

远程康复在脑卒中康复中的应用进展*

王阳秭¹ 李鸿艳^{1,2} 冯 琼¹ 贾书磊¹ 何雪莹¹

在中国,每年有270万新发的脑卒中患者,在各种死亡原因中已上升为第一位^[1-2],且3/4的脑卒中患者遗留有不同程度的功能障碍^[3]。脑卒中残疾患者需要长期的康复和护理,与其他慢性疾病相比,他们通常需要更密集、更持续、更专业的医疗服务。虽然脑卒中医疗成本占我国卫生保健费用比例很大^[4],但现有的康复资源仍无法满足患者的需求。出院脑卒中患者可能面临诸多问题,如照顾者知识匮乏、门诊康复服务有限、患者出门受限、社会支持系统缺乏;康复锻炼不当导致废用、过用或误用综合征等。远程康复可以在一定程度上弥补这些不足,例如,远程康复可以实现康复治疗师与残疾患者的实时互动^[5],提高出院患者康复依从性^[6-7],免去就诊交通耗时^[8],降低医疗费用^[9-10]。远程康复可以提供预防、评估、监测、干预、监督、教育和辅导等服务^[7],保证了连续有效的康复;同时有助于康复专业人员对出院脑卒中患者神经康复机制的深入探索^[11-12]。本文综述了国内外远程康复在脑卒中的应用进展。

1 远程康复的概念

远程康复最早源于远程医疗,在20世纪90年代末首次报道,被定义为借助特定的电信系统提供康复的医疗服务^[13]。Tousignant等^[14]认为远程康复是使用远程通信技术来提供康复服务的远程医疗应用。Levy等^[15]定义远程康复是咨询、预防、诊断和治疗的临床应用,是通过双向交互式通信技术的服务。因此,远程康复是康复医疗专业人员以远程通讯技术为依托,应用康复诊疗技术为在家中、社区或偏远地区患者开展的一种新型康复医疗服务^[13,16]。

2 远程康复实现的技术

2.1 信息通讯技术

2.1.1 电话:电话技术是最早应用于远程康复中的技术,因其成本低、易用性和通用性,目前仍被广泛使用。大多数远程医疗研究团队与残疾人及其家属之间会通过电话进行沟通。Chumbler等^[17]将52例退休军人平均分为干预组和常规

组,干预组在常规组医疗服务的基础上增加3次家访,5次电话干预,治疗师通过电话指导患者进行功能锻炼。家访每隔12—16天进行一次,5周内完成;电话干预大约14天一次。经过3—6个月的观察,干预组身体功能比常规组明显改善,残疾程度降低。此外,电话沟通还能改善生存质量和抑郁情况,许多参与者期待每周的电话,这不仅是促进他们康复锻炼的一种方式,也是一种社交渠道^[6]。国内刘小玲等^[18]对出院脑卒中偏瘫患者进行电话随访,发现电话随访对偏瘫患者的肢体运动功能及日常生活活动能力康复均有积极作用。电话还可以为患者提供治疗信息、团体支持、应对疾病技巧等。

2.1.2 互联网:国外最常见的互联网技术媒介有Twitter、Facebook等^[19-20],国内应用最普遍的是腾讯QQ、微信等^[20-21]。近年来,随着智能设备(如智能手机、平板电脑)的发展,视频会议技术使治疗师和出院患者之间的联系成为可能,且已逐渐成为一种较为成熟的远程通讯技术。视频会议技术允许远程传递指令和远程监测患者。远程康复视频通常是基于双向视频会议系统的一种快速网络连接服务,实时为患者和治疗师提供视频直播互动。Koh等^[19]将100例脑卒中患者随机分为干预组和对照组,对照组接受常规康复治疗,干预组进行了为期3个月的视频会议干预,每周训练5天。该设备硬件包括ipad、两个肢体传感器、心率和血压监测装置;软件包括MySQL数据库管理系统,其数据库包含了患者的基本信息和治疗师规定练习的视频。研究者认为该方案与常规治疗相比可以改善脑卒中患者社区康复的表现,包括患者的步态、步行距离、功能状态和平衡能力,还可以改善患者的生存质量,减轻照顾者的负担。赵琳等^[22]将运动想象疗法与远程康复相结合,将52例患者平均分为试验组与对照组,两组均进行常规治疗,试验组在此基础上采用腾讯信使(tencent messenger, TM)对出院患者进行每周3次,每次30min,为期6周的下肢远程运动想象疗法训练。由固定的康复护士“面对面”向患者及其主要照护者进行一对一功能想象训练的远程辅导。研究发现,远程家庭康复有利于下肢

