

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2018.07.031

View this article at: <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2018.07.031>

重复经颅磁刺激在脑卒中后吞咽障碍治疗中的研究进展

刘茜榕^{1,2} 综述 宋涛² 审校

(1. 南华大学研究生院, 湖南 衡阳 421001; 2. 湖南省人民医院, 湖南师范大学附属第一医院康复科, 长沙 410016)

[摘要] 吞咽障碍是脑卒中后常见的并发症, 是导致卒中后死亡的独立危险因素之一。吞咽功能障碍严重影响患者的营养摄取、疾病康复及生存质量, 增加家庭及社会的负担。重复经颅磁刺激是一种非侵入性治疗手段, 能通过神经重塑促进患者神经功能的恢复, 进而改善患者吞咽功能, 具有无痛、简便快捷、相对安全等优点。

[关键词] 重复经颅磁刺激; 脑卒中; 吞咽障碍

Research progress in repetitive transcranial magnetic stimulation in the treatment of dysphagia after stroke

LIU Qianrong^{1,2}, SONG Tao²

(1. Graduate School, University of South China, Hengyang Hunan 421001; 2. Department of Rehabilitation, Hunan People's Hospital; First Affiliated Hospital of Hunan Normal University, Changsha 410016, China)

Abstract Dysphagia is one of the most common complications after stroke, and it is an independent risk factor of death. Dysphagia seriously affects the nutrition intaking, disease rehabilitation and the quality of life, and increases the burden of family and society. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) is a non-invasive treatment, which can promote the recovery of neurological function and improve swallowing function through neural remodeling and has the advantages of painless, simple and safety.

Keywords repetitive transcranial magnetic stimulation; stroke; dysphagia

脑卒中是我国致死率最高的疾病, 每年新发病患者达250万, 脑卒中的致残率高达80%^[1]。吞咽障碍是脑卒中的常见并发症之一, 近年来发生率达51%~73%^[2]。脑卒中后吞咽障碍是由于吞咽相关肌肉及神经调控协调失衡导致的吞咽功能受损, 致使机体不能正常进食^[3], 进而出现营养不良、电解质紊乱, 甚至发生误吸, 导致吸入性肺炎等并发症, 严重影响患者的疾病康复及生存质

量, 增加护理难度以及家庭和社会的负担, 甚至危及生命。脑卒中后吞咽障碍患者中约1/3患者发生吸入性肺炎^[4], 并与发病30 d内病死率增加密切相关^[5], 是患者死亡的独立危险因素之一^[6]。因此, 如何更有效地改善吞咽障碍、减少并发症风险对于脑卒中患者的康复至关重要。

目前临床上吞咽障碍的治疗方法主要包括: 吞咽器官功能训练(吞咽器官运动训练、口腔感知

收稿日期 (Date of reception): 2018-03-15

通信作者 (Corresponding author): 宋涛, Email: xdjstongtao@163.com

觉训练、咳嗽反射训练等)、摄食直接训练(食物的选择、一口量及进食速度等)、吞咽辅助手法(声门上吞咽法、超声门上吞咽法等)、针灸治疗、神经肌肉电刺激、表面肌电生物反馈治疗、球囊导管扩张术、手术治疗等^[7]。以上方法对于改善吞咽功能的疗效有限,起效较慢,依赖大量人力物力,且由于部分患者意识障碍、认知功能障碍等,不能主动配合,难以进行吞咽器官运动训练、吞咽辅助手法、球囊导管扩张训练等,其效果往往不佳。

重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)是一种非侵入性治疗技术,能直接对脑组织进行无创刺激,具有无痛、操作简便快捷、不良反应小、相对安全等优点,且无需患者主动配合,逐渐引起广大学者尤其是临床性研究学者的关注。此外,神经重塑^[8-9]是神经康复的研究基础及热点,rTMS则是现代医学研究神经重塑的主要手段之一,故可将rTMS逐渐运用于临床并成为一项新型的治疗手段。

