

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2023.01.020

# 静息态血氧水平依赖功能磁共振成像对急性脑梗死患者肢体运动功能的评估价值

卢思奇

新余钢铁集团有限公司中心医院放射科,江西新余 338000

**摘要:**目的 探讨静息态血氧水平依赖功能磁共振成像(BOLD-fMRI)对急性脑梗死(ACI)患者肢体运动功能的评估价值。**方法** 纳入该院2019年6月至2021年6月收治的肢体运动功能障碍的ACI患者70例为ACI组,选取同期体检的健康志愿者35例为对照组,均行静息态BOLD-fMRI检查,比较两组相关脑区低频振幅(ALFF),分析ALFF值评估患者运动功能的曲线下面积(AUC),评估ALFF值与美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、改良Rankin(mRS)评分的相关性。**结果** ACI组辅助功能区、感觉运动区、后顶叶皮层、运动前区的ALFF值较对照组均下降( $P < 0.05$ ),各脑区ALFF值单独与联合评估患者肢体运动功能的AUC分别为0.790、0.778、0.770、0.777、0.839。ACI患者各脑区ALFF值与mRS评分、NIHSS评分呈负相关( $P < 0.05$ )。**结论** 静息态BOLD-fMRI能通过观察脑区ALFF值的变化评估ACI患者肢体运动功能受损情况,且与mRS评分、NIHSS评分具有相关性。

**关键词:**急性脑梗死; 静息态; 血氧水平依赖功能磁共振成像; 肢体运动功能

中图分类号:R743.31

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2023)01-0085-04

## Evaluation value of resting state blood oxygen level dependent-functional magnetic resonance imaging in limb motor function in patients with acute cerebral infarction

LU Siqi

Department of Radiology, Central Hospital of Xinyu Iron and Steel Group Co., Ltd., Xinyu, Jiangxi 338000, China

**Abstract: Objective** To investigate the value of resting state blood oxygenation level dependent-functional magnetic resonance imaging (BOLD-fMRI) in the limb motor function in the patients with acute cerebral infarction (ACI). **Methods** Seventy ACI patients with limb movement dysfunction admitted to this hospital from June 2019 to June 2021 were enrolled as the ACI group, and 35 healthy volunteers undergoing the physical examination during the same period were selected as the control group. All subjects underwent the resting state BOLD-fMRI examination. The amplitudes of low-frequency fluctuations (ALFF) were compared between the two groups, the area under the curve (AUC) of the ALFF value for evaluating the motor function was analyzed, and the correlation between the ALFF value and the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score and the modified Rankin Scale (mRS) score was evaluated. **Results** Compared with the control group, the ALFF values of the auxiliary function region, sensorimotor region, posterior parietal cortex and premotor region in the ACI group were decreased ( $P < 0.05$ ). AUC of the ALFF value of each brain region alone and combination for evaluating the limbs motor movement function were 0.790, 0.778, 0.770, 0.777 and 0.839 respectively. The ALFF values in various brain regions of ACI patients were negatively correlated with the mRS score and the NIHSS score ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Resting state BOLD-fMRI can evaluate the impaired situation of the limb motor function in ACI patients by observing the changes of ALFF value in brain regions, moreover which has the correlation with the mRS score and the NIHSS score.

**Key words:** acute ischemic stroke; resting state; blood oxygenation level dependent-functional magnetic resonance imaging; limb motor function

在脑卒中患者中,急性脑梗死(ACI)占60%~80%。肢体功能障碍是ACI常见的一种神经系统损伤症状,虽然现阶段的强化护理对患者肢体运动功能的改善有一定作用,但约2/3的幸存者存在不同严重

程度的运动相关后遗症,如控制障碍、肌张力改变、肌无力等,给其日常生活带来非常大的影响<sup>[1]</sup>。尽早明确患者的肢体运动功能损害情况是促进病情转归的重要手段,然而,既往临床采用的常规影像学检查(例

