二腹肌电针联合重复经颅磁刺激对脑卒中后吞咽障碍患者的影响

王笑丰，李 永，娄萍萍，赵莹莹，邹飒枫，胡晓乐*

大连理工大学附属中心医院（大连市中心医院），辽宁 大连 116033

* 通信作者：胡晓乐，E-mail：280617642@qq.com

收稿日期：2025-03-20；接受日期：2025-11-04

基金项目：2024年大连市“登峰计划”重点专科院内自主立项项目（2024ZZ062）

DOI：10.3724/SP.J.1329.2026.04003

摘要 **目的** 观察超声定位二腹肌电针联合重复经颅磁刺激（rTMS）对脑卒中后吞咽障碍患者的影响。**方法** 选择2020年10月—2021年12月于大连市中心医院康复科住院治疗的脑卒中后吞咽障碍患者66例，采用随机数字表法分为电针组20例、磁刺激组22例和联合组24例。治疗过程中，磁刺激组2例、联合组4例因不能耐受治疗，磁刺激组另有1例因家庭搬迁退出研究，最终纳入研究59例，其中电针组20例、磁刺激组19例、联合组20例。3组均给予康复训练，在康复训练的基础上，电针组仅给予二腹肌电针治疗；磁刺激组仅给予rTMS治疗；联合组先给予rTMS治疗，治疗结束后45 min内给予二腹肌电针治疗；各组治疗均为1次/d，每周5次，连续4周。采用功能性经口摄食量表（FOIS）对患者经口摄食能力进行评估；采用标准吞咽功能评估（SSA）量表对吞咽功能进行评估；基于吞咽造影检查（VFSS），采用Rosenbek渗透-误吸量表（PAS）对误吸风险进行评估；采用VitalStim® Plus吞咽障碍评估及治疗系统采集患者双侧舌骨上肌群表面肌电信号，分析吞咽时程和最大波幅；采用VFSS结合中国康复研究中心开发的吞咽信号分析系统（SSAS）v2.0，对舌骨运动参数（上抬幅度、前移幅度、上抬速度及前移速度）进行评估；采用运动诱发电位（MEP）波幅评估患侧舌骨上肌群皮质兴奋性及神经传导功能；采用酶联免疫吸附法检测血红蛋白（Hb）、血清前白蛋白（PAB）、血清白蛋白（ALB）及转铁蛋白（TRF）相对表达水平以评估营养状态。**结果** 与治疗前比较，治疗后3组FOIS评分均升高（$P<0.05$），SSA评分和PAS等级均降低（$P<0.05$）；与电针组比较，磁刺激组治疗后PAS等级更低（$P<0.05$），联合组治疗后FOIS评分更高（$P<0.05$），SSA评分和PAS等级更低（$P<0.05$）；与磁刺激组比较，联合组治疗后FOIS评分更高（$P<0.05$），SSA评分和PAS等级更低（$P<0.05$）。与治疗前比较，治疗后3组吞咽时程均缩短（$P<0.05$）、最大波幅均更高（$P<0.05$）；与电针组和磁刺激组比较，联合组治疗后吞咽时程均更短（$P<0.05$），最大波幅均更高（$P<0.05$）。与治疗前比较，治疗后3组上抬幅度、前移幅度均更大（$P<0.05$），上抬速度，前移速度均更快（$P<0.05$）；与电针组和磁刺激组比较，联合组治疗后上抬幅度、前移幅度均更大（$P<0.05$），上抬速度、前移速度均更快（$P<0.05$）。与治疗前比较，治疗后3组患侧MEP波幅均提高（$P<0.05$）；与电针组和磁刺激组比较，联合组治疗后患侧MEP波幅均提高（$P<0.05$）。与治疗前比较，治疗后3组Hb、PAB、ALB、TRF相对表达水平均升高（$P<0.05$）；与电针组和磁刺激组比较，联合组治疗后Hb、PAB、ALB、TRF相对表达水平均更高（$P<0.05$）。**结论** 二腹肌电针联合rTMS可协同提升脑卒中后吞咽障碍患者的吞咽功能、皮层兴奋性及营养状态，疗效优于单一疗法。

关键词 脑卒中；吞咽障碍；二腹肌；电针；重复经颅磁刺激

引用格式：王笑丰，李永，娄萍萍，等. 二腹肌电针联合重复经颅磁刺激对脑卒中后吞咽障碍患者的影响[J]. 康复学报，2026，36(4)：235-244.

WANG X F，LI Y，LOU P P，et al. Effect of digastric muscle electroacupuncture combined with repetitive transcranial magnetic stimulation on patients with post-stroke dysphagia [J]. Rehabil Med，2026，36(4)：235-244.

DOI：10.3724/SP.J.1329.2026.04003

©《康复学报》编辑部，开放获取CC BY-NC-ND 4.0协议 © *Rehabilitation Medicine*，OA under the CC BY-NC-ND 4.0

吞咽障碍是脑卒中后常见的并发症之一，发生率约为42%～80%[1]。脑卒中后吞咽障碍会引起肺部感染、脱水、营养不良等并发症，严重影响患者的康复进程和生活质量[2-3]。吞咽过程是涉及大脑皮层、脑干核团、外周神经和吞咽相关肌群的复杂神经肌肉活动，其核心机制是中枢系统调控与外周肌肉执行，而脑卒中造成中枢神经损伤或外周吞咽相关肌肉失神经支配，可导致吞咽反射异常、肌群协调性下降[4-5]。二腹肌作为舌骨上肌群主要的功能肌肉，能够使舌骨及喉上抬前旋，与吞咽启动密切相关，当其出现功能障碍，将导致吞咽启动不足、喉上抬不充分、食道上括约肌开放受限，进而出现吞咽启动延迟、咽腔残留、误吸等症状。电针是通过针具上的接近人体生物电的微量电流利用针和电这2种刺激相结合以达到防治疾病的一种方法[6]。现代医学认为，中枢神经系统在结构或功能上具有可塑性和重组能力，而电针输出的脉冲电流直接作用于人体经络腧穴，使受损神经功能、反射弧再次重建，达到治疗的目的[7]。重复经颅磁刺激（repetitive transcranial magnetic stimulation，rTMS）是通过时变磁场在颅内产生电流来改变大脑皮质兴奋性的一种无创性治疗技术，能够直接传递皮层刺激并改善皮质神经可塑性，在吞咽障碍领域已经得到广泛应用并展现出积极效果[3]。ZHONG等[8]应用1、5 Hz的rTMS对脑卒中吞咽障碍患者展开治疗，结果提示rTMS能够改善吞咽功能，且5 Hz疗效更佳。李晓云等[9]分别应用1、5、10 Hz的rTMS治疗脑卒中后吞咽障碍的患者，其结果显示患者下颌舌骨肌运动诱发电位潜伏期降低、波幅升高，且10 Hz变化最为显著。近年来基于“中枢-外周-中枢”协同理论的神经调控技术逐渐应用于临床[10]。已有研究表明，针刺联合高频rTMS在脑卒中后其他功能障碍康复中具有一定协同作用[11]。将电针联合rTMS治疗脑卒中后吞咽障碍，通过rTMS促进神经重塑，电针激活外周肌肉，实现中枢驱动与外周反馈的双向调节机制，其应用价值尚欠缺临床及循证医学证据[12]。因此，本研究通过超声下精准定位二腹肌前腹运动点，给予电针治疗，同时联合rTMS治疗脑卒中后吞咽障碍，观察其临床疗效，现报告如下。

