

- ease. *J Neurosci Res*, 2010, 88(12): 2669-2681.
- [12] Biju K, Zhou Q, Li G, et al. Macrophage-mediated GDNF delivery protects against dopaminergic neurodegeneration: a therapeutic strategy for Parkinson's disease. *Mol Ther*, 2010, 18(8): 1536-1544.
- [13] 徐胜利, 周明, 陈彪. 神经营养因子基因修饰的神经干细胞在帕金森病大鼠模型中的治疗作用. *中华老年医学杂志*, 2010, 29(1): 58-62.
- [14] Moloney TC, Rooney GE, Barry FP, et al. Potential of rat bone marrow-derived mesenchymal stem cells as vehicles for delivery of neurotrophins to the Parkinsonian rat brain. *Brain Res*, 2010, 4(1359): 33-43.
- [15] 束汉生, 朱成, 王淮, 等. GDNF 诱导分化骨髓基质细胞对 PD 大鼠的治疗作用. *中华神经外科疾病研究杂志*, 2008, 7(5): 415-418.
- [16] Praet J, Reekmans K, Lin D, et al. Cell type-associated differences in migration, survival, and immunogenicity following grafting in CNS tissue. *Cell Transplant*, 2012, 21(9): 1867-1881.
- [17] Hoban DB, Newland B, Moloney TC, et al. The reduction in immunogenicity of neurotrophin overexpressing stem cells after intra-striatal transplantation by encapsulation in an in situ gelling collagen hydrogel. *Biomaterials*, 2013, 34(37): 9420-9429.
- [18] Zhou QH, Boado RJ, Hui EK, et al. Chronic Dosing of Mice with a Transferrin Receptor Monoclonal Antibody-Glia-Derived Neurotrophic Factor Fusion Protein. *Drug Metab Dispos*, 2011, 39(7): 1149-1154.
- [19] Zhou QH, Boado RJ, Lu JZ, et al. Monoclonal Antibody-Glia-Derived Neurotrophic Factor Fusion Protein Penetrates the Blood-Brain Barrier in the Mouse. *Drug Metab Dispos*, 2010, 38(4): 566-572.
- [20] Fu A, Zhou QH, Hui EK, et al. Intravenous treatment of experimental Parkinson's disease in the mouse with an IgG-GDNF fusion protein that penetrates the blood-brain barrier. *Brain Res*, 2010, 1352: 208-213.
- [21] Migliore MM, Ortiz R, Dye S, et al. Neurotrophic and neuroprotective efficacy of intranasal GDNF in a rat model of Parkinson's disease. *Neuroscience*, 2014, 274: 11-23.
- [22] Lang AE, Gill S, Patel NK, et al. Randomized controlled trial of intraputamenal glial cell line-derived neurotrophic factor infusion in Parkinson disease. *Ann Neurol*, 2006, 59(3): 459-466.
- [23] Slevin JT, Gash DM, Smith CD, et al. Unilateral intraputamenal glial cell line-derived neurotrophic factor in patients with Parkinson disease: response to 1 year each of treatment and withdrawal. *Neurosurg Focus*, 2006, 20(5): E1.
- [24] Patel NK, Pavese N, Javed S, et al. Benefits of putamenal GDNF infusion in Parkinson disease are maintained after GDNF cessation. *Neurology*, 2013, 81(13): 1176-1178.

远程神经病学的应用研究

陈静, 金巍, 董文帅 综述 任传成, 顾勇 审校
 复旦大学附属上海市第五人民医院, 上海市 200240

摘要: 近年发展起来的远程神经病学(teleneurology)作为远程医疗的一部分,指医生和患者在空间上,甚至时间上不同步的情况下,完成神经科医疗行为。本综述主要是介绍远程神经病学研究背景、概念、主要应用的方向、技术设备和远程神经病学应用的利弊进行阐述。

关键词: 远程医疗; 远程神经病学; 远程卒中

目前,神经专科医生在国内外均相对缺乏,尤其是在交通不便利的郊区或农村地区,随着人口老

基金项目: 上海市基于物联网技术进行居家远程瘫痪康复的示范应用(2013SJXW152); 上海市家庭监护设备的临床实验和试点应用(12DZ1941103)

收稿日期: 2014-11-06; 修回日期: 2015-01-20

作者简介: 陈静(1990-),女,在读硕士研究生。主要从事脑血管相关性疾病及远程康复在脑卒中后康复应用的研究。

通讯作者: 任传成(1967-),男,博士生导师,主任医师。主要从事脑卒中后脑保护机制相关研究及远程康复在脑卒中后康复应用的研究。E-mail: rcnsf@sina.com。

