

论 著

基于ReHo分析对球囊扩张术治疗脑干卒中后吞咽障碍患者的rs-fMRI研究*

陈晓锋^{1*} 王清碧¹ 何尉娜¹
 吴世娣¹ 金欣¹ 黄子萍¹
 黄宝胜² 廖洪全¹ 钟利¹
 刘海兰¹ 李思明¹ 秦婷婷¹

1.广西中医药大学附属瑞康医院
 康复医学科
 2.广西中医药大学附属瑞康医院
 医学影像科 (广西 南宁 530001)

【摘要】目的 运用静息态功能核磁共振(resting-state functional magnetic resonance imaging, rs-fMRI)局部一致性(regional homogeneity, ReHo)分析方法,研究球囊扩张术对脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍患者脑区神经功能活动的影响。**方法** 选择2021年1月至2022年7月在我科住院诊断为脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍患者40例,病例随机进入球囊扩张术治疗组与常规治疗组,每组20例,两组治疗时间均为30天,用标准吞咽功能评价量表(standardized swallowing assessment, SSA)和改进式钡剂吞咽障碍量表(modified barium swallow impairment profile, MBSImp)评估两组患者治疗前后的吞咽能力。另外选取健康受试者8例,设为健康对照组。球囊扩张术治疗组和常规治疗组在正式治疗前一天及治疗结束后第一天内进行静息态功能核磁共振(rs-fMRI)检查,健康对照组则进行一次rs-fMRI检查。脑区神经功能活动的素阈值设定为voxel $P < 0.001$, cluster $P < 0.05$ 并经FWE校正,显示有意义脑区的MNI坐标、体素个数及F值或T值。**结果** 球囊扩张术治疗组和常规治疗组治疗前后SSA和MBSImp评分具有显著差异,康复治疗治疗结束后,球囊扩张术治疗组和常规治疗组的治疗效果有显著差异;治疗前球囊扩张术治疗组ReHo值升高的脑区为左额叶下部,ReHo值下降的脑区为右额叶中部眶区、左额叶下部三角区、右侧角回;治疗后球囊扩张术治疗组ReHo值下降的脑区为右额叶中部、左额叶上部。**结论** 球囊扩张术可以显著改善脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍患者的吞咽功能;大脑皮质额叶、颞叶参与吞咽障碍患者神经功能活动的重塑。

【关键词】 吞咽障碍; 球囊扩张术;
 静息态功能核磁共振; ReHo分析

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

【基金项目】 广西自然科学基金项目
 (No.2020GXNSFAA297175);
 广西中医药适宜技术开发与推广项目
 (No.GZSY2025032);
 广西高校中青年教师科研基础能力
 提升项目(No.2025KY0386);
 广西卫健委自筹课题
 (No.Z20211576);
 广西中医药大学自然科学基金项目
 (No.2023MS031)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.12.006

【第一作者】 陈晓锋,男,主任医师,主要研究方向:中西医结合康复治疗。E-mail: xfchen05@163.com

【通讯作者】 陈晓锋

A rs-fMRI Study of Individuals with Dysphagia Following Brainstem Stroke Treated with Balloon Dilatation Using ReHo Analysis*

CHEN Xiao-feng^{1,*}, WANG Qing-bi¹, HE Wei-na¹, WU Shi-chang¹, JIN Xin¹, HUANG Zi-ping¹, HUANG Bao-Sheng², LIAO Hong-quan¹, ZHONG Li¹, LIU Hai-lan¹, LI Si-ming¹, QIN Ting-ting¹.

1.Department of Rehabilitation Medicine, Ruikang Hospital Affiliated to Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530011, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China
 2.Department of Medical Imaging, Ruikang Hospital Affiliated to Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530011, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

