等方面的风险。

## 重塑外科手术的未来

手术机器人自20世纪80年代末首次投入使用以来,已经在多个医学领域取得了显著进展。以达芬奇手术系统为例,这一系统已成功完成超过1000万例手术,涵盖泌尿科、心脏外科和妇科等多个领域。手术机器人拥有高精度的机械臂和3D高清视觉系统,使外科医生能够在微创手术中实现更高的灵活性与控制力。

北京理工大学特聘教授、博士生导师、中国仿真学会医疗仿真专委会副主任委员杨健表示,手术机器人是临床治疗的有效辅助工具,能辅助医生开展精准、复杂的手术操作。手术机器人一般分为操作型和定位型两类,达芬奇手术机器人就属于操作型机器人。定位型手术机器人近年来也得到了快速发展,目前应用较多的骨科手术机器人、经皮穿刺机器人等均属于定位型机器人。

随着技术的发展,手术机器人的能力得到了进一步增强。研究表明,现代手术机器人能够实时分析手术过程中的数据,帮助外科医生做出更精准的决策。例如,通过深度学习模型,机器人能够识别解剖结构并提供实时反馈,从而降低手术风险并提高成功率。

北京大学第一医院临床药物试验机构副主任范宇告诉半月谈记者,得益于机器人的多维度机械手,以及3D放大立体视野,现代机器人手术克服了外科医生“眼花,手抖”的生理瓶颈,给狭小空间内的精细操作提供了绝佳的解决方案。此外,现代手术机器人的分体化设计,也极大减轻了术者的操作疲劳程度。

此外,远程手术的兴起使得外科医生能够在全球范围内进行手



术。借助5G/6G高速网络,外科医生可以在数千公里之外控制机器人进行复杂操作,这一技术尤其适用于偏远地区患者的治疗。这种进步不仅提升了医疗服务的可及性,也为全球医疗资源的优化配置提供了新的可能性。

在医生教育培训方面,AI同样发挥着重要作用。新一代模拟器结合AR和VR技术,使得外科医生能够在虚拟环境中进行训练,提高其操作技能。范宇表示,传统的开放式外科操作,视野只局限在术者和助手之间,对外科教学意义非常有限。很多手术步骤只能在图谱上观看,距离外科实践尚存在一定差距。腹腔镜技术极大地解决了视野的问题,对外科操作的提示,不仅是微创化,更是教育培训方面的公开化。而在机器人时代,虚拟环境的设置进一步提升了对外科教育培训,很多外科教育和培训都可以在虚拟场景里进行,极大缩短了学习时间。

## 加速追赶世界领先水平

美国在手术机器人市场中占据主导地位,美国企业通过不断研发新型手术机器人系统来满足市场需求。杨健表示,国外的发展经验给了我们很好的借鉴,有利于我们实现国产手术机器人的跨越式

发展。例如,定位型手术机器人的核心部件之前一直由加拿大的一家公司垄断,近两年国内相关企业突破“卡脖子”技术,实现定位核心部件的国产化,性能达到并超过进口设备。

欧洲尝试进行了一系列AR甚至VR的术中导航技术,降低手术难度,增加手术精度,提高手术完成率。许多欧洲医院积极参与新型机器人技术的临床试验,以推动技术进步。

范宇介绍,对比欧洲,我们自己的手术机器人技术在紧跟国际潮流的同时,也不断进行自主创新。从裸眼3D技术到分体式机械臂构架,国产手术机器人系统在不断尝试区别于达芬奇手术机器人系统的新模式,并在我国的海量医疗市场中不断尝试,最终形成中国自主的手术机器人系统。

政府政策支持和本土企业创新推动了市场的发展,如上海微创、天智航、艾瑞迈迪等公司正在开发具有竞争力的数字医疗产品。此外,中国还积极探索远程医疗服务,以提高偏远地区患者的就医便利性。

杨健表示,手术机器人是新质生产力的重要组成部分,政府出台了一系列政策鼓励手术机器人的发展与应用。我国人口基数大,患者多,为国产手术机器人的发展提

供了广阔的应用前景。近年,社会资本开始关注手术机器人行业,大量本土手术机器人公司成立,并分别研发了各自的手术机器人产品,改变了我国手术机器人市场由进口设备垄断的局面。

## 未来数字医疗的新机遇与新挑战

预计到2025年,全球数字医疗市场规模将超过5000亿美元,其中手术机器人将成为重要组成部分。随着AI、5G/6G网络和物联网等技术的发展,远程手术、个性化医疗和智能健康管理将成为新的趋势。

杨健表示,作为高校教师,一方面要努力突破关键技术理论问题,另一方面要推动产学研医一体化发展,要让我们的最新技术与临床实际结合,真正实现国产手术机器人的应用普及。

要实现这些目标,还需克服一些挑战,如高昂的设备成本、专业人才短缺以及公众对新技术的接受度低等问题。范宇坦言:“在一些硬件及专利层面,我们还面临着很多技术壁垒和专利保护。”而在杨健看来,手术机器人涉及临床医学、生物力学、机械学、计算机科学等多个学科,目前我国手术机器人高端人才非常短缺,未来需要加大培养力度。

尽管AI在手术机器人中的应用前景广阔,但也面临着数据隐私、伦理和安全等挑战。“国家层面适时推出相关政策法规,可有效降低数据隐私泄露风险。AI决策失误的问题现在看来不能避免,我们一方面努力发展技术提高AI模型的预测能力,另一方面,在临床应用过程中采用人类医生检查确认AI模型的预测,以避免错误输出结果,能大大降低由AI决策失误带来的临床诊疗风险。”杨健说。

手术机器人只是代替传统的人手,去执行手术的操作,但手术的执行者仍然是医生,而不是纯粹的机器人。范宇表示,我们不应将手术机器人及AI手术完全等同于手术被机器人接管,完全摆脱了人类的操作和监管。在现今阶段,AI技术更多的是为人类的决策提供依据。超一流或极具挑战的操作,仍需要经验丰富、操作精准以及胆识过人的术者来完成。