1　临床资料

1.1　病例选择标准

1.1.1　纳入标准　① 首次发病，且符合《中国急性缺血性卒中诊治指南2023》[13]中关于急性缺血性脑卒中的相关诊断标准；② 年龄为40～80岁，发病时间在7～30 d；③ 生命体征平稳，意识清楚，无认知功能障碍，能够配合评估和治疗；④ 既往无癫痫、脑外伤、凝血功能障碍、严重心肺疾病及恶性肿瘤病史；⑤ 洼田饮水试验（water swallowing test，WST）3～5级[14]。

1.1.2　排除标准　① 颅内存在金属内植物、安置心脏起搏器、人工耳蜗植入者；② 已行气管切开术者；③ 有癫痫病家族史者；④ 失语或明显精神症状者；⑤ 拒绝签署知情同意书；⑥ 存在严重心、肺、肝、肾等重要器官功能障碍，神经系统症状进展加重者及脑干损伤者。

1.1.3　中止和脱落标准　① 因不能耐受刺激而不愿继续参与试验者；② 因个人原因导致不能继续参与试验者。

1.2　一般资料

使用G*Power 3.1软件进行样本量估算，选择检验类型为单因素方差分析（analysis of variance，ANOVA；fixed effects，omnibus，one-way），设定效应量f=0.35（对应中等效应，$\eta^2\approx0.11$）、检验水准$\alpha=0.05$、检验效能（$1-\beta$）=0.80，计算所得最小样本量为66例。选择2020年10月—2021年12月于大连市中心医院康复科住院治疗的脑卒中后吞咽障碍患者66例，采用随机数字表法分为电针组20例、磁刺激组22例和联合组24例。治疗过程中，磁刺激组2例、联合组4例因不能耐受治疗，磁刺激组另有1例因家庭搬迁退出研究，最终59例纳入研究，其中电针组20例、磁刺激组19例、联合组20例。3组一般资料比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$），具有可比性，见表1。本研究经大连市中心医院伦理委员会批准（审批号：YN2020-027-11）。

2　方　法

2.1　治疗方法

3组均给予康复训练。在康复训练的基础上，电针组仅给予二腹肌电针治疗；磁刺激组仅给予rTMS治疗；联合组先给予rTMS治疗，治疗结束45 min内给予二腹肌电针治疗。上述治疗均为1次/d，每周5次，连续4周。

2.1.1　康复训练　给予3组包括口颜面肌训练、舌肌训练、咽部冰酸刺激、吞咽肌肉相关训练、呼吸训练、空吞咽训练、摄食训练以及门德尔松法手法训练等康复训练。

表1　3组一般资料比较

Table 1　Comparision of general data in three groups

组别	例数	性别		年龄/($\bar{x}\pm s$,岁)	病程/($\bar{x}\pm s$,d)	WST分级			病变类型		病变部位	
		男	女			3级	4级	5级	脑出血	脑梗死	左侧	右侧
电针组	20	11	9	67.28±8.64	16.15±3.78	4	12	4	12	8	10	10
磁刺激组	19	12	7	64.68±9.18	16.49±4.00	4	12	3	9	10	11	8
联合组	20	11	9	67.39±8.22	16.19±3.86	3	12	5	11	9	11	9

2.1.2　电针治疗

2.1.2.1　超声定位二腹肌　舌骨上肌群中二腹肌前腹传感器的位置及相关的肌肉的超声图像,采用彩色多普勒超声诊断仪13 Hz高频声头。找到二腹肌前腹体表投影,深约2～10 mm。体表定位时,先在超声引导下确定二腹肌前腹及舌骨上抬相关部位的位置与深度,并对应体表解剖标志进行标记;为便于后续每次治疗时对二腹肌前腹运动点进行简便定位,以下巴中点与喉结上方两点构成等腰三角形,取两侧边中点作为体表定位参考点。

2.1.2.2　操作方法　患者取坐位或仰卧位,对颏下区及上颈前区拟针刺部位皮肤采用碘伏常规消毒后,选用0.25 mm×25 mm一次性无菌针灸针刺入二腹肌前腹运动点,进针深度约10 mm。随后将低频电刺激仪的两根输出导线分别夹持于两枚针柄,设定刺激频率为0.1～1 Hz,电流强度设定为0.5～2 mA,视患者耐受情况决定,通电后嘱患者闭紧双唇,可见舌骨随输出频率规律性上抬,同时伴有舌骨上肌群收缩。每次治疗20 min,每日1次。

2.1.3　rTMS治疗　使用依瑞德NS1 000型磁场刺激仪,采用8字形线圈,仪器输出磁场强度范围为1.5～6.0 T,输出脉冲频率0～100 Hz,脉冲宽度(350±20) μs。治疗时线圈正对患侧大脑第一躯体运动区与颅骨相切,给予频率5 Hz,刺激强度100%运动阈值(motor threshold,MT),刺激间隔5 s,刺激时间1.5 s,重复次数180次,总刺激2 700次。MT测定:线圈置于患侧初级运动皮层(primary motor cortex,M1)区,以5%最大输出强度递增,连续5次刺激中≥3次诱发对侧手部拇短展肌运动诱发电位(motor evoked potential,MEP)波幅＞50 μV的最小强度,记为静息MT。

2.2　**观察指标**

2.2.1　经口摄食能力评估　根据患者进食情况采用功能性经口摄食量表(Functional Oral Intake Scale,FOIS)对患者经口摄食能力进行评估[15]。FOIS是一个顺序量表,其范围从非经口进食(1～3分)到改良或有限制的经口进食(4～6分),再到无限制经口进食(7分),最高得分为7分。FOIS评分越高,表示患者经口摄食能力越好。

2.2.2　吞咽功能评估　采用标准吞咽功能评估(standardized swallowing assessment,SSA)量表对吞咽功能进行评估。SSA分为3个部分,初步评价(8～23分),饮水测试(5～11分),正常进食测试(5～12分),量表最高分46分,最低分18分,分数越高提示吞咽障碍越严重[16]。