ABSTRACT

Objective To investigate the effect of balloon dilatation on neurological activity in brain regions of patients with cricopharyngeal muscle relaxation dysphagia after brainstem stroke using resting-state functional magnetic resonance(rs-fMRI) regional homogeneity(ReHo) analysis. **Methods** Forty patients with cricopharyngeal muscle loss flaccid dysphagia diagnosed as brainstem stroke after hospitalization in our department from January 2021 to July 2022 were selected, and the cases were randomly entered into the balloon dilatation treatment group and the conventional treatment group, with 20 cases in each group, and the treatment time of both groups was 30 days, and both groups were assessed by the Standardized Swallowing Assessment(SSA) and Modified Barium Swallow Impairment Profile(MBSImp). Eight healthy cases were selected and set as a healthy control group. The balloon dilatation treatment group and the conventional treatment group underwent resting-state functional magnetic resonance imaging (rs-fMRI) one day before the official treatment and within the first day after the end of the treatment. In contrast, the healthy control group underwent a one-time rs-fMRI examination. The thresholds of the vegetative body for the neurological functional activities in brain regions were set as voxel $P < 0.001$, cluster $P < 0.05$ and corrected by FWE, the MNI coordinates, number of voxels and F or T values of meaningful brain regions were displayed. **Results** There was a significant difference in SSA and MBSImp scores between the before and after treatment at balloon dilatation treatment group and the conventional treatment group, and there was a significant difference between the balloon dilatation treatment group and the conventional treatment group at the end of the rehabilitation treatment; the brain areas with increased ReHo values in the balloon dilatation treatment group before treatment were the left superior temporal gyrus, and those with decreased ReHo values were the Right middle frontal gyrus, left inferior frontal gyrus, and right angular gyrus; the brain regions with decreased ReHo values in the balloon dilatation treatment group after treatment were right middle frontal gyrus and left superior frontal gyrus. **Conclusion** Balloon dilatation significantly improves swallowing function in patients with cricopharyngeal dysphagia after brainstem stroke; the frontal and temporal lobes of the cerebral cortex are involved in the remodelling of neurological activity in patients with dysphagia.

Keywords: Dysphagia; Balloon dilatation; Resting-state MRI; ReHo analysis

流行病学数据显示,脑卒中后吞咽障碍的发生率较高,尤其是在急性脑卒中患者中,吞咽困难的发病率约为53%^[1]。研究表明,80%的脑干卒中后吞咽障碍是由环咽肌失弛缓引起的^[2],环咽肌失弛缓(cricopharyngeal achalasia, CPA)主要表现为食物通过咽部困难,导致吞咽延迟或停滞,这不仅增加误吸风险,还能导致营养不良和心理社会问题^[3],这些数据强调了对脑卒中后吞咽障碍进行有效治疗和管理的的重要性。在治疗脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍方面,球囊扩张术作为一种非侵入性治疗方法,具有疗效显著、操作简单、风险小等优势,在国内外医疗机构得到了广泛的临床应用和科学研究^[4-5],球囊扩张术不仅能够直接扩张狭窄的环咽肌,还能通过强化咽缩肌收缩和吞咽协调作用来提高临床疗效^[6]。鉴于球囊扩张术的显著临床效果,为进一步探明球囊扩张术治疗脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍的神经调控机制,本文运用rs-fMRI-ReHo分析方法研究球囊扩张术对脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍患者的神经功能活动水平进行客观评价。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2021年1月至2022年7月在我院康复医学科就诊的脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍患者40例。

纳入标准: 诊断脑干卒中,参照《中国急性缺血性脑卒中诊治指南》(2018年版)诊断标准;吞咽障碍筛查标准^[7],符合下列表现任意2个及以上:失音、构音障碍、咽反射异常、自主咳嗽异常、饮水后咳嗽、饮水后声音改变;电视荧光吞咽造影检查(video fluoroscopic swallowing study, VFSS)提示环咽肌开放不完全,确诊CPA;神志清楚、生命征平稳、年龄40-70岁、性别不限、病程1-6个月(脑梗死恢复期)。排除标准:其他

原因导致的CPA,如颅脑外伤、脑干肿瘤、食管癌等;昏迷、长期卧床、精神疾病、认知功能障碍患者;不能全程配合治疗和MRI检查者;对造影剂过敏者。患者按就诊秩序随机进入球囊扩张术治疗组和常规治疗组,两组患者基本信息如下(表1),两组一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。另外取健康受试者8例,设为健康对照组,受试者入选标准为:40-70岁健康人群,男女不限,无任何既往病史。本研究经广西中医药大学附属瑞康医院医学伦理委员会批准(批准文号:KY2020-028),患者及家属均签署知情同意书。

表1 治疗组和对照组一般资料比较

组别	性别		年龄(岁)	病程(天)
	男	女		
球囊扩张术治疗组	14	6	56.1±7.80	64.05±32.60
常规治疗组	12	8	54.3±6.37	66.55±36.42
健康对照组	4	4	59.25±6.08	/

