

5G 技术在急诊医学领域应用的研究进展

张旻海 王旭 王理 李强 张茂

浙江大学医学院附属第二医院急诊医学科 / 浙江大学急救医学研究所, 杭州 310009

通信作者: 张茂, Email: z2jzk@zju.edu.cn

基金项目: 2019 国家创伤区域医疗中心建设项目

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.10.031

5G 通信技术就是第五代移动通信技术具有超高的数据传输速度、高密度布网、低功耗以及低时延的技术特点^[1], 是一项具有变革性影响的技术, 能更好地促进人与人、人与物、物与物之间的全面连接, 构建万物互联的基础。全球移动通信协会在 2017 年的报告中预测, 未来几年商用 5G 网络将获得大量部署, 到 2025 年将覆盖全球近三分之一的人口^[2]。5G 与医疗急救领域的结合已有部分概念提出或实际探索, 本文综述了相关的研究进展如下。

1 5G 通讯技术发展现状

从全球视角来看, 中国, 韩国, 美国和日本在该领域处于领先地位。美国 5G 的推进策略主要是通过发放新频谱来促进 5G 的发展, 其 5G 频率规划从授权机制到频段规划已基本确立并完成。最近, 美国联邦通信委员会公布了其最新的 5G 加速发展计划^[3], 而以高通为代表的美国公司在 5G 通信关键标准上取得领先^[4]。在欧洲地区, 欧盟着力的方向包括推动 5G 与行业建立融合的生态系统、制定 5G 推进时间表、协调成员国推进 5G 技术发展并在《5G 行动计划》中提出: 2020 年年底, 每个成员国确定至少一个提供 5G 服务的城市; 2025 年各成员国在主要陆地交通道路实现 5G 覆盖^[5]。

在 5G 技术上中国一直处于领先。截至 2019 年 3 月, 在全球 5G 专利申请数量中, 中国占 34%, 位居各国之首^[6]。美国无线通信和互联网协会 (CTIA) 发布的最新研究报告中提到, 中国与美国在 5G 准备以及规划上并列第一序位^[7]。我国政府十分重视并大力制定推动了一系列关于 5G 的文件, 在《“十三五”规划纲要》指出: “要加快构建高速、移动、安全、泛在的新一代信息基础设施, 积极推进 5G 发展, 于 2020 年启动 5G 商用。” 2018 年 6 月, 国际移动通信标准化组织 3GPP (第三代合作伙伴项目) 在美国举行全体会议, 第一阶段全功能完整版 5G 标准正式出台, 5G 商用进入全面冲刺阶段。中国移动、中国电信、中国联通三家基础电信运营商企业从 2018 年开始已分别在国内多个城市展开 5G 试点, 2019 年正式获得商用牌照。

2 5G 在急诊领域的应用

2.1 急救呼救

我国目前院前急救的状况发展还不平衡。我国东部沿海地区院前急救平均响应时间为 15.86 min^[8], 而美国从呼叫到

急救团队到达现场的时间中位数为 5 min^[9], 日本为 7 min^[10], 提示我国的院前急救与发达国家还有较大的差距。如果从全国情况分析, 估计会更加严峻, 由于国内政策法规、百姓的认知观念、急救科普培训等等都不成熟, 从发病到呼叫 120、救护车赶到现场的时间会更长。得益于 5G 技术超高的数据传输速率和更低的时延特点, 以及人工智能与深度学习的发展, 目前的视频摄像头已能对人类步态进行分析识别, 在 5G 技术支持下, 面对城市大街小巷内的移动人群, 快速处理海量的数据以分析人群姿态步态, 当出现突然倒地的患者, 摄像头能够为患者进行急救呼叫、准确定位。通过 5G 技术对高危、老年患者进行居家监测, 对公共场合进行实时的人工智能识别危急情况, 对一些基层医疗服务机构的患者也可以把监测和检查的数据传输到云端, 进行实时的云端智能监控和识别, 及时呼救和缩短急救反应时间。

2.2 自动急救指挥调度

随着城市的迅速发展, 越来越多的人群往大城市迁徙, 这对城市的突发灾害事件应急管理、日常急救医疗服务提出了新的挑战。突发事灾难件时, 不同医疗救援力量能否快速到达现场识别伤情、紧急处理, 以及随后执行科学高效的伤员转运分流十分重要, 直接影响急救医疗整体的救治效率与效果。通过人工智能 (AI) 对大型灾难突发事件的医疗急救保障进行科学决策以及急救资源调配, 帮助急救人员更科学、高效地应对各种灾难或突发事件的挑战。譬如在事件发生时, 能根据伤员病情紧急程度、道路拥堵状况和周边医院特色专长等要素自动选择车辆行驶路径, 实现车辆精准调配, 提高车辆运行效率。当交通出现严重堵塞, 急救车无法到达现场, 可以派出无人机, 将必要的药品和器械快速运输到救援现场。5G 支持下的以 AI、大数据、云计算技术构建的急救指挥决策平台是新时代的需要, 类似概念的平台开发已有案例, 阿里云的城市大脑计划已成功在杭州等多个城市运用, 在改善交通拥挤方面取得很好的效果^[11], 在未来的智慧急救平台也值得期待。