1 吞咽功能的中枢机制

吞咽的生理过程复杂,需经脑干吞咽中枢、皮质和皮质下吞咽中枢等多个区域共同协调肌肉收缩完成。其中脑干吞咽中枢系吞咽运动低级反射中枢,主要位于延髓^[5],临床上脑干病变患者的吞咽障碍常表现为呼吸调控差、咽期延长。在对皮质下吞咽中枢的研究^[10-11]中发现内囊损伤与吞咽障碍相关,基底节区损伤会导致肌张力改变,从而影响了自主吞咽动作的协调性。目前,大脑皮质吞咽中枢的具体定位仍不明确,近年来大量学者^[12-15]凭借新近技术手段如脑磁图、fMRI等,发现多个皮质代表区可能与吞咽功能有关,包括初级运动感觉皮质、岛叶、扣带回、前额、颞叶、顶枕区等;其中初级运动感觉皮质区(M1区)在吞咽运动中不仅恒定被激活^[16-19],同时也是最强的运动信号激活区^[20-21]。虽然不同的大脑区域有各自特定的功能,但是各个脑区之间相互联系,共同调节完成吞咽动作,任一区域的损伤都将出现相应的吞咽困难损伤表现。

研究^[22]发现吞咽功能接受双侧大脑皮质活动的共同调节,通过大脑半球间的交互抑制平衡维持正常的吞咽功能。一侧大脑半球损伤后,大脑半球间的交互抑制失衡,致使患侧对健侧输出的抑制作用减弱,而健侧通过胼胝体对患侧大脑半球的抑制作用出现异常增强状态,该失衡状态进而影响到正常的吞咽功能^[23]。故重建两侧大脑半

球间的交互性半球抑制的平衡成为了促进吞咽功能恢复的重要机制。

2 rTMS的作用机制

经颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation, TMS)是由Barker等^[24]创立的利用强电流通过线圈透过颅骨在皮质表面产生变化的磁场产生感应电场,其形成的微弱感应电流到达刺激脑组织(主要为皮质)进行皮层功能定位或治疗,是一种在人类活体上进行的大脑无创刺激技术。rTMS是在TMS基础上发展而来,利用交变磁场产生感应电场激发感应电流,使邻近神经组织激活大脑皮层,改变大脑内的生理过程;在大脑皮层功能区的神经组织产生环形感应电流,通过影响突触间长时程的调节,改变神经元的电生理活动,引起大脑功能的暂时兴奋或抑制^[25];且增加周围神经细胞对葡萄糖的摄取能力,改善病灶部位的局部血流情况,提高脑代谢水平,从而改善神经功能缺损症状^[26]。

研究^[27-28]表明:rTMS刺激参数中,低频(≤ 1 Hz)对于大脑皮层的兴奋产生抑制作用,而高频(> 1 Hz)则是增加大脑皮层的兴奋作用。可能机制是低频刺激通过抑制经胼胝体交互抑制反应,降低健侧大脑皮层的兴奋性从而解除对患侧的抑制作用;高频刺激通过抑制咽肌的皮层代表区中的 γ -氨基丁酸回路,导致长时程的增加和谷氨酸增多^[29],以提高患侧兴奋性。

3 rTMS在吞咽障碍中的应用

目前rTMS多用于治疗认知障碍、帕金森病、精神心理、睡眠障碍等方面,随着对rTMS了解的深入,越来越多的科研人员开始对rTMS在吞咽障碍康复中的作用进行相关的试验研究,并取得了一定的成果。

3.1 低频 rTMS 的临床应用

Verin等^[30]通过低频rTMS(1 Hz,强度120%MT)刺激健侧大脑半球来治疗7例病程 > 6 个月的脑卒中吞咽障碍患者,发现刺激后的患者吞咽障碍量表评分(Dysphagia Handicap Index, DHI)较前降低;吞咽造影下显示吞咽反应时间液体($P=0.0506$)和糊剂减少,且液体误吸评分及固体残留评分降低,提示吞咽的协调性较前提高。该实验表明:予以低频rTMS刺激健侧大脑半球后,吞

咽功能显著好转。由于该实验缺乏对照组, 因此只能说明低频rTMS刺激健侧大脑半球有利于吞咽功能恢复, 而不能证实该治疗方法较常规治疗获益更多。

2011年Kim等^[31]将30例发病3个月内的脑损伤合并吞咽障碍的患者随机分成1 Hz刺激健侧半球组、5 Hz刺激患侧半球组以及假性刺激组, 每日予以rTMS 20 min, 以刺激前后的功能性吞咽困难表(Functional Dysphagia Scale, FDS)和渗透-误吸量(Penetration Aspiration Scale, PAS)评分变化差作为疗效评估, 2周后, 1 Hz, 5 Hz及假性刺激组FDS, PAS差值分别为 10.6 ± 12.0 , 3.0 ± 2.6 ; 4.0 ± 4.3 , 0.6 ± 1.0 ; 4.4 ± 4.9 , 0.7 ± 1.2 。分析结果发现1 Hz组的FDS评分和PAS评分较5 Hz组、假性刺激组降低, 说明低频刺激健侧抑制大脑半球兴奋性能明显改善吞咽功能, 但是该研究病例数少, 且包含2名脑外伤患者, 故需要进一步明确有效性。