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.10.021

*基金项目:江西省教育厅青年科学基金项目(GJSF14199)

1 南昌大学护理学院,江西省南昌市,330006; 2 通讯作者

作者简介:王阳秭,女,护士; 收稿日期:2017-11-03

运动功能、平衡能力和日常生活能力的改善。

2.2 远程康复诊疗技术

2.2.1 虚拟现实康复技术:虚拟现实(virtual reality, VR)康复技术是一种新型的康复技术,是利用计算机硬件和软件创建交互式模拟的方式为用户提供接触类似于真实世界的物体和事件的机会^[23]。当虚拟现实技术通过通讯技术的接口被利用在家庭、社区或者是偏远地区时,可以很好地发挥虚拟现实技术作为远程康复技术的优势。虚拟现实技术包括沉浸式虚拟现实(immersive VR)和非沉浸式虚拟现实(non-immersive VR)。沉浸式虚拟现实的定义为“治疗结合电脑、头戴式显示器、人体运动追踪传感器、专门的接口设备和实时图形,让参与者在计算机模拟的世界中使头部和身体运动以自然的方式变化”;非沉浸式虚拟现实一般指“利用现代计算机和控制台游戏系统以及非游戏研究实验室产生的系统对患者进行康复”,这种方法被描述为基于游戏的康复疗法^[24]。

研究表明,与传统标准康复相比,虚拟现实技术有利于患者上肢功能^[25]、平衡能力^[9,26-27]、步态^[9]、步行速度^[26-27]和流畅性^[26]的恢复。该技术通过提供模拟现实生活活动来鼓励患者进行重复的任务,特别是在现实生活中不安全的活动(如过马路、开车或烹饪),训练任务可以进行等级分化,并提供即时反馈。一项系统评价表明步行康复最常用的是虚拟现实跑步机训练系统,包括一台跑步机、一个投射真实世界录像的大屏幕^[26]。此技术可再现身临其境的虚拟室外环境。Gauthier等^[25]将强制性运动疗法与家庭远程康复视频游戏相结合,主要用于锻炼患者的上肢,患者佩戴智能手表记录每日的运动量。通过游戏(如虚拟划船、用网捕鱼、河中集瓶等)使患者进行高频重复的运动,游戏系统会自动监测患者锻炼情况并存储在基于云的服务器上,方便治疗师随时监测。Lloréns等^[9]对临床组与家庭组进行了为期3个月的观察,研究结果表明两组之间在平衡等干预结果中无显著差异,进一步证实了基于虚拟现实的远程康复干预可以促进患者平衡功能及其他运动功能的恢复。目前国内虚拟现实技术主要是应用于综合医院临床,很少用于家庭和社区的康复,将虚拟现实技术与远程通信技术结合起来,加强治疗师与患者的互动,是康复从综合医院走向家庭和社区的途径之一。

2.2.2 机器人辅助康复技术:机器人辅助康复技术已在研制与尝试中,已经证实机器人康复治疗的有效性在于提供重复的治疗,而且不需要实时的人为监督^[28]。机器人装置的另一个好处是重复的活动可以在不允许代偿运动的情况下进行,这与传统康复的目标是一致的,其目的是在减少代偿的同时恢复运动功能^[6]。结合远程通讯技术的康复机器人辅助治疗是远程康复的一种新方法,将远程康复机器人技术运用到家庭或偏远地区的康复治疗中,已经得到国内外研究人员的重视。