2.2.3　误吸风险评估　基于吞咽造影检查(videofluoroscopic swallowing study,VFSS)流程,采用Rosenbek渗透-误吸量表(Penetration-Aspiration Scale,PAS)对误吸风险进行评估。PAS共分为8级:1级,食团未进入气道;2级,食团进入气道,停留于声带以上,并被排出气道;3级,食团进入气道,停留于声带以上,未被排出气道;4级,食团进入气道,到达声带,并被排出气道;5级,食团进入气道,到达声带,未被排出气道;6级,食团进入气道,越过声带,并被排出至喉内或排出气道;7级,食团进入气道,越过声带,虽有清除动作但未能排出气管;8级,食团进入气道,越过声带,且无清除反应。等级越高,表示气道侵入及误吸风险越高[17-18]。

2.2.4　舌骨上肌群表面肌电评估　采用VitalStim® Plus吞咽障碍评估及治疗系统采集患者双侧舌骨上肌群表面肌电信号。患者取舒适坐位,分别于双侧舌骨上肌群体表放置记录电极,参考电极置于距记录电极约2 cm处。检测时保持头颈部于中立位并避免明显活动,待基线平稳后嘱患者按指令完成空吞咽动作,重复测量5次。采用仪器自带软件进行数据分析,记录5次吞咽时程和最大波幅的平均值。吞咽时程指一次完整吞咽动作的总耗时,是评估吞咽功能效率的重要指标,吞咽时程＞1.5 s提示吞咽

肌群协调性下降或神经传导延迟，＜0.5 s提示可能因代偿性快速吞咽导致误吸风险增加；最大波幅代表肌肉收缩时的最大用力程度，能够反映肌肉力量与激活强度，波幅越高，食团推送力越强。

2.2.5　舌骨运动参数评估　采用VFSS结合中国康复研究中心开发的吞咽信号分析系统（swallowing signals analysis system，SSAS）v2.0，对舌骨运动参数进行评估，包括舌骨上抬幅度、前移幅度、上抬速度及前移速度。测量时，每位受试者进食10 mL 2号稠液体，使用西门子Artis zee DSA设备采集影像，并由同一名评估者完成参数测量。具体方法如下：① 沿第4颈椎前缘作延长线；② 于舌骨最下缘作垂线与第4颈椎前缘延长线相交，取交点；③ 在舌骨最放松时截取图像，垂线记为X1，交点与第4颈椎前下缘点的连线记为Y1；④ 在舌骨上抬至最高点时截取图像，交点与第4颈椎前下缘点的连线记为Y2；⑤ Y2-Y1为舌骨垂直上抬幅度；⑥ 在舌骨前移至最远点时截取图像，于舌骨最下缘与第4颈椎前缘延长线作垂线记为X2；⑦ X2-X1为舌骨前移幅度；⑧ 舌骨上抬幅度除以测量时间为上抬速度；⑨ 舌骨前移幅度除以测量时间为前移速度。上述指标数值越大，提示舌骨运动功能越好。

2.2.6　患侧舌骨上肌群皮质兴奋性及神经传导功能评估　采用单脉冲经颅磁刺激（transcranial magnetic stimulation，TMS）刺激患侧舌骨上肌群皮质代表区，记录相应体表投影区域的肌电反应，并以MEP波幅作为评价指标。刺激强度设为120%静息运动阈值（resting motor threshold，RMT）。选取重复性较好的10条MEP波形，记录其波幅并取平均值进行分析。MEP波幅越高，提示患侧舌骨上肌群皮质兴奋性及神经传导功能恢复越好。

2.2.7　营养状态评估　于治疗前及治疗4周后采集3组晨空腹静脉血4 mL，常规离心分离血清，采用酶联免疫吸附法检测血红蛋白（hemoglobin，Hb）、血清前白蛋白（prealbumin，PAB）、血清白蛋白（albumin，ALB）及转铁蛋白（transferrin，TRF）相对表达水平。

2.3　安全性评价

研究期间对所有纳入患者进行安全性评价，并对不良事件进行持续监测。重点关注新发心脑血管意外、癫痫发作及严重出血性疾病等情况。所有不良事件均由研究人员及时记录，包括发生时间、临床表现及处理措施。若出现严重不良事件，立即终止相关干预并给予相应的临床处理措施。

2.4　统计学方法

采用SPSS 25.0统计软件进行数据分析。计量资料服从正态分布，数据采用（$\bar{x}\pm s$）表示，组内比较采用配对样本t检验，组间比较采用单因素方差分析。计数资料以频数表示，组间比较采用χ^2检验。以P＜0.05为差异有统计学意义。

3　结　果

3.1　3组治疗前后FOIS评分、SSA评分、PAS等级比较

与治疗前比较，治疗后3组FOIS评分均升高（P＜0.05），SSA评分和PAS等级均降低（P＜0.05）；与电针组比较，磁刺激组治疗后PAS等级更低（P＜0.05），联合组治疗后FOIS评分更高（P＜0.05），SSA评分和PAS等级更低（P＜0.05）；与磁刺激组比较，联合组治疗后FOIS评分更高（P＜0.05），SSA评分和PAS等级更低（P＜0.05）。见表2。

表2　3组治疗前后FOIS评分、SSA评分、PAS等级比较（$\bar{x}\pm s$）

Table2　Comparison of FOIS、SSA、PAS scores in three groups before and after treatment（$\bar{x}\pm s$）

组别	例数	FOIS评分/分		SSA评分/分		PAS等级/级	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
电针组	20	2.63±0.72	5.04±1.38[1)]	27.99±6.82	23.47±7.26[1)]	4.66±1.06	2.85±0.64[1)]
磁刺激组	19	2.57±0.70	5.15±1.41[1)]	27.81±7.03	23.28±6.63[1)]	4.59±1.15	2.42±0.59[1)2)]
联合组	20	2.55±0.68	5.99±1.13[1)2)3)]	27.82±8.04	19.13±5.26[1)2)3)]	4.59±1.21	2.03±0.40[1)2)3)]

注：与治疗前比较，1）P＜0.05；与电针组比较，2）P＜0.05；与磁刺激组比较，3）P＜0.05。

Note: compared with that before treatment, 1) P<0.05; compared with the electroacupuncture group, 2) P<0.05; compared with the magnetic stimulation group, 3) P<0.05.