注:数据用均数±标准差描述,各组之间差异无统计学意义。

1.2 治疗方法

1.2.1 常规组治疗方法 常规吞咽康复训练每周5天,每天2次,每次30min,主要训练内容包括:①口舌咽肌肉运动训练:通过增加口舌咽的特定活动,防止肌肉萎缩,增加肌力,降低肌张力,重塑吞咽活动;②呼吸控制训练:通过呼吸训练来改善呼吸控制能力,有助于在吞咽过程中保持适当的呼吸节奏;③吞咽动作训练:通过模拟吞咽动作或者实际吞咽不同质地的食物,来提高吞咽的协调性和效率;④感觉刺激训练:利用口腔冰刺激以激活吞咽感受器,重塑感觉与吞咽神经传导通路从而促进吞咽反射;⑤低频脉冲电刺激:增强吞咽相关肌肉的收缩力和耐力。

1.2.2 球囊扩张术组治疗方法 球囊扩张术治疗组在常规吞咽康复训练的基础上,每天加入球囊扩张术训练1次,每周5天。

1.2.3 球囊扩张术操作前准备 1%盐酸丁卡因注射液5mL、0.9%生理盐水50 mL、10mL注射器一支、无菌棉签、一次性使用无菌手套、12或14号乳胶球囊导尿管一根、水杯、记号笔、纸巾等。

1.2.4 球囊扩张术操作步骤 ①用蘸取适量1%盐酸丁卡因注射液的棉签缓慢伸入患者鼻孔以进行局部黏膜麻醉;②按照鼻饲管操作常规将12或14号球囊导尿管经鼻孔插入食道中,确定完全穿过环咽肌后,予原位保持;③用注射器吸取10mL生理盐水向球囊导尿管内注入6-9mL,塞住针栓防止逆流;④将球囊导尿管缓慢向外拉出,当遇到阻塞感时,用记号笔在球囊导尿管鼻孔处作出标记,以作再次扩张治疗时参考点;⑤抽出适量生理盐水,根据环咽肌紧张程度,感觉球囊能拉出但具有一定阻力时为度,此时球囊恰好在环咽肌处,持续保持2分钟或反复轻轻向外提拉及交替放松导尿管;⑥操作者再将球囊导尿管插入食道超过环咽肌处,重复上述操作4-5遍,并根据患者病情恢复情况,球囊注水量逐日增加以实现分级扩张。

1.3 评价指标 采用标准吞咽功能评价量表(standardized swallowing assessment, SSA)和改良式钡剂吞咽障碍量表(modified barium swallow impairment profile, MBSImp)评估两组患者治疗前后的吞咽功能改善情况。SSA量表涵盖了临床检查,包括意识水平、头与躯干控制能力、呼吸模式、唇闭合、软腭运动、喉功能、咽反射及自主咳嗽能力。总分19-48分,分值越高代表患者吞咽功能损伤越严重。MBSImp量表是VFSS下评估吞咽障碍的一种有效的、标准化的半定量测量方法,总共用17项检查内容,其中口腔期为前6项,第7-16项为咽期,第17项为食管期,该量表能够对患者吞咽过程进行整体评估,总分为55分,评分越高表示吞咽障碍程度越严重。

1.4 实验方法 使用Prisma3.0T磁共振成像仪(德国西门子公司)采集rs-fMRI图像,所有数据采集均在本院医学影像科MRI室完成,采集前确认受试者取出义齿,金属配饰、手机、磁性物品等。受试者取仰卧位,西门子专用头套固定头部,海绵填充头部与线圈之间的空隙以防止头动晃动,专用耳塞降噪,要求受

试者在磁共振扫描过程中保持闭眼、放松、均匀呼吸和身体静止。首先进行矢状位3D梯度回波T1加权序列扫描以获得高分辨率解剖像:重复时间2000ms,回波时间2.52ms,间隔900ms,层厚1mm,层数176,视野250×250mm²,矩阵256×256,体素1.0×1.0×1.0mm³,翻转角9°。然后进行静息态BOLD-fMRI扫描,采用梯度回波-平面回波序列(GRE-EPI):重复时间2000ms,回波时间30ms,层厚4mm,间隔0.7mm,层数36,视野240×240mm²,矩阵64×64,体素3.8×3.8×3.0mm³,翻转角90°。球囊扩张术治疗组和常规治疗组在正式治疗前一天及治疗结束后第一天内进行静息态功能核磁共振(rs-fMRI)扫描,健康对照组则进行一次rs-fMRI扫描。