在随后的研究中, Lim等^[32]将40例病程<3个月的脑卒中合并吞咽障碍患者随机分成rTMS组、神经肌肉电刺激组及对照组, rTMS组予以常规吞咽治疗联合1 Hz rTMS刺激健侧咽部皮层代表区, 神经肌肉电刺激组予以常规吞咽治疗联合咽部神经肌肉电刺激, 而对照组仅常规治疗, 20 min/d, 分别在第2, 4周通过进食流质和半固体食物予FDS, PAS, 咽部通过时间(pharyngeal transit time, PTT)评分并与基线值进行比较。结果显示: 在第2周即出现1 Hz组进食流质食物的FDS, PAS评分较常规中降低显著($P=0.016$, $P=0.011$), 而进食流质饮食的FDS, PAS评分较基线值好转不明显; 两组进食两种不同性质食物的PPT无差异, 表明rTMS治疗在改善液体进食方面较常规治疗疗效好。

2016年Du等^[33]将40例脑卒中后吞咽障碍患者随机分成对照组(12例)、高频组(15例)、低频组(13例)。高频组患者接受3 Hz rTMS刺激患侧大脑半球。而低频组患者予以1 Hz rTMS刺激健侧大脑半球。疗程为5 d, 分别于治疗前后及治疗结束后1, 2, 3个月记录标准吞咽功能评价量表(Standardized Swallowing Assessment, SSA)、洼田饮水试验评分、吞咽困难程度(degree of dysphagia, DD)、大脑半球皮质的兴奋性、下颌舌骨肌MEP的振幅及潜伏期。结果显示, rTMS治疗后SSA、洼田饮水试验、DD评分均对对照组改善明显, 且该效果至少持续3个月。排除9例(低频组3例、高频组4例、对照组2例)未记录患侧大脑皮层兴奋性患者, rTMS治疗后较对照组下颌舌骨肌MEP振幅升高、潜伏期变短; 监测大脑半球兴奋

性发现, 1 Hz rTMS不仅降低健侧半球皮质兴奋性(潜伏期增加和振幅降低), 而且增加患侧大脑半球皮质的兴奋性, 而3 Hz rTMS仅仅增强了患侧大脑半球的皮质兴奋性(潜伏期减少和振幅增加)。该实验提示rTMS能改善患者脑卒中后吞咽功能障碍, 但未能比较低频组及高频组两者之间的疗效。

3.2 高频 rTMS 的临床应用

Jefferson等^[34]用rTMS(1 Hz、强度为120%MT)刺激23名健康成人咽部肌肉的初级运动区10 min, 造成“虚拟损伤”; 然后用rTMS(5 Hz、强度为90%MT)刺激“虚拟损伤”部位, 并设立对照组予以假性刺激, 发现5 Hz的rTMS刺激对大脑皮层具有兴奋作用, 但尚未能说明具有改善吞咽功能的作用。

2009年Khedr等^[35]研究了26例单侧脑卒中后有吞咽障碍的患者, 予10 min/d的3 Hz rTMS刺激受损侧皮质, 连续治疗5 d后患者吞咽功能障碍和严重程度量表(Dysphagia Outcome and Severity Scale, DOSS)较前改善, 且食管上横纹肌的运动诱发电位(motor evoked potential, MEP)波幅较前增加, 该实验为高频rTMS治疗脑卒中后吞咽障碍的研究奠定了基础。随后Khedr等^[36]对22例脑干梗死患者进行随机对照研究, 分为刺激组和假刺激组。刺激组经rTMS(3 Hz、强度130%MT)刺激双侧大脑半球5 d, 分析数据显示: 该组患者DOSS评分的改善效果比假刺激组更明显。该实验对象均为脑干梗死患者, 予以高频rTMS刺激双侧大脑半球, 推测系因为高频rTMS刺激后有利于提高大脑半球兴奋性而促进吞咽功能的恢复。