3.2 3组治疗前后吞咽时程和最大波幅比较

与治疗前比较,治疗后3组吞咽时程均缩短($P<0.05$),最大波幅均更高($P<0.05$);与电针组和磁刺激组比较,联合组治疗后吞咽时程均更短($P<0.05$),最大波幅均更高($P<0.05$)。见表3。

表3 3组治疗前后吞咽时程和最大波幅比较($\bar{x}\pm s$)

Table 3 Comparison of swallowing time and maximal amplitude in three groups before and after treatment ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	吞咽时程/s		最大波幅/mV	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
电针组	20	1.33±0.31	0.94±0.21[1)]	57.76±12.18	100.61±23.17[1)]
磁刺激组	19	1.29±0.29	0.83±0.20[1)]	55.94±11.80	104.75±26.14[1)]
联合组	20	1.33±0.30	0.61±0.17[1)2)3)]	56.63±13.04	128.66±17.39[1)2)3)]

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$;与电针组比较,2) $P<0.05$;与磁刺激组比较,3) $P<0.05$。

Note: compared with that before treatment, 1) $P<0.05$; compared with the electroacupuncture group, 2) $P<0.05$; compared with the magnetic stimulation group, 3) $P<0.05$.

3.3 3组治疗前后舌骨上抬和前移的速度、幅度变化对比

与治疗前比较,治疗后3组上抬幅度、前移幅度均更大($P<0.05$),上抬速度、前移速度均更快($P<0.05$);与电针组和磁刺激组比较,联合组治疗后上抬幅度、前移幅度更大($P<0.05$),上抬速度、前移速度更快($P<0.05$)。见表4。

表4 3组治疗前后舌骨运动参数比较($\bar{x}\pm s$)

Table 4 Comparison of hyoid bone movement parameters in the three groups before and after treatment ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	上抬幅度/mm		上抬速度/(mm/s)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
电针组	20	1.10±0.20	1.38±0.34[1)]	11.61±2.17	36.42±8.85[1)]
磁刺激组	19	1.09±0.21	1.40±0.32[1)]	11.55±2.32	36.85±9.21[1)]
联合组	20	1.08±0.22	1.74±0.32[1)2)3)]	11.87±2.29	50.76±12.36[1)2)3)]

组别	例数	前移幅度/mm		前移速度/(mm/s)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
电针组	20	0.89±0.29	1.34±0.33[1)]	4.46±1.03	15.45±4.16[1)]
磁刺激组	19	0.92±0.25	1.25±0.35[1)]	4.63±1.07	16.14±2.98[1)]
联合组	20	0.91±0.24	1.63±0.43[1)2)3)]	4.49±0.99	22.83±3.34[1)2)3)]

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$;与电针组比较,2) $P<0.05$;与磁刺激组比较,3) $P<0.05$。

Note: compared with that before treatment, 1) $P<0.05$; compared with the electroacupuncture group, 2) $P<0.05$; compared with the magnetic stimulation group, 3) $P<0.05$.

3.4 3组治疗前后患侧MEP波幅

与治疗前比较,治疗后3组患侧MEP波幅均提高($P<0.05$);与电针组和磁刺激组比较,联合组治疗后患侧MEP波幅均提高($P<0.05$)。见表5。

表5 3组治疗前后患侧MEP波幅比较($\bar{x}\pm s$) mV

Table 5 Comparison of MEP amplitude on the affected side in the three groups before and after treatment ($\bar{x}\pm s$) mV

组别	例数	治疗前	治疗后
电针组	20	70.61±20.17	81.48±23.62[1)]
磁刺激组	19	72.25±18.14	82.27±25.16[1)]
联合组	20	69.95±21.22	93.67±16.14[1)2)3)]

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$;与电针组比较,2) $P<0.05$;与磁刺激组比较,3) $P<0.05$。

Note: compared with that before treatment, 1) $P<0.05$; compared with the electroacupuncture group, 2) $P<0.05$; compared with the magnetic stimulation group, 3) $P<0.05$.

3.5 3组治疗前后Hb、PAB、ALB和TRF相对表达水平比较

与治疗前比较,治疗后3组Hb、PAB、ALB、TRF相对表达水平均升高($P<0.05$);与电针组和磁刺激组比较,联合组治疗后Hb、PAB、ALB、TRF相对表达水平均更高($P<0.05$)。见表6。

表6 3组治疗前后Hb、PAB、ALB和TRF相对表达水平比较($\bar{x}\pm s$)

Table 6 Comparison of Hb, PAB, ALB and TRF in three groups before and after treatment ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	Hb/(g/L)		PAB/(mg/L)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
电针组	20	101.48±25.14	121.53±26.48[1)]	195.58±33.08	251.49±46.63[1)]
磁刺激组	19	104.22±24.85	125.94±25.57[1)]	198.09±30.07	253.34±44.49[1)]
联合组	20	103.35±26.60	150.09±23.07[1)2)3)]	196.19±32.28	281.45±40.38[1)2)3)]

组别	例数	ALB/(g/L)		TRF/(g/L)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
电针组	20	29.49±8.54	34.11±7.76[1)]	1.96±0.42	2.39±0.60[1)]
磁刺激组	19	30.37±8.06	35.58±10.22[1)]	1.94±0.39	2.40±0.66[1)]
联合组	20	30.08±8.17	42.44±9.15[1)2)3)]	1.94±0.42	2.89±0.43[1)2)3)]

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$;与电针组比较,2) $P<0.05$;与磁刺激组比较,3) $P<0.05$。

Note: compared with that before treatment, 1) $P<0.05$; compared with the electroacupuncture group, 2) $P<0.05$; compared with the magnetic stimulation group, 3) $P<0.05$.