顾勇(1961-),男,博士生导师,院长、主任医师。主要从事慢性肾功能减退的机制及防治对策及远程医疗在慢性疾病的应用研究。E-mail: yonggu@vip.163。

年化的加剧,神经科相关疾病患病人数的增加、检查手段的多样化及神经科疾病谱的扩大,对这方面的专业需求更为明显,近年来应运而生的远程医疗及远程神经病学能在一定程度上缓解这种需求压力。

1 背景及概念

目前及未来数年内神经科医生供不应求的局面将一直存在^[1],特别是在中国大多数农村地区。Freeman 等^[2] 研究人员提出了可行性解决方案来增加神经专科服务,并提供满足预期增加的神经护理需求等其他方式——远程医疗 (telemedicine)。远

程医疗是指通过计算机技术、通信技术与多媒体技术,同医疗技术相结合,旨在提高诊断医疗水平、降低医疗开支、满足广大人民群众保健需求的一项全新的医疗服务^[3]。远程医疗系统主要由三个部分组成:①医疗服务的提供者;②远地寻求医疗服务的需求方;③联系两者的通信网络和诊疗装置(见图 1)。远程医疗在神经内科中的应用称远程神经病学 (teleneurology),其能够在一定程度上改善偏远地区患者或是行动不便的神经科疾病患者不易就诊于神经专科门诊的局面^[4]。



图 1 远程医疗系统的组成。①医疗服务的提供者:即医疗服务源所在地,一般位于大城市的医疗中心,具有丰富的医学资源和诊疗经验;②远地寻求医疗服务的需求方:可以是当地不具备足够医疗能力或条件的医疗机构,也可以是家庭患者;③联系两者的通信网络和诊疗装置:其中通信网络可以包括普通电话网、无线通信网以及通信卫星网等;医疗装置包括计算机软硬件、诊疗仪器等。

2 主要应用方向

目前远程神经病学最常见应用于急性脑梗死^[5],同时在管理神经系统慢性疾病患者中扮演一定的角色,如癫痫、帕金森病和其他运动障碍、神经科门诊新病人转诊与咨询、社区康复、全球神经病学相关资源的电子咨询等^[6]。

2.1 远程神经病学在卒中的应用

远程神经病学最初在急性脑梗死中应用,这种远程医疗在脑梗死中应用称作远程卒中 (telestroke),临床模型验证了其在脑梗死中紧急治疗的作用。目前,急性脑梗死患者有效治疗仅限于溶栓治疗,而溶栓治疗有严格的时间窗限制,因此大部分急性脑梗死患者得不到有效的治疗。远程卒中提供高质量的神经系统评估和增加了溶栓率^[7-9],因而,远程卒中可在神经学家和中风专家相对缺乏的地区实现^[10-12]。数据表明,在过去 10 年

中,通过远程医疗技术研究脑血管疾病病理变化的研究项目大幅度的增加^[13],说明远程医疗技术对于研究数据的收集、专家的培训、发展预防医学提供有力的工具,尤其在神经相关知识和人才缺乏的地区。远程卒中通常分别通过远程视频、远程影像进行查体和病情评估^[4],这给诊断、评估和治疗提供更高效的资源。Rubin 等^[14] 在研究中证实远程卒中治疗的可行性和可靠性。此外,这项技术为建立一个初级临床中风中心和中风保健网络提供了有效的方法。

2.2 远程神经病学在帕金森病和其他运动障碍的应用

对于 PD 等运动障碍的晚期患者,随着疾病不可逆行的加重,患者对于医院护理及家属照料的依赖性不断增加,不仅给医院及医务人员造成负担、增加了医疗资源投入,也给患者家属带来了精力和

物力上负担,远程神经病学在PD及其他运动障碍疾病方面的应用一定程度上缓解这种局势。Dorsey等^[15]表明对于交通不便的帕金森病及运动障碍病人来说,其对病情的评估和疾病的管理起到非常大的作用。通过远程技术,如远程视频,PD患者可以与神经专科医生进行类似面对面的对话,对于患者病情变化的了解及治疗方法的调整具有重要作用。

一项基于社区的帕金森病患者随机对照试验中,与常规护理对比,患者在接受远程医疗技术治疗后,生活质量和运动性能改善具有显著性差异^[16],尽管这项研究研究对象有限($n=14$),却也说明了远程医疗的可行性,并且在这项研究结束后愿意继续通过远程医疗的随访率高达97%,即14个受试者中有13个患者通过远程医疗系统进行专业护理。

