



主管单位:中国科学院
主办单位:中国科学报社
学术顾问单位:
中国人体健康科技促进会
国内统一连续出版物号:CN11-0289

学术顾问委员会:(按姓氏笔画排序)

中国科学院院士 卞修武
中国工程院院士 丛斌
中国科学院院士 陆林
中国工程院院士 张志愿
中国科学院院士 陈凯先
中国工程院院士 林东昕
中国科学院院士 饶子和
中国工程院院士 钟南山
中国科学院院士 赵继宗
中国工程院院士 徐兵河
中国科学院院士 葛均波
中国工程院院士 廖万清
中国科学院院士 滕皋军

编辑指导委员会:

主任:
张明伟
夏岑灿

委员:(按姓氏笔画排序)

丁佳 王岳 王大宁 计红梅
王康友 朱兰 朱军 孙宇
闫洁 刘鹏 祁小龙 安友仲
吉训明 邢念增 肖洁 谷庆隆
李建兴 张思玮 张海澄 金昌晓
赵越 赵端 胡学庆 胡琅琦
栾杰 钟时音 薛武军 魏刚

编辑部:

主编:魏刚
执行主编:张思玮
排版:郭刚、蒋志海
校对:何工农
印务:谷双双
发行:谷双双
地址:
北京市海淀区中关村南一条乙3号
邮编:100190
编辑部电话:010-62580821
发行电话:010-62580707
邮箱:ykb@stimes.cn

广告经营许可证:

京海工商广登字 20170236 号
印刷:廊坊市佳艺印务有限公司
地址:
河北省廊坊市安次区仇庄乡南辛庄村
定价:2.50元
本报法律顾问:
郝建平 北京灏礼默律师事务所

院士之声

张旭:世界远程外科发展将迎来黄金期

丁思月

近日,中国科学院院士张旭等人在《中华外科杂志》发表题为《远程外科面临的机遇与挑战》的文章。文中指出,远程外科是一种利用远程通信技术和机器人手术系统进行手术的新方式,打破了空间对外科手术开展的束缚,是未来外科学的重要发展方向。

张旭介绍,远程外科的兴起得益于机器人手术系统的成熟与进步,外科主刀医师可通过操作机械臂完成大部分手术操作,从医师控制台到机械臂之间数十米的距离,可视为初级的“远程操作”,成为远程外科发展的基础。我国幅员辽阔,东西跨越五个时区约 5200 公里,南北跨越约 5500 公里,地区发展不均衡,优质医疗资源过度集中在一线城市、省会城市,远程外科有望成为改善区域发展不均衡的候选方法。

近年来,我国国产机器人手术系统取得令人瞩目的成果,远程外科得益于此,实现快速进步。目前,我国已跻身远程外科发展的最前沿,成功搭建基于 5G、专线、5G+ 专线等多种通信模式的远程手术系统,并在数据流延迟处理策略、手术信息传输加密、机器人适应性改造等领域取得了系列成果,完成了多项小样本临床试验,初步奠定了远程外科应用推广的基础。

“未来 20 年将是世界远程外科发展的黄金机遇期,但是同样面临着多方面的挑战。”张旭表示,远程外科发展的挑战主要有两点。

配套法规尚需完善

远程外科处于发展的早期探索阶段,正逐步向临床应用转化。国家出台了一系列指导意见和扶持政策,但多针对远程外科研究本身,对于责任归属、配套法律法规等,仍缺乏专业指导意见。

远程外科不同于传统手术,由主刀医师远程控制端、远程通信系统、患者机械臂操作端组成,至少涉及主刀医师、患者所在医院、机器人厂商、网络运营商、两地医保局等相关方。远程手术涉及人员部门多,又面临网络

数据传输差错的风险,一旦发生医疗事故,责任归属相对复杂,取证调查更加繁琐,责任划分面临新挑战,亟待出台相关法规。

张旭建议,对于远程手术,在留取常规医疗文书、手术录像的同时,需对术中网络通信参数、两地视频资料给予全程记录存档,主刀医师采用网络远程签名的方式对患者端医疗会诊申请及手术记录文书进行签署、确认。“远程手术要做到各环节留档、各步骤留痕,网络状态实时监测,便于术后的责任评估。”

硬件基础仍有提升空间

当前,远程手术的硬件基础仍有待提升,主要表现为:一是远程通信技术。作为远程外科系统的核心和基础,5G 传输速度快,可使远程手术设备的部署具备较强的灵活性,但是其传输距离越长,信号衰减越大、损耗越高,长距离传输稳定性下降,且 5G 基站覆盖范围有限。网络虚拟专线稳定性高、传输衰减小、损耗低,但是安装过程繁琐,成本高于 5G 网络。

二是网络稳定性。除通信模式的选择外,网络的稳定性亦是须面临的挑战。无论是 5G 还是网络专线,均可能受到网络攻击和扰动等不确定因素的影响,一旦发生势必严重影响手术安全性。因此,必须对远程手术系统和远程手术网络作适应化改进,以提高手术系统的稳健性和纠错能力,完善远程手术网络传输的加密策略或专有传输信道。

三是网络延迟。受光速及软硬件运算能力的制约,远程手术延迟与手术通信距离呈正相关。可接受的延迟目前仍未达成共识,有待对其开展系统研究。降低延迟及其影响是始终不变的研究课题,提高传输和软硬件计算速度是降低延迟最有效的方法。此外,应用 Pade 近似、Smith 预估器等延迟补偿算法也可在一定程度上校正延迟的影响。

四是网络带宽。网络带宽的缩窄可能引起网络拥堵,导致明显的延迟,给手术安全性带来不可预期的干扰。优化



张旭

信息流的实时响应压缩策略可缓冲网络带宽缩窄引起的延迟。在常规图像编解码的基础上,应用基于深度学习和神经网络的压缩/解压策略,可最大限度压缩、最高质量还原图像;同时在带宽缩窄明显的情况下,可尝试应用感兴趣域识别及显示方法,牺牲非手术重点区域的分辨率,保障重点部位的图像传输,以更大程度降低信息流数据流,减少带宽缩窄引发的延迟。此外,可将自动化手术用于严重网络延迟的应急处置,以更大程度保障手术安全性。

张旭强调,远程外科系统的评价和准入标准制定对于其规范发展和安全应用至关重要。远程外科系统的评价标准应与其软硬件构成相匹配,并由临床前及临床试验的结果共同确定。目前远程外科系统相关标准大多基于工程学分析或少量动物实验推定,证据级别较低,相关临床及工程评价标准均未有统一的认识,亟待系统研究的开展。

“远程外科是传统外科的有力延伸和补充,极大地拓展了外科手术实施的空间范围,有利于将优质医疗资源通过远程手术方式下沉到基层医院,支撑分级诊疗、区域医疗中心等顶层设计的落地实施。此外,远程外科将为灾难救援、战场救护提供最快捷、最有效的救治,提高对伤者器官功能的保护能力,实现‘不仅救得下,更要活得好’的目标。”张旭表示,“远程外科具有广阔的应用前景和发展空间,期待我国外科学家、工程技术专家在该领域取得新的突破和进步,加速远程外科落地转化应用,将‘手术刀’延伸至任何患者所需之处。”

相关论文信息:<https://doi.org/10.3760/cmajcn112139-20231102-00209>