2.3 5G 救护车

2018 年 11 月浙江大学医学院第二附属医院在世界互联网大会上首次展出 5G 救护车, 并以急诊急救为场景, 构建了“5G 远程绿色急救通道”^[12-13]。四川省人民医院将 5G 救护车融入了城市灾难管理系统^[14]。在 2019 年第二十二次全国急诊医学学术年会中展示的 5G 救护车, 拥有移动 CT、

ECMO 等急危重症诊治工具^[15]。5G 救护车是以 5G 技术为基础,将多功能生理监测仪、超声机、车载 X 光片机、CT 机、高清视频会诊、AR 眼镜、车载无人机等多种设备的数据整合起来,实现院前——院内无缝的数据连接,把目前只能在医院等固定场所才能进行的远程会诊、远程 B 超、监护指标、生化指标判读等工作前置于救护车,实现“进入救护车就相当于进了医院”,同时将海量的信息第一时间传到院内,在患者到达医院之前做好急诊抢救以及手术的准备,院内专家可以通过 5G 网络和救护车内医护人员进行实时高清视频沟通,对于提高院前急救的能力发挥重要作用。还有,针对院外突发疾病的患者,如果不知道患者身份以及既往的健康状况,可以通过 5G 技术连接数据库,人脸识别患者身份和既往的健康档案,有助于医护人员第一时间获得患者信息并结合此次的发病状况作出快速准确的诊断。

2.4 无人机

无人机具有快速灵活、受环境影响小、起飞降落简单、能到达人类不能到达的地方等优势。5G 相比 4G 技术条件,其在网联无人机的通信覆盖上优势明显,可以满足政府对 500 米以内低空空域监管要求,这样在线路规划以及航线审批上具备更多的可行性,能实现更精细的对无人机进行远程实时操控。美国在 2016 年启动了健康综合救援行动项目,联合了医疗和航空领域相关专家研制一种装有传感器和特殊红外装置的医用无人机,并将其拓展到远程医疗的运用中^[16]。谷歌公司专门研发了配合谷歌眼镜的无人机视频系统,如无人机运送抢救器材到现场,控制无人机的后方工作人员通过机载视频探头装备看到现场情况,该设备可以通过 wifi、网线,以及借助手机等通讯设备进行一键呼救^[17]。另外,5G 救护车上配备车载无人机,还能提前对偏远郊区、山区、高速路上的伤员进行提前血液送检,利用无人机的机动性缩短血液标本到达医院的时间,可以让医院缩短备血时限,及时从当地血液中心调度血液,达到更快救治患者的效果。在 5G 技术支持下,无人机配备摄像系统、语音传输系统,可远程实时对伤员进行病情分析诊断、现场指挥、仪器药品使用指导等。有相关研究指出,使用无人机运输方案是可行的,比传统的急救医疗服务更加快速,可能有助于降低院外心脏骤停的除颤时间^[18-19]。5G 与无人机的结合赋予了目前院外急救一个新的发展空间,运用于灾难救援同样有重要意义。

2.5 远程会诊和控制操作

远程医疗运用了通讯、计算机及网络技术,克服了地域限制,有效地突破了城乡、地区、以及不同医院间医疗资源配置不均衡的约束,促进了医疗技术与资源的下沉,助力与完善分级诊疗制度。远程医疗对图像传输有着特殊的要求,一般情况的远程就诊需要 1080 P、30 FPS 以上的实时视频要求。而实际中绝大部分医院只能使用一般的公共网络进行远程会诊,过低的视频质量及图片质量还可能导致医生难以辨清病情。5G 通信技术的出现,将 4G 条件

下时延 50 ~ 100 ms 缩短到 1 ~ 10 ms,几乎可以做到完全同步。偏远地区的医院可以与三甲医院的医生进行实时视频,进行远程病理诊断、远程医学影像诊断、远程监护、远程会诊、远程门诊、远程查体、远程病例讨论等。

借助远程超声检查设备,医生可以通过 5G 网络操纵超声的机械臂探头、4K 摄像头对患者进行实时诊断操作,使异地的医生端、患者端实现全程同步,将医疗专家的直接接诊范围扩至异地,远程超声检查中不仅仅视频信息更全面顺畅,其动态影像资料也能瞬息接受,这样使远程诊疗的现场浸入感更强。在 2018 年 11 月的世界互联网大会上,浙江大学医学院附属第二医院与中国移动合作,开展了以“远程 B 超”和“远程急救”为代表的 5G 技术智慧医疗系统的展示^[20]。