3.6 安全性评价

完成研究的患者在治疗过程中均未出现新发的心脑血管意外、癫痫发作、严重出血性疾病等不良事件。

4 讨 论

吞咽障碍作为脑卒中后出现的主要并发症之一,近年来也成为康复医学重要的研究方向。舌骨运动是吞咽过程的重要组成部分,舌骨的上抬和前移带动喉上抬,从而使上食管括约肌开放,会厌关闭喉口,协助食团进入食管。舌骨和喉上抬起到关闭呼吸道入口的作用,是气道保护机制启动的前提,也是有效吞咽必不可少的生物力学事件,故舌骨上抬幅度下降也被认为是误吸的重要危险因素[19]。舌骨上肌群是舌骨上抬主要肌群,特别是二腹肌前腹、下颌舌骨肌和颏舌骨肌收缩尤为重要[20]。二腹肌作为舌骨上抬的主导肌肉,其功能恢复直接关联喉部保护机制。本研究通过超声定位二腹肌前腹运动点,实现了对吞咽启动核心肌群的精准干预。电针刺激通过双重机制起效:一方面,0.1~1 Hz低频电流直接诱导肌肉节律性收缩,增强肌群力量与协调性;另一方面,传入信号经三叉神经感觉支投射至脑干孤束核,激活吞咽中枢模式发生器。本研究选择二腹肌前腹为靶肌肉,其起自下颌骨二腹肌窝,斜向后下方,以中间腱与后腹相连,中间腱借筋膜形成滑车系于舌骨,呈条索状结构,且易于定位[21]。目前,针对于舌骨上肌群的治疗多以神经肌肉电刺激为主,其电极贴覆盖范围较广,对周围组织结构的刺激是否会干扰正常吞咽功能尚无法确定[22]。针灸治疗是最具代表性的传统医学特色治疗方法,是我国康复治疗独有的手段[23-24]。针灸能够起到活血通络、调和气血的作用,现代医学已经证实,针灸能够扩张血管,加速脑血管侧支循环的建立,刺激神经细胞,有效促进运动神经元的功能的恢复[25-26]。传统针灸治疗的理论基础及治疗原则以穴位治疗为主,现代研究证实电针能够有效改善脑卒中后患者的吞咽功能。本研究所选用电针治疗方法有别于传统穴位针灸,是通过超声引导下精准定位二腹肌运动点位进行针刺的方式,有效减少了电刺激对周围组织结构的影响。研究结果显示,与治疗前比较,电针组治疗后FOIS评分、SSA评分、PAS等级均得到了改善,证实二腹肌电针的治疗方法能够有效改善脑卒中后吞咽障碍患者的吞咽功能,方法安全可行,为电针在康复医学中的多样性应用进行了可行性探索。

M1区支配吞咽相关肌肉的活动,尤其是前外侧运动皮质[27]。半球间抑制(interhemispheric interactions,IHI)是正常存在的神经生理特性,表现为一侧M1区对另一侧M1区的抑制,使两侧大脑半球同源脑区间通过胼胝体互相抑制,处于竞争性抑制平衡状态[28]。选择M1区作为rTMS靶点源于其作为吞咽运动的初级皮质输出中枢的定位。5 Hz高频刺激可产生两重效应:① 易化患侧皮质脊髓束兴奋性,恢复吞咽肌群的神经驱动;②通过调节IHI,减轻健侧半球对患侧的过度抑制,重建双侧平衡。这种中枢调控具有时间延续性,fMRI研究证实rTMS后M1区血流增加可持续45 min以上,为后续外周干预创造了协同窗口[29-30]。吞咽功能受双侧大脑皮

质活动的调控,当脑卒中发生后,患侧对吞咽功能的神经调控受损,且健侧半球向患侧半球IHI加强,都可能成为患者出现功能吞咽功能障碍的原因。rTMS作为一种非侵入性脑刺激技术,目前被广泛应用于脑卒中患者功能障碍的治疗及研究[31-32]。KING和TANG[33]研究发现,rTMS可调节神经兴奋性并诱导神经可塑性。LEFAUCHEUR[34]研究则发现,≤1 Hz低频刺激对神经起到抑制的作用,而>1 Hz高频刺激则起到兴奋的作用。GOPINATH等[35]分别以1、5、10 Hz的80%阈强度对20例健康正常人给予了100次TMS,记录咽肌和鱼际肌MEP用以评估TMS对吞咽运动皮质的影响,结果表明,对于吞咽肌,只有5 Hz的刺激频率才能易化皮质兴奋性且有后续效应,而1 Hz和10 Hz的rTMS均无兴奋效应,其机制尚不明确,可能是因为躯体肌肉的皮质代表区与吞咽肌的运动皮质区在抑制和兴奋效应的相对阈值方面存在差异。故为保证治疗的有效性,本研究采用针对患侧大脑M1区的5 Hz高频rTMS治疗,结果显示,磁刺激组治疗后FOIS评分、SSA评分和PAS分级均较治疗前明显改善,证实rTMS治疗能够有效改善脑卒中后吞咽障碍患者的吞咽功能,也与相关报道的结果一致[36-37]。

随着大量现代康复技术不断涌现,以及患者日益增长的康复预后期望,如何将传统医学与现代康复治疗手段相结合,发挥更大的作用,仍缺乏可靠的循证医学依据。成对关联刺激(paired associative stimulation,PAS)是利用中枢与周围同步刺激,可望最大化兴奋皮质延髓通路,达到康复的目的,这种刺激模式也越来越多地被用于康复治疗中[38-41]。因此,本研究选择将超声引导下二腹肌电针治疗与rTMS治疗相结合。有研究证实,TMS刺激人脑后,脑血流变化有后续效应,即刺激停止后脑血流量变化仍呈现持续性改变[42]。但郑修元等[43]通过对大鼠脑血流量影响的即时观察发现,不同参数rTMS干预后大鼠刺激区域脑皮质局部血流量均增高,而脑血流变化随刺激结束不再变化。故rTMS是否具有后续效应,以及后续效应持续时间均需进一步的研究验证。

本研究中,联合组先进行rTMS治疗,在治疗结束45 min内即开始进行电针治疗,尽可能地在rTMS后续效应持续时间内,达到PAS目的,以期提高治疗效果。2种疗法的契合点在于构建了命令-执行-反馈的闭环通路:rTMS首先提升皮质兴奋性(命令输出);电针在45 min内紧随实施(执行反馈),通过肌肉规律收缩向中枢传递本体感觉信号;反复匹配的中枢指令与外周动作,符合Hebbian学习法则,诱导突触长时程增强,最终实现吞咽神经网络的功能重组。这种基于神经可塑性的协同机制,可能是联合组疗效显著优于单疗法的核心原因。本研究结果显示,联合组治疗后FOIS评分高于其他2组,而SSA评分和PAS分级低于其他2组,说明电针和rTMS联合治疗更好地提高患者摄食能力与吞咽功能、降低误吸风险。联合组治疗后最大波幅,舌骨上抬与前移的速度、幅度,MEP波幅高于其他2组,说明联合治疗改善了舌骨上肌群生物力学功能,修复了吞咽功能的受损神经。联合组治疗后Hb、PAB、ALB、TRF相对表达水平高于其他2组,说明患者经过治疗后机体营养摄取及吸收恢复明显,更有助于后期康复。此外,本研究中电针组与磁刺激组间多数指标差异无统计学意义,提示在本研究样本条件下,两者疗效总体相近。该结果与部分既往研究报道存在一定差异,这可能是由于rTMS刺激参数的设置具有复杂性,频率、强度、脉冲次数、时间等存在交互作用[31]。未来可进一步扩大样本量,观察比较应用电针和rTMS治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效。

