

远程超声的临床应用现状及展望

王 涛 刘绍祖 张兴文

摘 要 远程超声临床应用范围广,既可应用于院前急救,也可应用于院内远程超声会诊和远程监护等,常应用于急诊科、产科、儿科、心血管内科等科室。远程超声有同步和异步两种实现模式,所使用的技术也开始从单一的电视监控或电话远程会诊逐渐发展为基于移动通信设备、有线或无线网络等对数字、图像、语音等综合传输。5G 技术的高速率、低延迟、大连接的特点,以及云计算的大储存等应用于远程医疗和远程超声是近年研究的热点,使远程超声的临床应用更加高效。本文旨在总结远程超声的临床应用现状,结合目前有关技术的发展对其临床应用进行展望。

关键词 远程超声;5G 技术;云计算平台

[中图分类号]R445.1

[文献标识码]A

Clinical application status and prospect of remote ultrasound

WANG Tao, LIU Shaozu, ZHANG Xingwen

Department of Emergency, the First Affiliated Hospital of Hu'nan Normal University, Changsha 410000, China

ABSTRACT Remote ultrasound has a wide range of clinical applications, which can be used not only in pre-hospital first aid, but also in hospital remote ultrasound consultation and remote monitoring, which is commonly used in emergency departments, obstetrics, pediatrics, cardiovascular medicine and other departments. Remote ultrasound has synchronous and asynchronous implementation modes. Based on mobile communication devices, wired or wireless networks, etc, the technology has also begun to develop from a single television monitoring or telephone remote consultation to a comprehensive transmission of digital, image, voice and so on. With advantage of the 5G technique, high speed, low delay, large connection and large storage of cloud computing, telemedicine and remote ultrasound have been intensively researched in recent years, which makes the clinical application of remote ultrasound more efficient. This paper summaries the present situation of the clinical application of remote ultrasound, and prospecting the clinical application of remote ultrasound combined with relevant technologies.

KEY WORDS Remote ultrasound; 5G technology; Cloud computing platform

远程超声具有快速、无创、无辐射的特点,有“未来听诊器”之称。最早由美国国家航空航天局研制成功并用于监测宇航员身体状况,后推广至民用^[1]。传统的远程超声指通过远程视频会议,上级专家实时指导基层医师完成各项检查,并予以诊疗意见。由于成本较高,远程超声实际临床应用多在发达国家或地区,而在发展中国家,考虑到远程医疗中心建设的费用,其应用难以开展。而今,5G 技术和云计算的出现和普及,解决了网络延迟、存储和信息共享困难等难题,基于 5G 和云平台的远程超声将具有广阔的临床应用前景,本文就其应用现状及进展进行综述。

一、背景和基本原理

1. 远程医疗和远程超声的历史背景

远程医疗指通信技术、多媒体技术、互联网技术等与医疗

技术相结合,在降低诊疗速度和开支、提高诊疗水平的基础上,满足广大人民群众保健需求的跨越空间的医疗服务。远程医疗的历史可追溯至 1906 年,威廉·埃因托芬利用远程通话方式对医院患者的心电图进行远程分析^[2]。21 世纪 50 年代,美国国家航空航天局开发了一项“应用于农村帕帕戈医疗保健的空间技术”的地面并行项目^[3]。之后,美国国家航空航天局首次将远程超声应用于国际空间站,开展了肌肉骨骼超声、眼部创伤超声及创伤重点超声评估(FAST)等远程超声技术^[1]。此后,便开始推广至民用,早期应用于产科、心内科,后逐渐出现在急诊科和院前急救。

2. 远程超声的基本原理

远程超声技术支撑包括远程通信、信息学及超声医学三大技术^[4]。传统的远程超声技术是指设置会诊端和远程端,将偏

基金项目:湖南省自然科学基金科卫联合项目(2019JJ80079)

作者单位:410000 长沙市,湖南师范大学附属第一医院急诊医学科

通讯作者:张兴文,Email:332371326@qq.com

远地区疑难病例的图像通过网络传输到会诊端,会诊专家基于上传的图像提供诊断及决策分析。但4G技术有较严重的低速率、高延迟等问题,不能满足远程超声的技术要求。近年来出现的5G技术,具有高速率、低延迟、大连接等特点,通过基层医师或急救车内医务人员将患者信息、医疗设备所采集的数据及影像学图像实时上传至会诊端,实现院外急救和院内治疗的对接^[5]。云计算是一种虚拟化资源,可以实现档案的电子化储存、网络信息传输、档案调度,从而达到各医疗机构之间互联互通、信息共享^[6]。