同样,远程手术在 5G 技术支持下也是得以实现。手术视野可以得到清晰分辨,连小的出血点都纤毫毕现,几乎“零延迟”的超敏反馈可以让远程的专家如在现场操作,能够极大地改善手术环境与安全度。2019 年 3 月,中国首例基于 5G 的远程人体手术——帕金森病“脑起搏器”植入手术在中国人民解放军总医院海南医院成功完成^[21]。

2.6 可穿戴设备及急救培训

5G 能更好地支持连续监测和感官处理的可穿戴设备,它所具有的大带宽、大容量特点可以支持医疗物联网设备不断收集患者实时数据,对健康情况做一个更全面且连续的记录分析,向为患者推荐适合的诊疗方案。通过对对象人群的穿戴设备、监护设备获得身体健康基本数据,同时经多个摄像头或相关传感器,将视频、图像、声音等数据同步上传,通过云端智能工具的疾病预防及报警平台,实现全方位、完全的实时监测。VR (virtual reality, 虚拟现实) 技术更是 5G 技术下受益最大的设备,5G 网络一方面能够提升传输数据的速度,另一方面能够降低延迟进而减少目前普遍存在的眩晕感,并解决其渲染能力不足,互动体验不强和终端移动性差等痛点。目前已有研究发现,反复使用沉浸式 VR 疗法控制烧伤患者伤的疼痛是有效的^[22],巴黎圣约瑟医院使用 VR 以帮助急诊室中的患者减轻痛苦^[23]。国际红十字会则使用 VR 技术进行人道救援的培训^[24]。相关 VR+5G 在急救科普宣传、培训住院医生及志愿者等方面将有更进一步的应用^[25-26]。

3 5G 在急诊应用的问题

目前中国 5G 通信主干网还未构建成熟,跨区域之间的传输还是有一些不稳定的风险。对于 5G 技术在急诊领域的应用,目前来看探索中还应该考虑当前互联网技术发展的水平和急诊医学特点,用包容审慎的态度来看待。主要问题有以下几点:① 5G 的覆盖与速度并不理想,5G 关键技术中毫米波容易被墙壁和其他障碍物阻挡,并且 5G 速度支撑需要更多设备支持,实际速度还未到理想。② 5G 的高频率、高功耗、大带宽给基站建设带来的难题,如果广泛的推广铺开,这对于当地的电力负荷可能会增加极大负担。③ 5G 在推动

物联网、人工智能的潜在作用,运营商需要建设高性能的数据采集和处理平台,满足实时性任务能力、服务能力、支撑能力的软硬件设备等都面临着挑战。④使用 5G 技术进行远程手术容错率非常低,具备一定的风险,一旦网络技术出现了故障和问题则可能酿成医疗差错。⑤健康安全需要明确界定,毫米波初步的观察显示毫米波增加皮肤温度,改变基因表达,促进细胞增殖和与氧化应激,炎症和代谢过程相关的蛋白质的合成,可能产生眼损伤,影响神经肌肉动力学,这些需要进一步研究其对健康影响^[27]。