1.5 数据处理 使用dcm2niix软件工具将MRI原始数据功能像和结构像DICOM文件转化成Nifti格式,然后借助matlab+spm12+dpabi软件对rs-fMRI数据进行预处理和统计分析,去除扫描前10个时间点信号以保证数据稳定性。数据预处理包括:时间校正、头动校正、空间标准化、空间平滑、去线性趋势、回归协变量、带通滤波。局部一致性(ReHo)预处理:预处理不做平滑,计算每个体素和其相邻的26个体素共计27个体素的小立方体bold信号的肯德尔和谐系数,得到ReHo值和ReHo图,为使ReHo值易于统计分析,需要对ReHo值进行归一化处理,从每个ReHo值中减去所有ReHo值的平均值,然后除以标准差,使得数据分布更接近正态分布,在归一化处理后,对zReHo进行6mm平滑。

1.6 统计学分析 一般资料和吞咽功能评分数据采用GraphPad Prim 8统计软件处理,计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示。rs-fMRI数据使用SPM12软件进行统计学分析,脑区神经功能活动的素体阈值设定为voxel $P<0.001$, cluster $P<0.05$ 并经FWE校正,显示有意义脑区的峰值MNI坐标、体素个数及F值或T值,如果数据满足正态分布和方差齐性假设,两组间比较采用独立样本t检验,多组间比较采用方差分析, $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 球囊扩张术可以显著改善脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍 采用标准吞咽功能评价量表(SSA)和改良式钡剂吞咽障碍量表(MBSImp)评估两组患者治疗前后的吞咽功能改善情况。经过一个月的吞咽康复训练后,球囊扩张术治疗组和常规治疗组的吞咽功能得到明显改善,治疗前后具有显著差异。同时,治疗后球囊扩张术治疗组和常规治疗组的差异具有统计学意义(图1、图2)。

2.2 额颞叶参与脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍的神经重塑与健康对照组比较,在吞咽康复治疗前,球囊扩张术治疗组ReHo值升高的脑区为左颞叶下部,ReHo值下降的脑区为右额叶中部眶区、左额叶下部三角区、右侧角回(表2、图3、图4)。

表2 球囊扩张术治疗组和健康对照组治疗前ReHo值差异脑区

脑区	峰值MNI坐标			T值	团块大小
	X	Y	Z		
左颞叶下部	-45	-12	-36	8.3002	10
右额叶中部眶区	24	63	-9	-11.2115	11
左额叶下部三角区	-48	33	18	-9.5655	10
右侧角回	45	-48	27	-7.7209	17

注:T值>0代表实验组>对照组,T值<0代表实验组<对照组。

与健康对照组比较,在吞咽康复治疗结束后,球囊扩张术治疗组ReHo值下降的脑区为右额叶中部、左额叶上部(表3、图5、图6)。

表3 球囊扩张术治疗组和健康对照组治疗后ReHo值差异脑区

脑区	峰值MNI坐标			T值	团块大小
	X	Y	Z		
右额叶中部	30	33	27	-11.6233	12
左额叶上部	-27	57	30	-8.022	11

注:T值>0代表实验组>对照组,T值<0代表实验组<对照组。

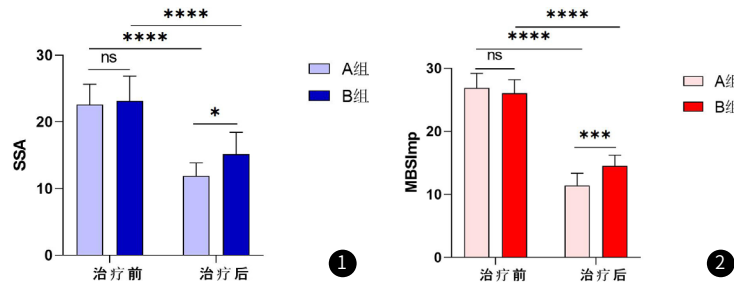


图1 球囊扩张术治疗组(A组)和常规治疗组(B组)SSA量表比较(* $P < 0.05$, **** $P < 0.0001$)
 图2 球囊扩张术治疗组(A组)和常规治疗组(B组)MBSImp量表比较(** $P < 0.001$, **** $P < 0.0001$)