2013年Park等^[37]选择18例(病程>1个月)偏瘫脑卒中患者, 随机分为刺激组和假刺激组。刺激组予rTMS(5 Hz, 强度为90%MT)刺激健侧咽部皮质代表区, 10 min/d, 持续治疗2周。在刺激后即刻和刺激2周后分别进行视频透视吞咽(Video Fluoroscopic Swallowing Study, VFSS)检查, 结果显示刺激组视频透视吞咽障碍造影检查量表(Video Fluoroscopic Dysphagia Scale, VDS)和PAS评分分别从 33.6 ± 12.1 , 3.41 ± 2.32 降到 25.3 ± 9.8 , 1.93 ± 1.52 , 特别是误吸和残留从66.7%降到33.3%, 均较刺激前明显改善。该研究表明高频rTMS刺激增加健侧半球皮质的兴奋性, 提高延髓运动神经元投射到咽部的刺激, 进而完整吞咽皮质的重组, 促进吞咽功能的恢复。

目前国内关于采用rTMS治疗脑卒中后吞咽障碍的研究报道较少, 且多是采用rTMS与低频电刺激

或针刺联合干预,从而证实联合干预较常规治疗方法在改善脑卒中后吞咽功能障碍方面更有效^[38-39],并未突出rTMS的治疗效果。其中姚萍等^[39]使用5, 10, 20, 30, 40和50 Hz不同频率自动循环变频结合低频电刺激治疗后洼田饮水试验评分较常规治疗改善效果显著,且疗效有效率高达96.7%,该实验中rTMS的变频参数设计为进一步研究提供了参考方案。另外,郭昆义等^[40]对100例脑卒中后吞咽功能障碍患者进行了两组随机对照研究,实验组在常规治疗及电针治疗的基础上予以rTMS(10 Hz,强度80%MT)刺激,5 d为1个疗程,实验组第2,4个疗程洼田饮水试验及SSA量表评分均较对照组吞咽障碍改善效果明显,其中吞咽改善有效率为96.0%。两组只存在rTMS单因素差异,故能更有效地突显高频rTMS对脑卒中后吞咽障碍的治疗效果。

4 结语

rTMS有利于脑卒中后吞咽障碍的康复。但是由于rTMS在吞咽障碍方面的文献报道很有限,rTMS治疗刺激的频率、强度和部位等指标无统一的参考标准,以及缺乏大量随机对照研究,目前仍有很多疑问,例如:吞咽障碍的恢复是有赖于提高患侧兴奋性还是降低健侧兴奋性;关于rTMS在脑卒中后吞咽障碍中大多数以单侧刺激为主,倘若双侧大脑半球予以不同频率rTMS刺激,是否能将大脑半球交互性抑制平衡的恢复速度加快,使之达到一种新的动态平衡等,这些都有待进一步的实验证明。此外,以往的研究大多集中在rTMS对大脑皮层的刺激,然而,最近有研究者^[41]采用rTMS刺激迷走神经并得到了肯定的结果。所以rTMS对脑卒中后吞咽障碍的治疗需要更广泛的研究,确定最优化的刺激方法,以便更好地为广大吞咽障碍患者提供最优质有效的康复治疗方

参考文献

1. 郭铁成,黄晓琳,尤春景.康复医学临床指南[M].3版.北京:科学出版社,2013:447.
GUO Tiecheng, HUANG Xiaolin, YOU Chunjing. Clinical guideline of rehabilitation medicine[M]. 3rd ed. Beijing: Science Press, 2013: 447.
2. Cola MG, Daniels SK, Corey DM, et al. Relevance of subcortical stroke in dysphagia[J]. Stroke, 2010, 41(3): 482-486.
3. Katzan IL, Cebul RD, Husak SH, et al. The effect of pneumonia on