参 考 文 献

- [1] Chih-Lin I, Han S, Xu Z, et al. 5G: rethink mobile communications for 2020+[J]. Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences, 2016, 374(2062): 20140432. DOI : 10.1098/rsta.2014.0432.
- [2] Global System for Mobile communications Association. The 5G era: Age of boundless connectivity and intelligent automation[EB/OL]. <https://www.gsmainelligence.com/research/2017/02/the-5g-era-age-of-boundless-connectivity-and-intelligent-automation/614/>[2019-09-15].
- [3] Federal Communications Commission. The FCC's 5G FAST Plan[EB/OL]. <https://www.fcc.gov/5G>.
- [4] IT之家.IT之家科普:5G 移动网络标准是如何出炉的[EB/OL]. <https://www.ithome.com/html/it/359546.htm>, 2019-09-15.
- [5] European Economic and Social Committee. 5g for europe: an action plan[EB/OL]. <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/5g-europe-action-plan>, 2019-09-15.
- [6] 张旺, 卢戈. 中国已成为全球持有 5G 通信网络专利数量最多国家[EB/OL]. http://www.jx.xinhuanet.com/2019-05/06/c_1124457363.htm[2019-09-15].
- [7] The Wireless Association. A National Spectrum Strategy to Lead in 5G[EB/OL]. <https://www.ctia.org/news/a-national-spectrum-strategy-to-lead-in-5g>[2019-09-15].
- [8] 齐腾飞, 景军. 中国 1996-2015 年城市院前急救反应时间分析[J]. 中国公共卫生, 2017, 32(10): 1466-1468. DOI : 10.11847/zgggs2017-33-10-12[2019-09-15].
- [9] Wu Z, Pancyk M, Spaite D W. Telephone Cardiopulmonary Resuscitation is Independently Associated with Improved Survival and Improved Functional Outcome after Out-of-Hospital Cardiac Arrest[J]. Resuscitation, 2017. DOI : 10.1016/j.resuscitation.2017.07.016.
- [10] Shibahashi Keita, Ishida Takuto, Kuwahara Yusuke et al. Effects of dispatcher-initiated telephone cardiopulmonary resuscitation after out-of-hospital cardiac arrest: A nationwide, population-based, cohort study[J]. Resuscitation, 2019, 144: 6-14. DOI : 10.1016/j.resuscitation.2019.08.031.
- [11] 谢珂. “城市大脑”助力杭州交通治理水平提升[EB/OL]. http://zjnews.zjol.com.cn/zjnews/hznews/201811/t20181121_8796889.shtml[2019-09-15].
- [12] 谢梦洁, 贾斯曼. 世界互联网大会“黑科技”来袭, 千年古镇再添新智能[EB/OL]. http://tech.cnr.cn/techgd/20181107/t20181107_524408457.shtml[2019-09-15].
- [13] 吴楠, 翁迪凯. 浙医二院与浙江移动联合打造全国首个“5G 远程绿色急救通道”[EB/OL]. <http://zj.people.com.cn/n2/2019/02/23/c186327-32674478.html>[2019-09-15].
- [14] 魏雯静. 高速抢救生命, 全国首个 5G 城市医疗应急救援系统在省人民医院正式上线[EB/OL]. <http://www.scjirb.com/newsDetail/231287>[2019-09-15].
- [15] 王磊. 5G+ 急危重症抢救! 这是一个可移动的智能手术抢救室[EB/OL]. https://www.sohu.com/a/325239031_354877?spm=smc.author.fdd.346.1568565205509UYt8bOg[2019-09-15].
- [16] Levin-Epstein M. Here come the drones. [EB/OL]. <http://www.telemedmag.com/features/2016/3/11/here-come-the-drones>[2019-09-15].
- [17] Murphy M. Google wants to call drones to medical emergencies at the push of a button[EB/OL]. <http://qz.com/655314/google-wants-to-call-drones-to-medical-emergencies-at-the-push-of-a-button>[2019-09-15].
- [18] Claesson A, Backman A, Ringh M, et al. Time to Delivery of an Automated External Defibrillator Using a Drone for Simulated Out-of-Hospital Cardiac Arrests vs Emergency Medical Services[J]. JAMA, 2017, 317(22): 2332-2334. DOI : 10.1001/jama.2017.3957.
- [19] Claesson A, Fredman D, Svensson L, et al. Unmanned aerial vehicles (drones) in out-of-hospital-cardiac-arrest[J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2016, 24(1): 124. DOI : 10.1186/s13049-016-0313-5.
- [20] 郭颖. 生命竞速! 中国移动 5G 为“远程医疗急救”赢得加速度[EB/OL]. http://www.wicwuzhen.cn/web18/news/expo/201811/t20181107_8690333.shtml[2019-09-15].
- [21] 符小叶, 蒋成柳. 全国首例 5G 远程外科人体手术在三亚成功实施[EB/OL]. <http://hi.people.com.cn/n2/2019/03/17/c231190-32746600.html>[2019-09-15].
- [22] Schmitt Y S, Hoffman H G, Blough D K, et al. A randomized, controlled trial of immersive virtual reality analgesia, during physical therapy for pediatric burns[J]. Burns, 2011, 37(1): 0-68. DOI : 10.1016/j.burns.2010.07.007.
- [23] Kevin Liffey. French emergency room tests virtual reality path to pain relief[EB/OL]. <https://www.reuters.com/article/us-france-tech-pain-virtual-idUSKCN1J41WO>[2019-09-15].
- [24] Delphine Thouvenot. Bodybags, rats, waste: Disaster response turns to VR for grim training[EB/OL]. <https://phys.org/news/2019-03-bodybags-rats-disaster-response-vr.html>[2019-09-15].
- [25] 杨帆. “5G+VR”助力手术培训[EB/OL]. http://www.xinhuanet.com/info/2019-07/19/c_138239142.htm[2019-09-15].
- [26] 朱晓莹, 吴刚. “身临其境”学急救, 急救培训首次引入 VR 技术[EB/OL]. <http://news.jstv.com/a/20180324/5ab5ca5cf3ca6253e5ab3413.shtml>[2019-09-15].
- [27] Ciaula, Di A. Towards 5G communication systems: are there health implications?[J]. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 2018: S1438463917308143. DOI : 10.1016/j.ijheh.2018.01.011.

(收稿日期: 2019-09-16)

(本文编辑: 何小军)