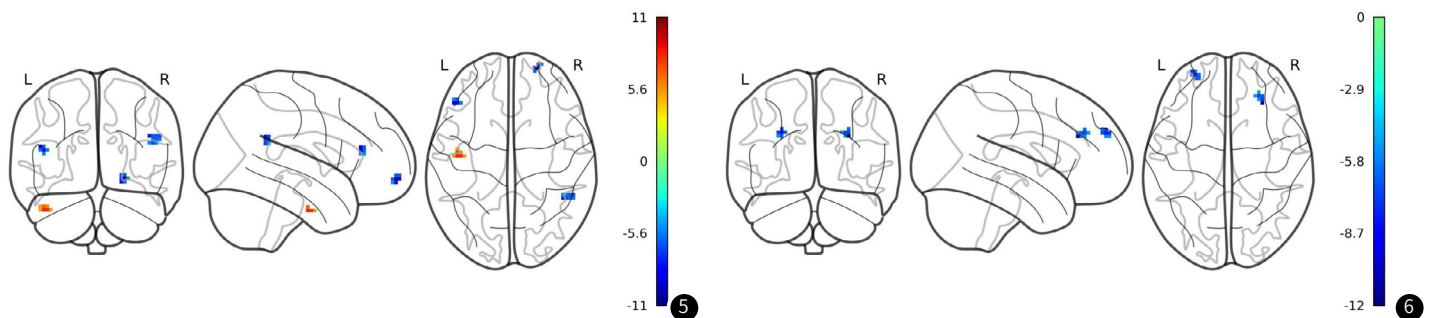
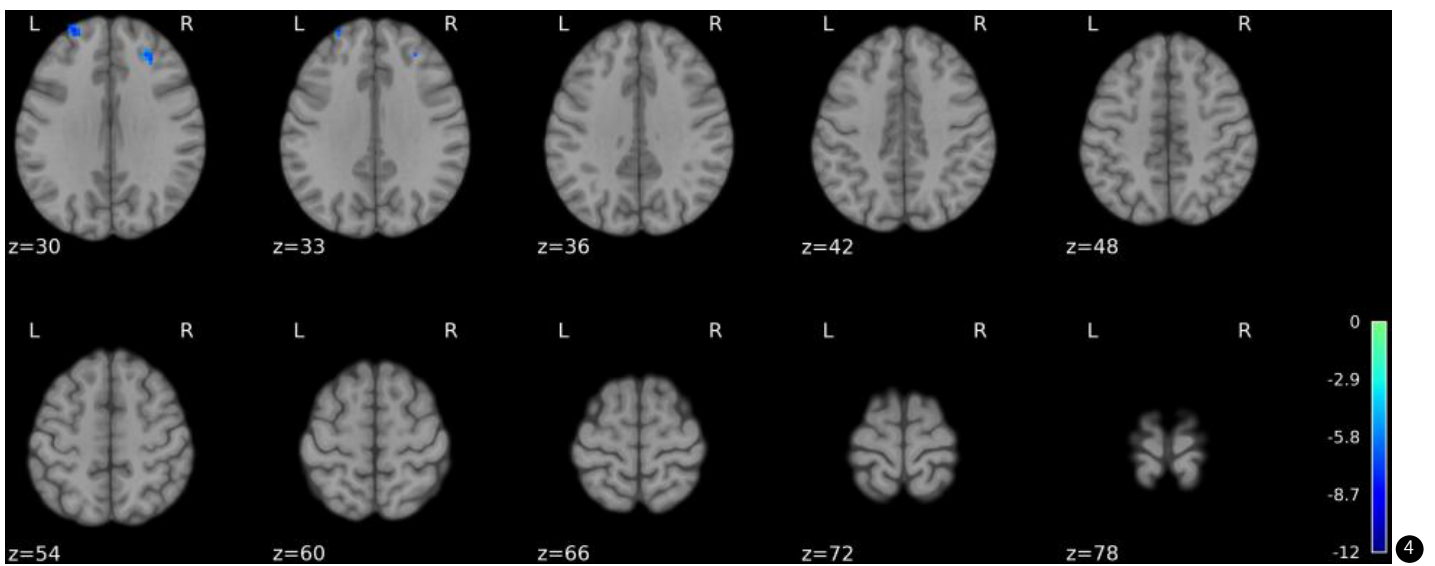
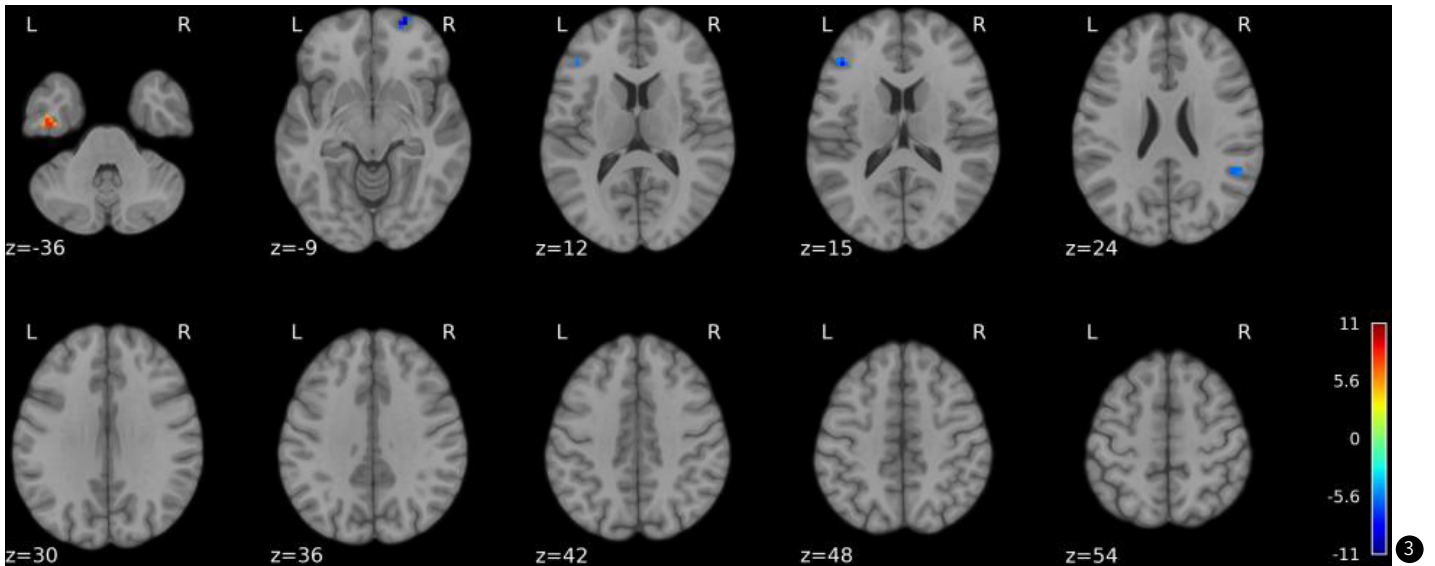