- mortality among patients hospitalized for acute stroke[J]. Neurology, 2003, 60(4): 620-625.
4. Gallagher R. Swallowing difficulties: a prognostic signpost[J]. Can Fam Physician, 2011, 57(12): 465-467.
5. Finlayson O, Kapral M, Hall R, et al. Risk factors, inpatient care, and outcomes of pneumonia after ischemic stroke[J]. Neurology, 2011, 77(14): 1338-1345.
6. Wang Y, Lim LL, Heller RF, et al. A prediction model of 1-year mortality for acute ischemic stroke patients[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2003, 84(7): 1006-1011.
7. 黄晓琳,燕铁彬,王宁华,等.康复医学[M].北京:人民卫生出版社,2013:133-134.
HUANG Xiaolin, YAN Tiebin, WANG Ninghua, et al. Rehabilitation medicine[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2013: 133-134.
8. Takeuchi N, Izumi S. Maladaptive plasticity for motor recovery after stroke: mechanisms and approaches[J]. Neural Plast, 2012, 2012: 359728.
9. McAllister AK. Dynamic aspects of CNS synapse formation[J]. Annu Rev Neurosci, 2007, 30: 425-450.
10. 张婧,杨雅琴,王春雪,等.脑卒中后病灶部位与吞咽功能的关系[J].中国康复理论与实践,2014,20(10):963-966.
ZHANG Jing, YANG Yaqin, WANG Chunxue, et al. Relationship between lesion sites of stroke and swallowing function[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Theory and Practice, 2014, 20(10): 963-966.
11. Gonzalez-Fernandez M, Kleinman JT, Ky PK, et al. Supratentorial regions of acute ischemia associated with clinically important swallowing disorders: a pilot study[J]. Stroke, 2008, 39(11): 3022-3028.
12. Mihai PG, Otto M, Platz T, et al. Sequential evolution of cortical activity and effective connectivity of swallowing using fMRI[J]. Hum Brain Mapp, 2014, 35(12): 5962-5973.
13. 张婧,张宁,乔慧,等.卒中后吞咽障碍患者脑磁图下吞咽皮质环路预探索研究[J].中国卒中杂志,2014,9(9):751-756.
ZHANG Jing, ZHANG Ning, QIAO Hui, et al. A preliminary magnetoencephalography study of the voluntary swallowing in dysphasia patients after stroke[J]. Chinese Journal of Stroke, 2014, 9(9): 751-756.
14. Li S, Luo C, Yu B, et al. Functional magnetic resonance imaging study on dysphagia after unilateral hemispheric stroke: a preliminary study[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2009, 80(12): 1320-1329.
15. Li S, Zhou M, Yu B, et al. Altered default mode and affective network connectivity in stroke patients with and without dysphagia[J]. J Rehabil Med, 2014, 46(2): 126-131.
16. Suntrup S, Teismann I, Bejer J, et al. Evidence for adaptive cortical changes in swallowing in Parkinson's disease[J]. Brain, 2013, 136(Pt 3): 726-738.
17. Ogura E, Matsuyama M, Goto TK, et al. Brain activation during oral exercises used for dysphagia rehabilitation in healthy human subjects: a functional magnetic resonance imaging study[J]. Dysphagia, 2012,