2.3 远程神经病学在癫痫中应用

现代远程医疗技术可能始于Einthoven的1905年通过电话联系的心电图传送^[17]。一个类似的方法疑是通过脑电图来协助解决的,研究表明跨洲际的远程会议对癫痫治疗是可行的^[18],癫痫的监控、脑电图追踪和术中监测(IOM)通常也可由终端网站执行,与传统的面对面的诊疗比较而言,能看到患者癫痫发作的可能性更大。

2.4 远程康复

根据美国神经病协会的定义,“远程康复(telerehabilitation)是神经系统疾病病患个体功能的恢复。这一过程涉及多个学科,旨在减少功能的障碍和残疾,最终提高神经系统疾病病患的生活质量。”神经学相关的远程康复是一门新兴神经学专业^[19],既是从医学角度,也是从社会学角度出发的高端技术的整合,当它在运动功能受限的患者家庭应用时就尤为突出^[20]。远程康复潜在的促使活动受限患者在治疗后期,不需要去医院就能得到临床医生指导的一种经济有效的功能恢复方式^[21]。

2.5 远程神经病学在其他神经科慢性疾病中的应用

多发性硬化(multiple sclerosis, MS)患者可经历能显著影响其日常活动的不同程度的残疾过程。MS患者的需求可以是具有挑战性,而具有创新性的远程医疗的发展可能同时满足病人和医生的需求。在Finkelstein等^[22]的研究中,理疗师通过使用基于网络的由居家自动管理器提供的会话工具给患者制定锻炼计划,患者只需要在家使用计算机就

可以进行交流,结果表明患者对这种远程诊疗方式很满意。应用远程医疗在老年性痴呆等认知功能障碍方面的研究也表明,基于信息网络的支持治疗能够在一定程度上减少患者家庭负担^[23]。其他对于头痛、神经肿瘤学、神经病理学及神经外科学等也存在支持性的研究结果^[4]。

3 主要使用技术设备及远程神经病学网络使用模型

目前,远程医疗技术已经从最初的电视监护、电话远程诊断发展到利用高速网络进行数字、图像、语音的综合传输,并且实现了实时的语音和高清晰图像的交流,为现代医学的应用提供了更广阔的发展空间^[24]。目前,总体来说可以分为两种:一种是同步通讯信息技术,包括电话、可视电话、视频等技术,通过同步通讯信息,医生与医生或是医生与患者之间可以进行及时有效的对话或会话;另外一种异步通讯信息技术,又称为存储转发交换方式,包括邮件、图像储存器等,这种方式主要应用于远程医疗实践中初始信息提供者储存图像或医疗信息,并将它们通过电子邮件等技术转发为评审专家,即使专家不能与患者不能进行面对面的交流,也能保证医疗过程的顺利实施^[4]。远程神经病学网络使用模型,特别是远程卒中领域中,主要包括垂直和水平模型^[25],其中最受推崇的是垂直模型中的“中心辐射”模型,中心代表一个或多个通过各种网络技术与社区医院相连接的医院;其他有“船和滴水的模型”,指应用远程医疗技术对社区医院的病人进行评估,再将资料直接传送到专家所在的医院,如利用远程医疗技术的远端溶栓治疗能在传送至脑血管专病中心后安全的管理和监测^[26]。

4 应用价值

数据显示,美国超过80%的主要神经科科室目前或是计划在数年内采用远程医疗技术^[27],可知远程医疗技术存在很大的应用价值。具体表现在以下四个方面:给患者及家属、医务人员节省交通运行时间^[28],同时减少交通流量大造成的环境污染,Audebert等^[29]研究者通过比较远程医疗组与常规治疗组的交通运输燃料消耗,得出远程医疗在不影响患者疾病诊治的同时,降低交流燃油消耗,从而促进了保护的环境;使居住在偏远地区的患者或是行动受限的患者能获得医疗服务和神经专科医生的医疗指导、确保医疗保健实行和减少经济和社会花费^[28,30];促进临床试验受试者的招募,有利于神经科学事业的发展^[13];可以给医务人员创造