图3 球囊扩张术治疗组和健康对照组治疗前ReHo值差异脑区的层切图。红色表示 $T > 0$, 蓝色表示 $T < 0$, 颜色越深则数值越大。
 图4 球囊扩张术治疗组和健康对照组治疗前ReHo值差异脑区的玻璃脑图。红色表示 $T > 0$, 蓝色表示 $T < 0$, 颜色越深则数值越大。
 图5 球囊扩张术治疗组和健康对照组治疗后ReHo值差异脑区的层切图。蓝色表示 $T < 0$, 颜色越深则数值越大。
 图6 球囊扩张术治疗组和健康对照组治疗后ReHo值差异脑区的玻璃脑图。蓝色表示 $T < 0$, 颜色越深则数值越大。

3 讨论

吞咽过程是一个涉及多个神经系统层级结构(包括大脑皮质、皮质下纤维、脑干神经核、小脑、延髓网状结构、锥体外系、基底节及第V、VII、IX、X、XI、XII对脑神经)与肌肉(包括口腔肌肉、咽肌、食管平滑肌等)高度协调和精准调控的过程^[8-11],同时,吞咽过程需要与呼吸系统、发声系统等相互协调以确保在吞咽时不会发生窒息或误吸等危险情况^[12]。随着研究的深入,吞咽过程中大脑神经网络的作用和调控引起了越来越多的关注,通过功能核磁共振成像深入研究吞咽过程中的脑神经系统激活情况,能够为吞咽功能障碍患者提供更加科学有效的治疗方法。

3.1 球囊扩张术是治疗脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍的有效治疗方法 本研究结果表明,球囊扩张术治疗组和常规治疗组的吞咽功能得到明显改善,治疗前后具有显著差异,说明常规吞咽康复训练和球囊扩张术结合常规吞咽康复训练皆能改善脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍。同时,治疗后的球囊扩张术治疗组和常规治疗组具有显著差异,说明球囊扩张术作为独立的吞咽康复训练技术对脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍具有显著的治疗作用。球囊扩张术是一种治疗CPA的有效方法^[13],该研究结果表明,球囊扩张术可以减轻吞咽障碍患者的SSA和MBSImp评分,可以显著改善患者吞咽功能,其结果与既往研究结论具有一致性。