Housley等^[28]对20例脑卒中患者使用机器人设备进行了为期3个月的家庭康复训练,治疗师远程监控训练情况,及时反馈,结果表明远程康复机器人辅助设备可以改善患者的上肢功能、步态、抑郁状态,并且可以增加门诊患者的每日访问量,与临床康复相比减少了康复治疗花费。Linder等^[6]将99例发病6个月内的脑卒中患者随机分为两组:家庭锻炼计划组、机器人辅助治疗+家庭锻炼计划组,进行8周的干预,3h/天,5天/周,帮助患者利用家庭辅助机器人打开和关闭冰箱、开关电灯、梳洗和洗浴等日常活动,患者的数据可传送到治疗师的电脑上,供治疗师和患者一同修改设置,结果发现两种干预方式均能有效改善卒中患者的生存质量和抑郁状况。虽然家庭传统康复训练具有很好的灵活性,但远程机器人辅助康复技术具有传统家庭康复没有的优势,如提高患者依从性,客观准确地测量和记录患者的训练情况,提供患者本体感受的反馈情况等。

国内,易荣武等^[29]针对手指受伤或脑卒中患者手指康复的需要,设计了一套基于典型的客户端/服务器(C/S)模式的手指远程康复训练机器人系统,使得医生可以通过音视频远程监控,并根据训练参数做出评估,从而制定出更加科学合理的康复训练计划,有助于对家中或社区医院的患者进行康复训练。

2.2.3 无线可穿戴技术:无线可穿戴设备可用于测量和记录人体的生理信息(心率、血压、血氧、呼吸和体温等)、外部环境(如温度、位置、气体成分和湿度等)和运动信息(体育运动的体能消耗、步态、轨迹以及速度等)等^[30]。该技术能够长时间、连续、动态、无意识地监测且携带方便,占地面积小,使用灵活,主要结合其他远程康复技术进行综合辅助康复。

运动范围评估是康复过程中的一个重要评估项目,现已有研究者开发出一种用于测量ROM的自动无线可穿戴传感器系统,与传统测量工具相比,具有很好的灵敏性与准确性。Lee等^[31]研究了一种基于智能手机的低成本惯性传感器的自动马达评估系统,主要用于评估上肢。该系统能够自动识别评估项目,并计算出各自的关节最大角度。Kumar等^[32]对此进行了完善,主要用于上肢和下肢运动的所有三维空间和角速度的测量,佩戴在患者身上的可穿戴传感器与一台中央服务器(台式机、笔记本电脑、平板电脑或移动智能手机)连接,该传感器具有速度快、效率高、方便易用等优点。电子织物技术(e-textiles)是无线可穿戴技术的一个发展,是将无线可穿戴技术集成到纺织品(如将电子线路嵌入衣服里)中,在人正常的生活和活动下以一种不引人注目的方式进行连续地测量和记录,并刺激肌肉活动。该技术的服装具有材质轻巧柔软、使用方便灵活、可长时间穿戴且可反复洗涤等优点^[33]。研究表明,电子织物技术能够对躯干姿势、上下肢姿势、手姿势、步态等动作进行准确快速的识别^[33]。目前电子

织技术可用性的研究还处于起步阶段,且主要集中于运动感知功能方面,但该技术存在着很大的潜力。

目前国内可穿戴式设备应用较少,廖梦佳等^[34]研究了一种用于脑卒中患者上肢动作康复评估的可穿戴式的基于多传感器融合的自动识别系统,有望在上肢康复评估中发挥良好的应用价值。台湾学者Lin等^[35]对18例慢性脑卒中患者进行上肢康复训练,将其随机分为治疗组和对照组,两组均接受常规康复治疗,治疗组额外接受每日15次、每周至少3次、持续5周的可穿戴设备协同模式康复训练和实时运动监测。研究者主要探索可穿戴设备在神经功能恢复、关节活动度与角度测定的可行性,作者认为可穿戴设备对脑卒中患者的康复具有有效性。