- 27(3): 353-360.
18. Michou E, Mistry S, Jefferson S, et al. Targeting unlesioned pharyngeal motor cortex improves swallowing in healthy individuals and after dysphagic stroke[J]. *Gastroenterology*, 2012, 142(1): 29-38.
 19. Hamdy S, Aziz Q, Rothwell JC, et al. Sensorimotor modulation of human cortical swallowing pathways[J]. *J Physiol*, 1998, 506(3): 857-866.
 20. Ertekin C. Voluntary versus spontaneous swallowing in man[J]. *Dysphagia*, 2011, 26(2): 183-192.
 21. Sörös P, Inamoto Y, Martin RE. Functional brain imaging of swallowing: an activation likelihood estimation meta-analysis[J]. *Hum Brain Mapp*, 2009, 30(8): 2426-2439.
 22. Hamdy S, Aziz Q, Rothwell JC, et al. The cortical topography of human swallowing musculature in health and disease[J]. *Nat Med*, 1996, 2(11): 1217-1224.
 23. Takeuchi N, Izumi S. Non-invasive brain stimulation for motor recovery after stroke: mechanisms and future views[J]. *Stroke Res Treat*, 2012, 2012: 584727.
 24. Barker AT, Jalinous R, Freeston IL. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex[J]. *Lancet*, 1985, 325(8437): 1106-1107.
 25. Kamura Y, Tsubahara A, Aoyagi Y, et al. Changes in motor evoked potentials in the suprahyoid muscles by repetitive transcranial magnetic stimulation[J]. *Dysphagia*, 2010, 25(4): 275-281.
 26. Li CT, Wang SJ, Hirvonen J, et al. Antidepressant mechanism of add-on repetitive transcranial magnetic stimulation in medication resistant depression using cerebral glucose metabolism[J]. *J Affect Disord*, 2010, 127(1/3): 219-229.
 27. Koch G. Repetitive transcranial magnetic stimulation: a tool for human cerebellar plasticity[J]. *Funct Neurol*, 2010, 25(3): 159-163.
 28. Lefacheur JP. Methods of therapeutic cortical stimulation[J]. *Memory*, 2009, 39(1): 1-14.
 29. 卫小梅, 窦祖林, 兰月, 等. 吞咽障碍干预的中枢神经通路调控机制[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2013, 35(12): 934-937.
WEI Xiaomei, DOU Zulin, LAN Yue, et al. Central nervous pathway regulation mechanism of dysphagia intervention[J]. *Chinese Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2013, 35(12): 934-937.
 30. Verin E, Leroi AM. Poststroke dysphagia rehabilitation by repetitive transcranial magnetic stimulation: a non-controlled pilot study[J]. *Dysphagia*, 2009, 24(2): 204-210.
 31. Kim L, Chun MH, Kim BR, et al. Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation on patients with brain injury and Dysphagia[J]. *Ann Rehabil Med*, 2011, 35(6): 765-771.
 32. Lim KB, Lee HJ, Yoo J, et al. Effect of low-frequency rTMS and NMES on subacute unilateral hemispheric stroke with Dysphagia[J]. *Ann Rehabil Med*, 2014, 38(5): 592-602.
 33. Du J, Yang F, Liu L, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation for rehabilitation of poststroke dysphagia: a randomized, double-blind clinical trial[J]. *Clin Neurophysiol*, 2016, 127(3): 1907-1913.
 34. Jefferson S, Mistry S, Michou E, et al. Reversal of a virtual lesion in human pharyngeal motor cortex by high frequency contralesional brain stimulation[J]. *Gastroenterology*, 2009, 137(3): 841-849.
 35. Khedr EM, Abo-Elfetoh N, Rothwell JC. Treatment of post-stroke dysphagia with repetitive transcranial magnetic stimulation[J]. *Acta Neurol Scand*, 2009, 119(3): 155-161.
 36. Khedr EM, Abo-Elfetoh N. Therapeutic role of rTMS on recovery of dysphagia in patients with lateral medullary syndrome and brainstem infarction[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2010, 81(5): 495-499.
 37. Park JW, Oh JC, Lee JW, et al. The effect of 5Hz high-frequency rTMS over contralesional pharyngeal motor cortex in post-stroke oropharyngeal dysphagia: a randomized controlled study[J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2013, 25(4): 324-e250.
 38. 钮雪康, 杜宇鹏, 庞锦阔, 等. 经颅磁刺激联合针刺治疗脑卒中后吞咽功能障碍患者的临床观察[J]. *中国中医急症*, 2017, 26(6): 1031-1033.
NIU Xuekang, DU Yupeng, PANG Jinkuo, et al. The clinical application of transcranial magnetic stimulation in treating post-stroke dystrophication after cerebral stroke[J]. *Journal of Emergency in Traditional Chinese Medicine*, 2017, 26(6): 1031-1033.
 39. 姚萍, 张玲, 孙静, 等. 综合康复治疗脑卒中后吞咽功能障碍[J]. *中国康复*, 2011, 26(3): 211-212.
YAO Ping, ZHANG Ling, SUN Jing, et al. Comprehensive rehabilitation therapy for dysphagia after stroke[J]. *Chinese Journal of Rehabilitation*, 2011, 26(3): 211-212.
 40. 郭昆义, 黄虎龙, 唐智生, 等. 经颅磁刺激结合电针治疗脑卒中后吞咽功能障碍的疗效分析[J]. *华夏医学*, 2014, 27(2): 11-14.
GUO Kunyi, HUANG Hulong, TANG Zhisheng, et al. Effect analysis of transcranial magnetic stimulation combined with electric acupuncture on post-stroke dysphagia[J]. *Acta Medicinæ Sinica*, 2014, 27(2): 11-14.
 41. Lin WS, Chou CL, Chang MH, et al. Vagus nerve magnetic modulation facilitates dysphagia recovery in patients with stroke involving the brainstem—a proof of concept study[J]. *Brain Stimul*, 2018, 11(2): 264-270.

本文引用: 刘茜榕, 宋涛. 重复经颅磁刺激在脑卒中后吞咽障碍治疗中的研究进展[J]. *临床与病理杂志*, 2018, 38(7): 1552-1556. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2018.07.031

Cite this article as: LIU Qianrong, SONG Tao. Research progress in repetitive transcranial magnetic stimulation in the treatment of dysphagia after stroke[J]. *Journal of Clinical and Pathological Research*, 2018, 38(7): 1552-1556. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2018.07.031