冯娟娟等^[14]研究证实脑卒中后CPA患者行球囊扩张术可以消除其精神因素与吞咽功能障碍间的相互影响,在改善吞咽障碍的同时,有助于患者克服不良情绪,提高依从性,从而加速康复进程。球囊扩张术在治疗延髓背外侧综合征(wallenberg syndrome)所导致的环咽肌功能障碍(cricopharyngeal disorder, CPD)上效果良好,可见对于因环咽肌功能障碍导致慢性吞咽困难的患者,球囊扩张术可以作为一种有效的治疗方法^[15]。一项回顾性研究发现,继发性环咽肌功能障碍所导致的咽期吞咽功能障碍可以通过球囊扩张术治疗获得长期缓解的疗效;随后的研究也表明,球囊扩张术治疗不仅长期缓解效果良好,而且安全性高、并发症发生率低,是治疗脑卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍的有效方法^[16-17]。

3.2 额颞叶与脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍的神经功能重塑有重要关系 研究结果显示,在吞咽康复治疗前,球囊扩张术治疗组ReHo值升高的脑区为左颞叶下部,ReHo值下降的脑区为右额叶中部眶区、左额叶下部三角区、右侧角回,在吞咽康复治疗结束后,球囊扩张术治疗组ReHo值下降的脑区为右额叶中部、左额叶上部。ReHo值的升高意味着相应脑区的神经元活动更加协调一致,这可能与大脑功能的增强或代偿机制有关,这是大脑为了维持功能而采取的适应性变化。相反,ReHo值的降低通常表示相应脑区的神经活动同步性减弱,这可能与大脑功能障碍或神经元连接通路的改变有关,从而导致了大脑神经功能活动的同步性下降。本研究结果表明,相对于健康人群而言,脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍患者的额叶和颞叶脑神经功能活动出现了明显变化,证实了既往的研究结果。

颞叶参与人类味觉的识别,颞叶皮层和前额叶皮层在吞咽的调节中可能起作用,颞中回脑区与食物的味道和意象相关,在吞咽和进食的调节中可能起辅助作用^[18-19],Janina Wilmskoetter^[20]等研究发现吞咽过程中fMRI显示颞叶脑区激活。Yin Qin等^[21]研究显示卒中后吞咽困难与额叶功能减退密切相关,发现吞咽困难病人额叶及其相关白质连接等神经学发生了改变,考虑这些区域的结构病变和功能异常导致卒中后患者吞咽困难有关。其他研究表明,吞咽功能障碍患者病灶对侧的额叶皮层存在激活过度,而病灶侧额叶皮层激活降低^[22-23]。Zou等^[24]研究发现,卒中后吞咽困难患者额上回、额中回、额下回、内侧额上回神经细胞活动与对照组相比均有活性降低。

额叶位于大脑前部,是大脑皮层中最大的部分,承担着多种高级神经功能,其主要功能包括执行功能、运动控制、语言功能以及认知处理,此外,额叶在情绪调节、社会行为和人格表达中也扮演重要角色。额叶位于大脑侧下方,紧邻额叶和枕叶,是大脑中关键的感觉处理和认知功能区域,其主要功能包括听觉信息的处理、语言理解和产生、记忆形成和存储以及情绪识别和调节等。我们的研究结果证实了额颞叶参与脑干卒中后环咽肌失弛缓

吞咽障碍的神经重塑,球囊扩张术可以通过激活颞叶和额叶参与脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍的恢复。

4 结论

综上所述,球囊扩张术是治疗脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍的有效治疗方法,本研究探讨了基于静息态功能核磁共振ReHo分析方法对脑干卒中后环咽肌失弛缓吞咽障碍患者进行球囊扩张术治疗的神经调控机制,证实了大脑皮质额叶、颞叶参与吞咽障碍患者神经功能活动的重塑。为进一步深入探索吞咽功能障碍恢复的神经介入通路和球囊扩张术有效治疗脑干卒中导致的环咽肌失弛缓吞咽功能障碍提供科学理论依据。