二、远程超声的实现模式和应用现状

1. 远程超声实现模式

(1)异步模式:远程超声包括异步模式和同步模式。异步模式是收集、存储数据,然后发送给会诊端专家进行解释。由于条件限制,远程端医师和会诊端医师间并非实时交流。在该模式下,可以下载、存储图像、音频和文本,专家在会诊端进行会诊。异步模式运作成本较低,可以改善经济状况欠佳或技术基础设施落后的偏远地区的医疗保健服务。这一模式在非洲拯救了较多患者,尤其是心脏瓣膜病患者^[7]。其优点是工作灵活,不受时间限制;其缺点是诊断时间可能延时,延误治疗,对储存数据和所获检查图像有较高的要求。就目前而言,该模式在远程超声的研究和应用最广泛。

(2)同步模式:同步模式是远程端和会诊端同时在线进行交流,会诊端专家实时指导远程端操作医师进行超声检查,以获取专家所需要的超声画面,从而给出准确的诊断和诊疗方案。该模式的优点是能够获得专家满意的检查图像,并能与操作医师实时交流,获得较准确的诊断结果,并进行及时诊治;其缺点是操作医师可能无法获取会诊专家要求的图像而导致误诊,且需要会诊专家实时在线指导和解释。最近一项关于同步远程医疗应用于儿科重症医学学科的研究^[8]表明,大部分医师认为同步远程平台虽可带来重大收益,但降低了工作效率。随着科技的发展和普及,同步模式也应是未来发展的方向,可为偏远地区患者带来更好的医疗服务。

2. 远程超声临床应用现状

远程超声是一种特定形式的远程医疗,利用信息学的传播和专家解释患者超声检查结果,并支持远程视频会诊的技术。超声操作和释读对操作者具有高度依赖性。因此,这些检查的操作和解释传统上仅限于医学专家^[9]。21世纪,信息、通信、网络技术的高速发展,以及传感器和数据传输技术的进步使得远程超声开始得以实际应用。近年来有研究^[10]结果表明现场指导与远程指导花费时间和图像获取成功率间比较差异均无统计学意义。多数情况下远程指导超声检查与传统指导超声检查具有相似的敏感性和特异性^[11]。目前,已有远程超声应用于心内科、产科、急诊科等科室的报道,并成功完成了远程心脏超声和胎儿远程超声检查和诊断。

(1)远程超声在产科的应用:超声是确诊宫内妊娠和凶险妊娠的首选工具,也是监测胎儿生长及评估妊娠并发症的重要检查手段。由于偏远地区缺乏专业的超声专家,胎儿和母体情况无法得到长期的监测,常直至即将分娩时才发现是凶险性妊

娠或患儿出现缺血缺氧性脑病,严重者可能危及孕妇和胎儿生命,因此及时发现和干预尤为重要。目前,澳大利亚已建立此类基于偏远地区和三级产前超声检查的远程超声链接,对农村地区胎儿进行远程超声检查,在已检查的病例中,异常胎儿均被检出^[12]。随着设备成本的降低和互联网的普及,远程超声对产科的临床应用价值将会更高。国内也有将远程超声和胎心监测用于产前评估胎儿是否缺氧的研究^[13],结果发现两者联合检查较单一检查检出率更高,有利于对于胎儿宫内缺氧进行及时处理,提高母婴安全,有较好的临床推广价值。

(2)远程超声在心血管疾病中的应用:超声临床应用范围广泛,以超声心动图在心血管疾病中的诊断最常用,并常与临床实验检查、心电图、X线检查等相结合^[14-16]。在印度的阿拉贡达,使用远程超声心动图诊断小儿心血管疾病,结果显示29%的患儿因此转诊了心脏手术^[16]。在孟加拉国,使用超声评估结构性心脏病并收集这些图像,再由全球心脏病专家协会进行会诊解释,不但减少了进行瓣膜干预的转诊时间,还减少了患者住院和死亡的可能性^[15]。美国两家基层医院与一家三级医疗中心建立了远程医疗联系,一位儿科心脏病专家对新生儿远程超声心动图进行解释,准确地区分需要立即接受治疗的新生儿和不太严重的心脏病患儿,从而为重症患儿提供了及时的诊断和护理^[17]。以上研究均表明了远程超声心动图诊断的准确性,在发展中国家,远程超声能够对医疗系统产生变革性影响。