除疗效差异外,本研究还对联合干预方案的安全性与可行性进行了分析。研究中涉及的干预手段包括超声定位二腹肌电针、rTMS以及常规康复训练。其中,超声定位能够较准确地确定二腹肌前腹运动点位置,从而尽可能避免针刺损伤局部血管和神经。电针治疗时,低频电刺激输出电流(0.1~1 Hz,0.5~2 mA)依据患者耐受情况进行调节,可最大限度地降低因针刺不当或电流不适引发的不良风险。rTMS治疗参数亦均控制在文献报道的安全范围内,可减少因刺激参数不当导致的不良反应。同时,严格的纳入与排除标准也进一步降低了治疗过程中不良事件发生的可能性。完成研究的患者在治疗过程中均未出现新发的心脑血管意外、癫痫发作、严重出血性疾病等不良事件,表明本研究方案具有较好的安全性和可行性。

综上所述,应用超声定位二腹肌运动点位给予电针联合rTMS的方法,能够有效改善脑卒中后吞咽障碍患者的吞咽功能,一方面丰富了传统针灸治疗的临床应用方式,另一方面与现代医学方法相结合,充分发挥各自的优势,为脑卒中后吞咽障碍的康复治疗提供了新的思路和依据。

参考文献

[1] 中国康复医学会吞咽障碍康复专业委员会. 中国吞咽障碍康复管理指南(2023版)[J]. 中华物理医学与康复杂志,2023,45(12):1057-1072.
Professional Committee for Rehabilitation of Dysphagia of Chinese Rehabilitation Medical Association. Chinese guideline for the rehabilitation management of dysphagia (2023 edition) [J]. Chin J Phys Med Rehabil,2023,45(12):1057-1072.

[2] HELLIWELL K,HUGHES V J,BENNION C M,et al. The use of videofluoroscopy (VFS) and fibreoptic endoscopic evaluation of swallowing (FEES) in the investigation of oropharyngeal dysphagia in stroke patients:a narrative review [J]. Radiography,2023,29(2):284-290.

[3] 董旭,孙洁,李玲. 常规康复训练联合交替rTMS治疗脑卒中后咽期吞咽障碍的疗效[J]. 中国实用神经疾病杂志,2025,28(7):903-907.
DONG X,SUN J,LI L. Efficacy of routine rehabilitation training combined with alternating rTMS for pharyngeal swallowing disorders after stroke [J]. Chin J Pract Nerv Dis,2025,28(7):903-907.

[4] 张燕云,张会,杨展. 基于健康行为改变整合理论间歇口管饲法对吞咽障碍患者吞咽功能及自护能力的影响[J]. 中国实用神经疾病杂志,2025,28(4):497-502.
ZHANG Y Y,ZHANG H,YANG Z. Impact of IOE based on health behavior change integrated theory on swallowing function and self-care ability in patients with swallowing disorders [J]. Chin J Pract Nerv Dis,2025,28(4):497-502.

[5] 李君,樊春晖,乔盼盼,等. 肌电生物反馈强化训练联合口唇操训练对脑卒中后吞咽障碍患者吞咽功能及营养状况的影响[J]. 临床医学工程,2025,32(3):269-273.
LI J,FAN C H,QIAO P P,et al. Impact of electromyographic biofeedback intensive training combined with lip exercise training on swallowing function and nutritional status of patients with post-stroke dysphagia [J]. Clin Med Eng,2025,32(3):269-273.

[6] 於兆颖,罗慧君. 星状神经节阻滞联合内热式电针灸治疗神经根型颈椎病的临床疗效[J]. 岭南急诊医学杂志,2023,28(4):361-363.
YU Z Y,LUO H J. Clinical efficacy of stellate ganglion block combined with intrathermal electroacupuncture in treating cervical radiculopathy [J]. Lingnan J Emerg Med,2023,28(4):361-363.

[7] 吴小芬,卢乐苗,袁方,等. 电针灸神经刺激法治疗女性混合性尿失禁的临床效果及安全性[J]. 名医,2023(13):72-74.
WU X F,LU L M,YUAN F,et al. Clinical efficacy and safety of electroacupuncture neuromodulation for female mixed urinary incontinence [J]. Renowned Dr,2023(13):72-74.

[8] ZHONG L D,WEN X,LIU Z C,et al. Effects of bilateral cerebellar repetitive transcranial magnetic stimulation in poststroke dysphagia:a randomized sham-controlled trial [J]. NeuroRehabilitation,2023,52(2):227-234.

[9] 李晓云,褚静,张军玲,等. 不同频率经颅磁刺激对脑卒中后吞咽障碍患者疗效及脑电图特征分析[J]. 中华老年心脑血管病杂志,2025,27(10):1354-1358.
LI X Y,CHU J,ZHANG J L,et al. Efficacy of transcranial magnetic stimulation with different frequencies for PSD patients and analysis of their EEG characteristics [J]. Chin J Geriatr Heart Brain Vessel Dis,2025,27(10):1354-1358.

[10] 边静,肖涵,赵亚楠,等. 基于中枢-外周-中枢理论的针刺疗法治疗脑卒中后吞咽障碍的疗效[J]. 中国老年学杂志,2025,45(3):607-611.
BIAN J,XIAO H,ZHAO Y N,et al. Therapeutic effect of acupuncture therapy based on central-peripheral-central theory on dysphagia after stroke [J]. Chin J Gerontol,2025,45(3):607-611.

[11] 杨珍娟,蒋金欢. 腕踝针联合高频重复经颅磁刺激治疗卒中后偏瘫肩痛效果观察[J]. 河北中医,2025,47(6):988-991,995.
YANG Z J,JIANG J H. Effect of wrist-ankle acupuncture combined with high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on post-stroke hemiplegic shoulder pain [J]. Hebei J Tradit Chin Med,2025,47(6):988-991,995.

[12] 谢亚青,毛忠南,张晓凌,等. 基于Drp1、Opa1蛋白与线粒体联系探讨针刺二腹肌前腹治疗卒中后吞咽障碍的作用机制[J]. 中医药信息,2022,39(3):85-88.
XIE Y Q,MAO Z N,ZHANG X L,et al. Mechanism exploration of needling anteroventral digastric muscle in treatment of post-stroke dysphagia based on relationship between Drp1,Opa1 proteins and mitochondria [J]. Inf Tradit Chin Med,2022,39(3):85-88.

[13] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性卒中诊治指南2023[J]. 中华神经科杂志,2024,57(6):523-559.
Chinese Society of Neurology,Cerebrovascular Disease Group of Chinese Society of Neurology. Chinese guidelines for diagnosis and treatment of acute ischemic stroke 2023 [J]. Chin J Neurol,2024,57(6):523-559.

[14] 邱春媚,李小兰,冯小京. 基于洼田饮水试验的分级护理对多发性肌炎皮肌炎吞咽功能障碍患者的护理效果[J]. 国际护理学杂志,2020,39(2):345-347.
QIU C M,LI X L,FENG X J. The nursing effect of graded care based on the water swallowing test on patients with swallowing dysfunction due to polymyositis and dermatomyositis [J]. Int J Nurs,2020,39(2):345-347.