3 远程康复应用的挑战

3.1 执行成本高

一项新的医疗技术实施过程中首先要考虑的一个重要因素是成本,严重残疾者中有相当一部分在经济上处于不利地位,因此可能无法负担计算机设备费用和支付每月网络服务费用。虽然脑卒中患者远程智能监控平台系统已经开发^[36],医务人员可以借助于信息通信技术和无线传感器网络技术,发送和监测患者的生命体征^[5,12],但是远程康复的成本效益仍有争议。此外,我国还没有将远程康复服务纳入医疗报销项目,这可能会导致部分患者不愿意接受这项技术。

3.2 技术要求高

远程康复以康复医疗技术为核心,但离不开远程康复硬件设备及相关软件或技术的开发,如通信、传感器、显示技术和计算机技术,远程站点的连接问题、视频和声音的连通率、不同平台和不同厂商的接口兼容性、防火墙在中心和远程站点的问题,这些都是远程康复实施的技术挑战。特别是在某些地区由于环境和设备的局限性,这些技术未必能得到很好地应用。建立的网络系统能否保护患者隐私也是一个重要的技术挑战,在美国颁布了健康保险流通与责任法案(the Health Insurance Portability and Accountability Act, HIPAA),该法案是为了保护患者的隐私权,规范医疗操作。为了确保网络的安全、不易受到间谍软件攻击,这就需要与信息技术专家密切合作^[37]。而且目前远程康复技术的设计与研究大多数是工程师与生物物理学家领导的,临床医生参与度较低^[33]。

3.3 接受程度低

尽管现有研究已证实了远程康复的有效性,但其可接受的程度受患者本人或照顾者的文化程度、身体状况、经济及生活条件的限制。目前国内外的临床应用并不是很广泛,有许多患者不信任、不愿意接受远程康复的服务,他们认为相比于治疗师面对面的治疗,其康复效果会更差^[19]。对康复治疗

师来说,他们认为不能直观观察患者康复疗效,也增加了工作量。大多数治疗师仍希望亲自完成所有治疗而不是依靠一个促进者(医生、护士、治疗师)在一个遥远的地方完成工作。因此,远程康复还需在管理与技术上进一步探索,以满足患者与治疗师的需求,真正发挥其优势。

3.4 缺乏操作规范或应用指南

目前,远程康复的服务模式主要有四种,即家庭远程康复(home telerehabilitation, HTR)、远程指导的家庭康复(home rehabilitation teleguided, HRTG)、社区远程康复(communitary telerehabilitation, CTR)和远程指导的社区康复(communitary rehabilitation teleguided, CRTG)^[38]。HTR是指患者在家中利用远程设备(计算机、手机)接受专业治疗师“面对面”的指导,与治疗师没有身体上的接触;HRTG是指社区执业人员在患者家中对其进行治疗的同时接受远程专业治疗师的指导;CTR是指患者借用社区诊所或医院的场地与远程康复专业治疗师直接进行交流;CRTG是指远程的专家指导当地的治疗师,再由这些治疗师指导患者进行训练。每一种服务模式均有其优势与不足,目前国内无论哪种模式尚未有标准化的操作规范或临床应用指南,远程康复模式值得进一步优化。

4 小结

脑卒中远程康复在家庭和社区康复中有一定的优势,但同样面临着许多的挑战。虽然目前远程康复的种类有很多,但上述几种是比较新且较常见。国外远程康复已经得到了较好地发展,然而在国内仍处起步阶段。远程康复服务并不能代替医院的康复,如果患者既不方便出行也不能支付高额的医院康复费用,远程康复可以作为一种可接受的替代方法^[1]。因此,远程康复在国内有较大的发展空间,是未来研究的一个关键领域。