(3)远程超声在急诊科的应用:急诊科疾病特点是紧急、危重,转运、诊疗均需要尽量减少时间以免延误病情。研究^[17-18]发现,急诊科专家远程指导医务人员进行超声检查,完成检查所需时间低于10 min,诊断准确率为66%~100%,敏感性为82%~98%。对于因创伤而转运的急救患者,在创伤复苏的最初阶段,被称为“创伤的黄金时刻”,扩展的创伤超声重点评估法检查可以为患者的院前评估提供可靠、重要的信息^[19]。早期通过心电监护和实验室指标发现危及患者生命的情况,对于经验不足的临床医师该操作的难度较大,随着便携式超声仪器的出现,越来越多地应用于创伤诊断的各个方面。急诊室中的便携式超声仪已将超声从确认性诊断测试转变为体检的扩展^[20-21]。创伤超声重点评估法也可作为创伤患者在急诊抢救室的首选检查。

(4)远程超声在其他方面的应用:远程超声除了可应用于远程会诊,还可通过远程超声视频教学,在指导基层医师进行超声检查时,培训基层医师如何正确使用超声并进行诊断。在重症监护室通过远程超声实时监测重症患者心功能或血流动力学情况;配备远程超声的医疗车可通过远程会诊实时了解转运或急救患者的情况,提前制定治疗措施,并为抢救提前做好准备。

三、远程超声实现的障碍

目前,发达国家的计算机网络支持远程超声检查,能获得质量较高的诊断画面,也建立了三级远程超声会诊中心。加拿大是率先开展远程超声会诊的发达国家之一,其建设了比较完整的远程超声会诊中心,并与农村地区建立了医疗联系^[22]。而在资源匮乏的发展中国家,存在缺乏培训、设备和设备的维护等问题^[23]。目前,在发展中国家实现远程超声,需解决以下问题:①偏远或农村地区便携式超声尚未普及,这是进行远程超声会

诊的重要基础;②三级医疗会诊中心尚未建立,与基层医院无法实现信息共享和医疗服务对接;③对偏远地区和基层医院的医师进行超声培训的力度不够;④设备不能进行维护;⑤急救车辆中检测仪器与三级医疗远程会诊中心的仪器不能实现对接;⑥电信网络在偏远地区和农村地区尚未普及或网络延时严重,这是远程医疗会诊系统的关键。

四、展望

超声是一种优秀的影像学检查技术,许多发达国家均建立了远程会诊中心和会诊系统,但其临床应用不应局限于发达国家,更应该造福农村人口居多的发展中国家。要实现远程超声在发展中国家的普及,需要加快电信网络的普及建设,加强超声专业人员的培训,使用价格便宜且不影响远程超声运作的设备,减少不必要的经济负担。远程超声是资源贫乏地区和偏远地区患者的理想检查工具,随着 5G 技术和云计算等新技术的出现,网络普及和会诊中心的建设将更加快速,高速的网速和云平台将代替延时的网络和会诊中心,也能降低网络和会诊中心建设的成本,从而降低医疗经济压力,最终使远程超声应用于更多的临床科室,改善偏远和农村地区患者的预后,实现医疗资源共享。在最近新型冠状病毒肺炎疫情期间,需要在与患者隔离的情况下完成超声评估,专家通过远程实时指导住院医师和护理人员进行超声检查,并作出诊断,减少了感染传播的机会。因此,对于患有重大传染病或重症感染患者,远程超声同样值得推广。

综上所述,远程超声在临床医学中的多个领域被证实是可行的,且具有媲美传统超声和 CT 检查的诊断能力。尽管已经描述其在资源匮乏地区的潜在益处,但尚未在实践中证实其益处,实施和普及存在较多的问题,故实施之前需要更加强有力的证据。在资源匮乏地区,考虑到成本问题,未来的研究应当确保远程超声基于 5G 和云计算等新技术来设计研究。