[15] MATSUDA Y,KARINO M,KANNO T. Relationship between the functional oral intake scale (FOIS) and the self-efficacy scale among cancer patients:a cross-sectional study [J]. Healthcare,2020,8(3):269.

[16] 赵锦颖,韩宇洲. 标准吞咽功能评估量表联合标准饮食护理在脑血管病吞咽障碍患者中的应用价值[J]. 河北医药,2019,41(13):2066-2069.
ZHAO J Y,HAN Y Z. The application value of SSA combined with standard dietary nursing measures in preventing aspiration of patients with cerebral stroke [J]. Hebei Med J,2019,41(13):2066-2069.

[17] 窦祖林. 吞咽障碍评估与治疗[M]. 2版. 北京:人民卫生出版

社，2017：138.
DOU Z L. Assessment and treatment of dysphagia［M］. 2nd ed. Beijing：People′s Medical Publishing House，2017：138.

［18］ CURTIS J A，BORDERS J C，PERRY S E，et al. Visual analysis of swallowing efficiency and safety（VASES）：a standardized approach to rating pharyngeal residue，penetration，and aspiration during FEES［J］. Dysphagia，2022，37(2)：417-435.

［19］ MCCLAIN W，LUTTRELL J，LAMBERT E. Pediatric dysphagia［J］. Otolaryngol Clin N Am，2024，57(4)：531-540.

［20］ HURTTE E，YOUNG J，GYAWALI C P. Dysphagia［J］. Prim Care Clin Off Pract，2023，50(3)：325-338.

［21］ 高诚敏. 针刺二腹肌联合导管球囊扩张术治疗脑卒中后环咽肌失弛缓型吞咽功能障碍的临床观察[J]. 中国民间疗法，2020，28(21)：38-40.
GAO C M. Clinical observation on acupuncture of digastric muscle combined with catheter balloon dilatation in the treatment of swallowing dysfunction caused by cricopharyngeal achalasia after stroke［J］. Chin′s Naturopathy，2020，28(21)：38-40.

［22］ 彭继海，范小平，任庆宜，等. 二腹肌针刺电刺激联合嗓音训练治疗主动脉弓部手术后吞咽及嗓音障碍的随机对照试验[J]. 中国胸心血管外科临床杂志，2018，25(6)：489-494.
PENG J H，FAN X P，REN Q Y，et al. Effects of digastric muscle low frequency modulated medium frequency electroacupuncture therapy and voice training for dysphagia in patients with aortic arch surgery：a randomized controlled trial［J］. Chin J Clin Thorac Cardiovasc Surg，2018，25(6)：489-494.

［23］ 申法涛，赵彦青，王改凤. 针灸联合舌压抗阻反馈训练治疗脑卒中后吞咽困难临床观察[J]. 实用中医药杂志，2023，39(6)：1205-1207.
SHEN F T，ZHAO Y Q，WANG G F. Clinical observation on acupuncture combined with tongue pressure resistance feedback training in treating dysphagia after stroke［J］. J Pract Tradit Chin Med，2023，39(6)：1205-1207.

［24］ 孟树铭，王荣. 在针灸歌赋指导下治疗甲状舌骨囊肿[J]. 中国民间疗法，2024，32(13)：43-46.
MENG S M，WANG R. Treatment of thyroglossal cyst under the guidance of acupuncture odes［J］. Chin′s Naturopathy，2024，32(13)：43-46.

［25］ 伍祥容，代秋蓉，孙霞. 针灸联合神经肌肉电刺激、导管球囊扩张术对脑卒中后吞咽障碍病人舌骨喉复合体动度、营养状况的影响[J]. 中西医结合心脑血管病杂志，2023，21(1)：157-160.
WU X R，DAI Q R，SUN X. Effects of acupuncture and moxibustion combined with neuromuscular electrical stimulation and catheter balloon dilation on hyoid laryngeal complex activities and nutritional status in patients with dysphagia after stroke［J］. Chin J Integr Med Cardio Cerebrovasc Dis，2023，21(1)：157-160.

［26］ 苑冤. 针灸联合冰刺激及舌肌训练治疗卒中后吞咽功能障碍临床观察[J]. 实用中医药杂志，2022，38(1)：129-130.
YUAN Y. Clinical observation on acupuncture combined with ice stimulation and tongue muscle training for post-stroke dysphagia［J］. J Pract Tradit Chin Med，2022，38(1)：129-130.

［27］ BOLOGNA M，GUERRA A. Further insight into the role of primary motor cortex in bradykinesia pathophysiology［J］. Clin Neurophysiol，2023，155：94-96.

［28］ GAN Z，GANGADHARAN V，LIU S，et al. Layer-specific pain relief pathways originating from primary motor cortex［J］. Science，2022，378(6626)：1336-1343.

［29］ GALLEGO J A，MAKIN T R，MCDOUGLE S D. Going beyond primary motor cortex to improve brain-computer interfaces［J］. Trends Neurosci，2022，45(3)：176-183.

［30］ ZHANG M，EICHHORN S W，ZINGG B，et al. Spatially resolved cell atlas of the mouse primary motor cortex by MERFISH［J］. Nature，2021，598(7879)：137-143.

［31］ WISCHNEWSKI M，EDWARDS L，REVILL K P，et al. Intensity-dependent effects of low-frequency subthreshold rTMS on primary motor cortex excitability and interhemispheric inhibition in elderly participants：a randomized trial［J］. Neurorehabil Neural Repair，2025，39(1)：58-73.

［32］ PARIKH V，MEDLEY A，GOH H T. Effects of rTMS to primary motor cortex and cerebellum on balance control in healthy adults［J］. Eur J Neurosci，2024，60(2)：3984-3994.

［33］ KING E S，TANG A D. Intrinsic plasticity mechanisms of repetitive transcranial magnetic stimulation［J］. Neuroscientist，2024，30(2)：260-274.

［34］ LEFAUCHEUR J P. Methods of therapeutic cortical stimulation［J］. Neurophysiol Clin，2009，39(1)：1-14.

［35］ GOPINATH P M，TWAYANA K S，RAVANAN P，et al. Prospects on the nano-plastic particles internalization and induction of cellular response in human keratinocytes［J］. Part Fibre Toxicol，2021，18(1)：35.

［36］ XU M P，CHENG G ，MEI X X，et al. Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation with different stimulation parameters on post-stroke dysphagia：a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials［J］. Front neurol，2025，22(16)：1586734.