参考文献

- [1] 吴亚哲,陈伟伟. 中国脑卒中流行概况[J]. 心脑血管病防治, 2016,16(6): 410—414.
- [2] 李诺,杨静,冯学泉,等. 中国脑卒中死亡风险30年研究概述[J]. 中华行为医学与脑科学杂志,2017,26(8): 765—768.
- [3] Feigin VL, Forouzanfar MH, Krishnamurthi R, et al. Global and regional burden of stroke during 1990-2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010[J]. Lancet, 2014,383(9913): 245—254.
- [4] Liu L, Wang D, Wong KS, et al. Stroke and stroke care in China: huge burden, significant workload, and a national priority[J]. Stroke, 2011,42(12): 3651—3654.
- [5] Koh GC, Yen SC, Tay A, et al. Singapore Tele-technology Aided Rehabilitation in Stroke (STARS) trial: protocol of a randomized clinical trial on tele-rehabilitation for stroke patients[J]. BMC Neurol, 2015,15(1): 161—175.
- [6] Linder SM, Rosenfeldt AB, Bay RC, et al. Improving quality

- of life and depression after stroke through telerehabilitation[J]. *Am J Occup Ther*, 2015, 69(2): 1—10.
- [7] Dodakian L, McKenzie AL, Le V, et al. A home-based telerehabilitation program for patients with stroke[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2017, 31(10—11): 923—933.
- [8] Kairy D, Lehoux P, Vincent C, et al. A systematic review of clinical outcomes, clinical process, healthcare utilization and costs associated with telerehabilitation[J]. *Disabil Rehabil*, 2009, 31(6): 427—447.
- [9] Lloréns R, Noé E, Colomer C, et al. Effectiveness, usability, and cost-benefit of a virtual reality-based telerehabilitation program for balance recovery after stroke: a randomized controlled trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2015, 96(3): 418—425.
- [10] 许彬, 杨阳, 陈卫海, 等. 脑卒中远程康复与传统专业康复效果比较的循证分析[J]. *中国康复医学杂志*, 2017, 32(12): 1394—1398.
- [11] Chen J, Liu M, Sun D, et al. Effectiveness and neural mechanisms of home-based telerehabilitation in patients with stroke based on fMRI and DTI: A study protocol for a randomized controlled trial[J]. *Medicine*, 2018, 97(3): 9605—9610.
- [12] Jin W, Chen J, Shi F, et al. Home-based tele-supervising rehabilitation for brain infarction patients (HTRBIP): study protocol for a randomized controlled trial[J]. *Trials*, 2015, 16(1): 61—68.
- [13] Brennan DM, Mawson S, Brownsell S. Telerehabilitation: enabling the remote delivery of healthcare, rehabilitation, and self management[J]. *Stud Health Technol Inform*, 2009, 145: 231—248.
- [14] Tousignant M, Corriveau H, Kairy D, et al. Tai Chi-based exercise program provided via telerehabilitation compared to home visits in a post-stroke population who have returned home without intensive rehabilitation: study protocol for a randomized, non-inferiority clinical trial[J]. *Trials*, 2014, 15(1): 42—51.
- [15] Levy CE, Silverman E, Jia H, et al. Effects of physical therapy delivery via home video telerehabilitation on functional and health-related quality of life outcomes[J]. *J Rehabil Res Dev*, 2015, 52(3): 361—370.
- [16] 刘聪聪, 祝筠, 陈淑雷, 等. 脑卒中远程康复研究进展[J]. *护理研究*, 2014, 28(4): 385—387.
- [17] Chumbler NR, Quigley P, Li X, et al. Effects of telerehabilitation on physical function and disability for stroke patients: a randomized, controlled trial[J]. *Stroke*, 2012, 43(8): 2168—2174.