作者利益冲突声明:全体作者均声明无利益冲突。

参考文献

- [1] 杨阳,王珏,刘宁.急性脑卒中患者吞咽障碍检出率的Meta分析[J].医学研究与教育,2022,39(2):54-65.
- [2] 廖明霞,刘云诗,樊祖林,等.经口与经鼻尿管球囊扩张术治疗脑干卒中后环咽肌失弛缓的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2017,39(4):279-282.
- [3] 邓彬,陈艳,欧秀君,等.吞咽训练对社区脑卒中吞咽障碍患者吞咽功能及康复预后的影响[J].河北医药,2020,42(14):2219-2222.
- [4] Oh TH.Treatments with balloon catheter dilatation and botulinum toxin injection in a patient with pharyngeal dysphagia secondary to cricopharyngeal dysfunction[J].Korean J Gastroenterol,2014,63(5):325-328.
- [5] Gómez-García N,Álvarez-Barrio L,Leirós-Rodríguez R,et al.Transcranial direct current stimulation for post-stroke dysphagia: a meta-analysis[J].J Neuroeng Rehabil,2023,20(1):165.
- [6] 孟阳,胡川,王珊珊,等.舌压生物反馈训练联合球囊扩张术治疗脑梗死后吞咽障碍的疗效观察[J].中国康复,2023,38(07):393-396.
- [7] 毛二莉,周莉,丁慧,等.自由饮水训练对脑卒中患者吞咽障碍康复效果的研究[J].中国康复医学杂志,2022,37(12):1641-1644.
- [8] 吕志剑,李敬亮,王国胜.不同频率重复经颅磁刺激对急性脑梗死后吞咽障碍的康复效果比较[J].罕少疾病杂志,2024,31(02):23-25,40.
- [9] Qiao J,Wu Z,Cheng X,et al.Effects of insular cortex on post-stroke dysphagia: a systematic review and meta analysis[J].Brain Sci,2022,12(10):1334.
- [10] 蔡畅,王梦露,肖中兴.针灸联合吞咽康复训练治疗脑卒中后吞咽障碍临床研究[J].罕少疾病杂志,2023,30(11):25-27.
- [11] Ko N,Lee HH,Sohn MK,et al.Status Of dysphagia after ischemic stroke: a Korean nationwide study[J].Arch Phys Med Rehabil,2021,102(12):2343-2352.e3.
- [12] Horton KK,Segers LS,Nuding SC,et al.Central respiration and mechanical ventilation in the gating of swallow with breathing[J].Front Physiol,2018,9:785.Published 2018 Jun 25.
- [13] 南登昆,黄晓琳.实用康复医学[M].北京:人民卫生出版社,2009:1361-1364.
- [14] 冯娟娟,尚小平,何予工,等.球囊扩张治疗脑卒中后吞咽障碍患者抑郁和焦虑的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2017,39(6):437-439.
- [15] Qureshi S,Ghazanfar S,Rasheed A,et al.Resolution of symptoms after Heller's cardiomyotomy with DOR fundoplication versus endoscopic balloon dilatation in patients with achalasia Cardia at tertiary care hospital[J].J Pak Med Assoc,2021,71(10):2321-2324.
- [16] Wang L,Yao J,Guan B,et al.The efficacy and safety of catheter balloon dilatation in the treatment of dysphagia after stroke: a protocol for systematic review and meta-analysis[J].Medicine (Baltimore),2022,101(44):e31460.
- [17] Fong R,Rumbach AF,Ward EC,et al.Videofluoroscopic and manometric outcomes of cricopharyngeal balloon dilation for treatment of pharyngoesophageal dysphagia associated with nasopharyngeal cancer: a case series[J].Laryngoscope Invest Otolaryngol,2021,6(5):1077-1087.
- [18] Gao J,Guan X,Cen Z,et al.Alteration of brain functional connectivity in parkinson's disease patients with dysphagia[J].Dysphagia,2019,34(4):600-607.
- [19] Jing YH,Lin T,Li WQ,et al.Comparison of activation patterns in mirror neurons and the swallowing network during action observation and execution: a task-based fMRI Study[J].Front Neurosci,2020,14:867.
- [20] Wilmskoetter J,Bonilha L,Martin-Harris B,et al.Mapping acute lesion locations to physiological swallow impairments after stroke[J].Neuroimage Clin,2019,22:101685.
- [21] Yin Qin,Yuting Tang,Xiaoying Liu,et al.A systematic review and meta-analysis[J].TYPE Review,2023,20:136.
- [22] Li L,Liu J,Liang F,et al.Alterd brain function activity in patients with dysphagia after cerebral infarction: a resting-state functional magnetic resonance imaging study[J].Front Neurosci,2022,13:782732.
- [23] Unger N,Haeck M,Eickhoff SB,et al.Cytoarchitectonic mapping of the human frontal operculum-New correlates for a variety of brain functions[J].Front Hum Neurosci,2023,17:1087026.
- [24] Zou F,Chen X,Niu L,et al.Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation on post-stroke dysphagia in acute stage[J].Dysphagia,2023,38(4):1117-1127.

(收稿日期:2024-05-31)

(校对编辑:韩敏)