或者增加继续医疗教育的机会^[4]。

5 存在的问题与促进发展方向

国外在远程医疗领域的发展已有 40 多年的历史,而我国只在最近几年才得到重视和发展,远程神经病学的发展史就更短且发展速度慢,其原因主要有以下五个方面的考虑:挑战传统医生-患者面对面进行的医疗行为模式,接受并实行这种模式对一部分患者和医务人员而言需要时间,不少研究表明患者及家属愿意接受远程医疗行为模式,但也存在有患者由于各种原因^[31],如诊疗效果不满意,不能接受的情况;实行远程医疗技术需要高端信息技术水平的支撑,且要求患者或是家属有一定的文化水平和家庭基础设施,远程医疗的发展建立在计算机技术、通讯信息等技术之上,如高流量宽带网络、大容量图像储存器、远程监护仪、远程康复仪及远程诊疗软件等,Larner 研究^[31]发现对于老年人而言,由于对设备的掌握运行能力受限,远程医疗实施起来比较困难;虽然通过远程医疗网络系统,能了解患者病史、基本症状及体征^[32,33],但对于神经系统相关疾病而言,患者查体体征对于患者诊治极其重要,远程神经病学对于患者肌力、肌张力、感觉、反射、眼底检查等神经科重要检查是受限的^[34];神经科辅助诊断技术,如肌电图、脑电图、神经影像及其他先进检查得不到实施,这些检查需要具有一定专业知识的医务人员和专业的检查器械才能完成;远程医疗医务人员的行医执照和处方权问题的统一管理 & 医疗责任归属问题,美国心脏病协会及美国卒中协会对此提出初步的条例^[35,36],更加有效的管理规定有待进一步探索研究。

远程神经病学应用的安全性、可行性、有效性及经济性的提高还得依赖不断发展更新的通讯信息技术;需要神经科专家制定针对远程神经病学实施指南以保证远程医疗行为的有效进行;加强对远程医疗各个环节的相关人员的教育与训练,充分利用远程神经病学给患者及医务人员带来的优越性及减少仪器使用复杂性而排斥远程医疗模式等。

参 考 文 献

- [1] Freeman WD, Barrett KM, Vatz KA, et al. Future neurohospitalist: teleneurohospitalist. *Neurohospitalist*, 2012, 2(4): 132-143.
- [2] Freeman WD, Vatz KA, Griggs RC, et al. The Workforce Task Force report: clinical implications for neurology. *Neurology*, 2013, 81(5): 479-486.
- [3] Newton MJ. The promise of telemedicine. *Surv Ophthalmol*, 2014, 59(5): 559-567.
- [4] Wechsler LR, Tsao JW, Levine SR, et al. Teleneurology applications: Report of the Telemedicine Work Group of the American Academy of Neurology. *Neurology*, 2013, 80(7): 670-676.
- [5] Demaerschalk BM, Kiernan TE, Investigators S. Vascular neurology nurse practitioner provision of telemedicine consultations. *Int J Telemed Appl*, 2010, 2010.
- [6] Patterson V. Telemedicine and the clinical neurosciences. *Ir Med J*, 2008, 101(8): 233-234.
- [7] Zaidi SF, Jumma MA, Urra XN, et al. Telestroke-guided intravenous tissue-type plasminogen activator treatment achieves a similar clinical outcome as thrombolysis at a comprehensive stroke center. *Stroke*, 2011, 42(11): 3291-3293.
- [8] Yaghi S, Rayaz S, Bianchi N, et al. Thrombolysis to stroke mimics in telestroke. *J Telemed Telecare*, 2012.
- [9] Al-Hussain FA. Principles and practice of thrombolysis via telestroke. *Neurosciences (Riyadh)*, 2014, 19(3): 178-182.
- [10] Kazley AS, Wilkerson RC, Jauch E, et al. Access to Expert Stroke Care with Telemedicine: REACH MUSC. *Front Neurol*, 2012, 3: 44.
- [11] Wu TC, Lyster MJ, Albright KC, et al. Impact of Telemedicine on Access to Acute Stroke Care in the State of Texas. *Ann Clin Transl Neurol*, 2014, 1(1): 27-33.
- [12] Cutting S, Connors JJ, Lee VH, et al. Telestroke in an Urban Setting. *Telemed J E Health*, 2014, 20(9): 855-857.
- [13] Muller-Barna P, Hubert GJ, Boy S, et al. TeleStroke Units Serving as a Model of Care in Rural Areas: 10-Year Experience of the TeleMedical Project for Integrative Stroke Care. *Stroke*, 2014, 45(9): 2739-2744.
- [14] Rubin MN, Demaerschalk BM. The use of telemedicine in the management of acute stroke. *Neurosurg Focus*, 2014, 36(1): E4.
- [15] Dorsey ER, Venkataraman V, Grana MJ, et al. Randomized controlled clinical trial of "virtual house calls" for Parkinson disease. *JAMA Neurol*, 2013, 70(5): 565-570.
- [16] Dorsey ER, Deuel LM, Voss TS, et al. Increasing access to specialty care: a pilot, randomized controlled trial of telemedicine for Parkinson's disease. *Mov Disord*, 2010, 25(11): 1652-1659.
- [17] Bashshur RL, Shannon GW, Krupinski EA, et al. National telemedicine initiatives: essential to healthcare reform. *Telemed J E Health*, 2009, 15(6): 600-610.
- [18] Ahmed SN, Mann C, Siddiqui F, et al. Experiences from an international tele-epilepsy collaboration. *Can J Neurol Sci*, 2009, 36(5): 582-586.
- [19] Saverino A, Moriarty A, Rantell K, et al. A qualitative de-