- [18] 刘小玲, 袁金艳, 杨建萍. 电话随访护理干预对脑卒中偏瘫患者康复效果的影响[J]. *当代护士(下旬刊)*, 2016(12): 48—49.
- [19] Edgar MC, Monsees S, Rhebergen J, et al. Telerehabilitation in stroke recovery: A survey on access and willingness to use low-cost consumer technologies[J]. *Telemed J E Health*, 2017, 23(5): 421—429.
- [20] 王丹, 钟清玲. 脑瘫患儿家庭远程康复的研究进展[J]. *中华护理杂志*, 2016, 51(12): 1474—1478.
- [21] 张景春, 吴燕. 社交媒体在医疗护理领域中应用的研究进展[J]. *中华护理杂志*, 2016, 51(2): 206—210.
- [22] 赵琳. 运动想象疗法对脑卒中患者下肢远程康复护理的随机对照研究[D]. 山东大学, 2017.
- [23] Weiss PL, Kizony R, Feintuch U, et al. Textbook of Neural Repair and Rehabilitation: Virtual reality in neurorehabilitation[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2006: 182—197.
- [24] Veras M, Kairy D, Rogante M, et al. Scoping review of outcome measures used in telerehabilitation and virtual reality for post-stroke rehabilitation[J]. *J Telemed Telecare*, 2017, 23(6): 567—587.
- [25] Gauthier LV, Kane C, Borstad A, et al. Video Game Rehabilitation for Outpatient Stroke (VIGOROUS): protocol for a multi-center comparative effectiveness trial of in-home gamified constraint-induced movement therapy for rehabilitation of chronic upper extremity hemiparesis[J]. *BMC Neurol*, 2017, 17(1): 109—127.
- [26] Corbetta D, Imeri F, Gatti R. Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review[J]. *Journal of Physiotherapy*, 2015, 61(3): 117—124.
- [27] 康海燕, 许光旭. 虚拟现实技术对脑卒中患者平衡及步行能力康复效果的meta分析[J]. *中国康复医学杂志*, 2016, 31(5): 554—557.
- [28] Housley SN, Garlow AR, Ducote K, et al. Increasing access to cost effective home-based rehabilitation for rural veteran stroke survivors[J]. *Austin J Cerebrovasc Dis Stroke*, 2016, 3(2): 1—11.
- [29] 易荣武, 王爱民. 手指远程康复训练机器人系统设计[J]. *电子测量技术*, 2016, 39(9): 128—132.
- [30] 易红霞. 基于针织柔性传感器可穿戴式无线网络的构建与测试[D]. 东华大学, 2015.
- [31] Lee WW, Yen SC, Tay A, et al. A smartphone-centric system for the range of motion assessment in stroke patients[J]. *IEEE J Biomed Health Inform*, 2014, 18(6): 1839—1847.
- [32] Kumar Y, Yen SC, Tay A, et al. Wireless wearable range-of-motion sensor system for upper and lower extremity joints: a validation study[J]. *Health Technol Lett*, 2015, 2(1): 12—17.
- [33] McLaren R, Joseph F, Baguley C, et al. A review of e-textiles in neurological rehabilitation: How close are we?[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2016, 13(1): 59—62.
- [34] 廖梦佳, 秦亚杰, 汪源源, 等. 基于多传感器融合的用于脑卒中患者的可穿戴式上肢动作识别系统[J]. *中国康复医学杂志*, 2015, 30(5): 443—446.
- [35] Lin LF, Lin YJ, Lin ZH, et al. Feasibility and efficacy of wearable devices for upper limb rehabilitation in patients with chronic stroke: a randomized controlled pilot study[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2017, 10(17): 91—103.
- [36] 陆小锋, 裴栋彬, 贾杰, 等. 脑卒中患者康复治疗远程智能监测平台的设计[J]. *中国康复医学杂志*, 2015, 30(10): 1049—1052.
- [37] Gregory P, Alexander J, Satinsky J. Clinical telerehabilitation: Applications for physiatrists[J]. *PM R*, 2011, 3(7): 647—656.
- [38] 窦祖林. 远程康复及其在香港的发展[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2003, 25(12): 761—762.