参考文献

- [1] Constantinescu EC, Nicolau C, Săftoiu A. Recent developments in tele-ultrasonography[J]. *Curr Health Sci J*, 2018, 44(2): 101-106.
- [2] Merritt C, Tan SY. Willem Einthoven (1860-1927): father of electrocardiography[J]. *Sing Med J*, 2012, 53(1): 17-18.
- [3] Britton N, Miller MA, Safadi S, et al. Tele-ultrasound in resource-limited settings: a systematic review[J]. *Front Public Health*, 2019, 4(7): 244.
- [4] 熊欣. 国内外超声远程医疗的现状与展望[J]. *临床超声医学杂志*, 2004, 6(1): 60-61.
- [5] 盛煜, 刘志衡, 单丽雅, 等. 基于 5G 网络技术的移动卒中单元的研究[J]. *电信科学*, 2020, 36(1): 34-40.
- [6] 刘磊. 浅谈云技术在院前急救信息化建设中的应用[J]. *电脑知识与技术*, 2019, 15(29): 229-230.
- [7] Pérez-Manchón D, Caramés-Sánchez C, Pfang B. An asynchronous telemedicine program: three years' experience with African patients treated in Spain[J]. *J Telemed Telecare*, 2016, 23(5): 558-560.
- [8] Sheehan FH, Ricci MA, Murtagh C, et al. Expert visual guidance of ultrasound for telemedicine[J]. *J Telemed Telecare*, 2010, 16(2): 77-82.
- [9] Lee Y, Kim C, Choi HJ, et al. A feasibility study of telementoring for identifying the appendix using smartphone-based teleultrasonography[J]. *J Digit Imaging*, 2017, 30(2): 148-155.
- [10] Kim C, Kang BS, Choi HJ, et al. Clinical application of real-time tele-ultrasonography in diagnosing pediatric acute appendicitis in the ED[J]. *Am J Emerg Med*, 2015, 33(10): 1354-1359.
- [11] Zennaro F, Neri E, Nappi F, et al. Real-time tele-mentored low cost "Point-of-Care US" in the hands of paediatricians in the emergency department: diagnostic accuracy compared to expert radiologists[J]. *PLoS One*, 2016, 11(10): e0164539.
- [11] Pérez-Manchón D, Caramés-Sánchez C, Pfang B. An asynchronous telemedicine program three years experience with african patients treated in Spain[J]. *J Telemed Telecare*, 2017, 23(5): 558-560.
- [12] Macedonia CR, Littlefield RJ, Coleman J, et al. Three-dimensional ultrasonographic telepresence[J]. *J Telemed Telecare*, 1998, 4(4): 224-230.
- [13] Bagayoko CO, Traoré D, Thevoz L, et al. Medical and economic benefits of telehealth in low- and middle-income countries: results of a study in four district hospitals in Mali[J]. *BMC Health Serv Res*, 2014, 14 (Suppl1): 9.
- [14] Bhavnani SP, Sola S, Adams D, et al. A randomized trial of pocket-echocardiography integrated mobile health device assessments in modern structural heart disease clinics[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2018, 11(4): 546-557.
- [15] Nascimento BR, Sable C, Nunes MCP, et al. Comparison between different strategies of rheumatic heart disease echocardiographic screening in Brazil: data from the PROVAR (rheumatic valve disease screening program) study[J]. *J Am Heart Assoc*, 2018, 7(4): e008039.
- [16] Awadallah S, Halawish I, Kutayli F. Tele-echocardiography in neonates: utility and benefits in South Dakota primary care hospitals[J]. *S D Med*, 2006, 59(3): 97-100.
- [17] Marsh-Feiley G, Eadie L, Wilson P. Teleultrasonography in emergency medicine: a systematic review[J]. *PLoS One*, 2018, 13(5): e0194840.
- [18] Brun PM, Bessereau J, Chenaitia H, et al. Stay and play eFAST or scoop and run eFAST? That is the question![J]. *Am J Emerg Med*, 2014, 32(2): 166-170.
- [19] Gillman LM, Kirkpatrick AW. Portable bedside ultrasound: the visual stethoscope of the 21st century[J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2012, 20(9): 18.
- [20] Gillman LM, Ball CG, Panebianco N, et al. Clinician performed resuscitative ultrasonography for the initial evaluation and resuscitation of trauma[J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2009, 17(1): 34.
- [21] Boniface KS, Shokoohi H, Smith ER, et al. Tele-ultrasound and paramedics: real-time remote physician guidance of the focused assessment with sonography for trauma examination[J]. *Am J Emerg Med*, 2011, 29(5): 477-481.
- [22] Shah S, Bellows BA, Adedipe AA, et al. Perceived barriers in the use of ultrasound in developing countries[J]. *Crit Ultrasound J*, 2015, 7(1): 28.
- [23] Micks T, Sue K, Rogers P. Barriers to point-of-care ultrasound use in rural emergency departments[J]. *CJEM*, 2016, 18(6): 475-479.

(收稿日期: 2020-03-18)