［37］ WEN X，LIU Z C，ZHONG L D，et al. The effectiveness of repetitive transcranial magnetic stimulation for post-stroke dysphagia：a systematic review and meta-analysis［J］. Front Hum Neurosci，2022，16：841781.

［38］ DOMIZIANA F，CHARLOTTE S，ALEJANDRA S. Promoting motor recovery after stroke using cortico-cortical paired associative stimulation［J］. EClinicalMedicine，2025，17(88)：103473.

［39］ CHENG I，SCARLETT H，ZHANG M Q，et al. Preconditioning human pharyngeal motor cortex enhances directional metaplasticity induced by repetitive transcranial magnetic stimulation［J］. J Physiol，2020，598(22)：5213-5230.

［40］ TAMPI R R. Paired associative stimulation（PAS）and Alzheimer′s disease（AD）［J］. Int Psychogeriatr，2023，35(3)：123-125.

［41］ CAI Z C，PELLEGRINO G，SPILKIN A，et al. Hemodynamic correlates of fluctuations in neuronal excitability：a simultaneous Paired Associative Stimulation（PAS）and functional near infrared spectroscopy（fNIRS）study［J］. Neuroimage Rep，2022，2(3)：

100099.
[42] KITO S, HASEGAWA T, OKAYASU M, et al. A 6-month follow-up case report of regional cerebral blood flow changes in treatment-resistant depression after successful treatment with bilateral transcranial magnetic stimulation [J]. J ECT, 2011, 27(1): e12-e14.
[43] 郑修元,何晓阔,燕铁斌,等. 经颅磁刺激对正常大鼠脑血流量影响的即时观察[J]. 中国康复医学杂志,2015,30(5):417-421.
ZHENG X Y, HE X K, YAN T B, et al. A realtime observation on cerebral blood flow of normal rats affected by transcranial magnetic stimulation [J]. Chin J Rehabil Med, 2015, 30(5): 417-421.

Effect of Digastric Muscle Electroacupuncture Combined with Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Patients with Post-Stroke Dysphagia

WANG Xiaofeng, LI Yong, LOU Pingping, ZHAO Yingying, ZOU Safeng, HU Xiaole*
Central Hospital of Dalian University of Technology (Dalian Municipal Central Hospital), Dalian, Liaoning 116033, China
*Correspondence: HU Xiaole, E-mail: 280617642@qq.com

ABSTRACT **Objective** To observe the effect of ultrasound-guided digastric muscle electroacupuncture combined with repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) on patients with post-stroke dysphagia. **Methods** A total of 66 patients with post-stroke dysphagia who were hospitalized in the Rehabilitation Department of Dalian Municipal Central Hospital from October 2020 to December 2021 were recruited and randomly divided into three groups: an electroacupuncture group with 20 cases, a magnetic stimulation group with 22 cases, and a combination group with 24 cases. During the treatment process, 2 cases in the magnetic stimulation group and 4 cases in the combination group were unable to tolerate the treatment. Additionally, 1 case in the magnetic stimulation group withdrew from the study due to family relocation. Finally, a total of 59 cases were included in the study, with 20 cases in the electroacupuncture group, 19 cases in the magnetic stimulation group, and 20 cases in the combination group. All three groups underwent rehabilitation training, and in addition, the electroacupuncture group only received electroacupuncture threatment on the digastric muscles; the magnetic stimulation group only received rTMS treatment; the combination group received treatment first, and within 45 minutes after the end of rTMS treatment, received electroacupuncture treatment on the digastric muscles. Each group received treatment once a day, five times a week, for four consecutive weeks.The Functional Oral Intake Scale (FOIS) was used to assess the oral feeding ability of patients; the standardized swallowing assessment (SSA) scale was used to evaluate swallowing function; the Rosenbek Penetration-Aspiration Scale (PAS) was used with the standardized videofluoroscopic swallowing study (VFSS) process to evaluate the aspiration risk; the VitalStim® Plus Swallowing Disorder Assessment and Treatment System was used to collect surface electromyographic signals of the patient's bilateral suprahyoid muscle groups, and analyze the swallowing duration and maximum wave amplitude; the VFSS combined with the Swallowing Signal Analysis System (SSAS) v2.0 developed by the China Rehabilitation Research Center, was used to evaluate the motion parameters of the hyoid bone (upward amplitude, forward amplitude, upward velocity, and forward velocity); the motor evoked potential (MEP) wave amplitude was used to evaluate cortical excitability and nerve conduction function of the suprahyoid muscle group on the affected side; the enzyme-linked immunosorbent assay was used to detect the relative expression levels of hemoglobin (Hb), serum prealbumin (PAB), serum albumin (ALB) and transferrin (TRF) to evaluate nutritional status. **Results** Compared with before treatment, FOIS scores increased in all three groups ($P<0.05$), while SSA scores and PAS grades decreased after treatment ($P<0.05$). Compared with those the electroacupuncture group, the magnetic stimulation group had a lower PAS grade after treatment ($P<0.05$), the combination group had a higher FOIS score ($P<0.05$), as well as lower SSA score and PAS grade ($P<0.05$). Compared with those the magnetic stimulation group, the combination group demonst rated a higher FOIS score ($P<0.05$), and lower SSA score and PAS grade after treatment ($P<0.05$). Compared with before treatment, the swallowing duration was shortened and the maximum wave amplitudes were higher in the three groups ($P<0.05$). Compared with the electroacupuncture group and the magnetic stimulation group, the combination group had a shorter swallowing duration and a higher maximum wave amplitude after treatment ($P<0.05$). Compared with before treatment, the three groups showed greater amplitudes and faster velocities of upward and forward movement ($P<0.05$). Compared with the those electroacupuncture group and the magnetic stimulation group, the combination group had a greater amplitude and a faster speed of upward and forward movement after treatment ($P<0.05$). Compared with those before treatment, the MEP wave amplitudes on the affected side increased in all three groups ($P<0.05$). Compared with the electroacupuncture group and the magnetic stimulation group, the combination group had a higher MEP wave amplitude on the affected side after treatment ($P<0.05$). Compared with before treatment, the relative levels of Hb, PAB, ALB and TRF increased in all three groups ($P<0.05$). Compared with the electroacupuncture group and the magnetic stimulation group, the combination group exhibited higher relative levels of Hb, PAB, ALB and TRF after treatment ($P<0.05$). **Conclusion** The combination of digastric muscle electroacupuncture and rTMS can synergistically enhance swallowing function, cortical excitability, and nutritional status in patients with post-stroke dysphagia, outperforming either monotherapy.

KEY WORDS stroke; dysphagia; digastric muscle; electroacupuncture; repetitive transcranial magnetic stimulation
DOI:10.3724/SP.J.1329.2026.04003