- scription of falls in a neuro-rehabilitation unit: the use of a standardised fall report including the International Classification of Functioning (ICF) to describe activities and environmental factors. *Disabil Rehabil* , 2015 , 37(4) : 355–362.
- [20] Cranen K , Drossaert CH , Brinkman ES , et al. An exploration of chronic pain patients' perceptions of home telerehabilitation services. *Health Expect* , 2012 , 15(4) : 339–350.
- [21] Morales-Vidal S , Ruland S. Telemedicine in stroke care and rehabilitation. *Top Stroke Rehabil* , 2013 , 20(2) : 101–107.
- [22] Finkelstein J , Lapshin O , Castro H , et al. Home-based physical telerehabilitation in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *J Rehabil Res Dev* , 2008 , 45(9) : 1361–1373.
- [23] Lewis ML , Hobday JV , Hepburn KW. Internet-based program for dementia caregivers. *Am J Alzheimers Dis Other Demen* , 2010 , 25(8) : 674–679.
- [24] Rubin MN , Wellik KE , Channer DD , et al. Systematic review of teleneurology: methodology. *Front Neurol* , 2012 , 3 : 156.
- [25] Fanale CV , Demaerschalk BM. Telestroke network business model strategies. *J Stroke Cerebrovasc Dis* , 2012 , 21(7) : 530–534.
- [26] Pervez MA , Silva G , Masrur S , et al. Remote supervision of IV-tPA for acute ischemic stroke by telemedicine or telephone before transfer to a regional stroke center is feasible and safe. *Stroke* , 2010 , 41(1) : e18–e24.
- [27] George BP , Scoglio NJ , Reminick JI , et al. Telemedicine in Leading US Neurology Departments. *Neurohospitalist* , 2012 , 2(4) : 123–128.
- [28] Nelson RE , Saltzman GM , Skalabrin EJ , et al. The cost-effectiveness of telestroke in the treatment of acute ischemic stroke. *Neurology* , 2011 , 77(17) : 1590–1598.
- [29] Audebert HJ , Meyer T , Klostermann F. Potentials of telemedicine for green health care. *Front Neurol* , 2010 , 1 : 10.
- [30] Handschu R , Scibor M , Nuckel M , et al. Teleneurology in stroke management: costs of service in different organizational models. *J Neurol* , 2014 , 261(10) : 2003–2008.
- [31] Larner A. Telemedicine and Older Neurology Outpatients: Use of NHS Direct and of the Internet in the UK. *Can Geriatr J* , 2011 , 14(4) : 104–107.
- [32] Kulcar M , Gilchrist S , George MG. Improving stroke outcomes in rural areas through telestroke programs: an examination of barriers , facilitators , and state policies. *Telemed J E Health* , 2014 , 20(1) : 3–10.
- [33] Goldstein LB. Statewide hospital-based stroke services in North Carolina: changes over 10 years. *Stroke* , 2010 , 41(4) : 778–783.
- [34] Breen GM , Matusitz J. An evolutionary examination of telemedicine: a health and computer-mediated communication perspective. *Soc Work Public Health* , 2010 , 25(1) : 59–71.
- [35] Schwamm LH , Audebert HJ , Amarenco P , et al. Recommendations for the implementation of telemedicine within stroke systems of care: a policy statement from the American Heart Association. *Stroke* , 2009 , 40(7) : 2635–2660.
- [36] Schwamm LH , Holloway RG , Amarenco P , et al. A review of the evidence for the use of telemedicine within stroke systems of care: a scientific statement from the American Heart Association / American Stroke Association. *Stroke* , 2009 , 40(7) : 2616–2634.