如 MRI、CT 等)虽有应用价值,但总体作用比较局限,仅能评估病灶形态学上的变化,在肢体运动功能受损程度的评估方面未能显示出更多价值<sup>[2]</sup>。近年来,研究发现静息态血氧水平依赖功能磁共振成像(BOLD-fMRI)具有直观、精准、无创的优点,能反映人脑功能的变化,对脑功能受损的评估有重大意义<sup>[3]</sup>。低频振幅(ALFF)是 BOLD-fMRI 技术应用过程中的一种重要研究方法,能直观了解患者脑部神经元活动状态<sup>[4]</sup>。而脑部神经元活动与人的肢体运动功能密切相关,大脑皮质神经元电活动会影响运动功能状态<sup>[5]</sup>。基于此,本研究考虑采用静息态 BOLD-fMRI 评估 ACI 患者的肢体运动功能,为改善预后提供有效评估方法。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 纳入本院 2019 年 6 月至 2021 年 6 月收治的肢体运动功能障碍的 ACI 患者 70 例,将其作为 ACI 组,选取同期于本院体检的健康志愿者 35 例作为对照组。其中 ACI 患者病情稳定后根据医嘱接受康复训练。纳入标准:(1)ACI 组,符合 ACI 相关指南中的诊断标准<sup>[6]</sup>者;意识清醒,生命体征稳定者;视力、听力功能无明显障碍者;首次发病者;既往无脑部创伤史者。(2)对照组,既往无脑部创伤、脑血管病史者;意识清醒,生命体征稳定者;视听功能无明显障碍者。排除标准:痴呆、精神障碍等疾病患者;有 MRI 受检禁忌证者;既往存在中枢神经系损伤史者;肿瘤患者;脑部器质性病变者。本研究方案获本院伦理委员会批准,所有受检者均知情同意。两组一般资料比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。见表 1。

表 1 两组一般资料比较( $n$  或  $\bar{x} \pm s$ )

组别	$n$	性别		年龄(岁)	受教育年限(年)
		男	女		
ACI 组	70	38	32	62.93±7.84	4.92±1.38
对照组	35	21	14	63.19±8.37	5.23±1.54
$t/\chi^2$		0.310		0.157	1.044
$P$		0.578		0.876	0.299

### 1.2 方法

**1.2.1 检测方法** 两组受检者均行静息态 BOLD-fMRI 检查。其中对照组仅在体检时检查 1 次,ACI 组分别在康复训练前与康复训练 3 个月后接受检查。将受检者头部固定,经德国西门子 1.5T 磁共振设备(MAGNETOM Avanto 1.5T)扫描,首先进行常规(T1WI、T2WI 序列)扫描,然后行静息态 BOLD-fMRI 扫描,使用梯度回波成像序列。参数设置:回波时间为 30 ms,重复时间为 3 300 ms,层厚 3 mm,48 层,层间距 0 mm,矩阵 64×64,翻转角 90°。数据处理:采用 DPARSF4.35 软件处理,为了确保信号、图像的

稳定性,将前 10 个时点采集的图像去除,并进行时间层矫正、头动校正等操作,获取脑区激活图,分析辅助功能区、感觉运动区、后顶叶皮层、运动前区的 ALFF 值。

**1.2.2 评分与分亚组** 采用不同量表分别在 ACI 患者康复训练前、训练 3 个月后各评估 1 次。(1)美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)<sup>[7]</sup>评分:包含感觉功能、运动功能、视野、意识等 15 个指标,分值范围 0~42 分,分值越高,神经功能缺损越重,该量表信度为 0.81,可信度高。(2)改良 Rankin(mRS)评分<sup>[8]</sup>:该量表能反映患者肢体运动功能情况,0~1 分提示正常(或者接近正常),2、3、4、5 分分别代表轻度、中度、中重度、重度残疾,以 3 分为界,根据患者康复训练前的 mRS 评分将 ACI 患者分为轻中度组( $< 3$  分)与重症组( $\geq 3$  分)。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS20.0 软件分析数据。计数资料以例数或百分率表示,组间比较行  $\chi^2$  检验;符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较行独立或配对样本  $t$  检验;绘制受试者工作特征(ROC)曲线,分析不同脑区 ALFF 值评估 ACI 患者肢体运动功能的曲线下面积(AUC);采用 Pearson 线性相关评估 ALFF 值与 mRS 评分、NIHSS 评分的相关性。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组不同脑区 ALFF 值比较** ACI 组各脑区 ALFF 值较对照组下降,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 两组不同脑区 ALFF 值比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	$n$	辅助功能区	感觉运动区	后顶叶皮层	运动前区
ACI 组	70	0.69±0.15	0.71±0.17	0.63±0.07	0.65±0.09
对照组	35	1.05±0.12	1.08±0.10	1.12±0.09	1.10±0.06
$t$		12.350	11.873	30.669	26.727
$P$		$< 0.001$	$< 0.001$	$< 0.001$	$< 0.001$

**2.2 不同肢体运动功能障碍 ACI 患者的脑区 ALFF 值比较** 在 ACI 患者康复训练前根据 mRS 评分,分为轻中度组 42 例,重度组 28 例。重度组各脑区 ALFF 值均低于轻中度组( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 轻中度组和重度组患者的脑区 ALFF 值比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	$n$	辅助功能区	感觉运动区	后顶叶皮层	运动前区
轻中度组	42	0.73±0.11	0.78±0.10	0.65±0.05	0.68±0.06
重度组	28	0.62±0.08	0.60±0.06	0.59±0.03	0.60±0.04
$t$		4.546	8.543	5.695	6.190
$P$		$< 0.001$	$< 0.001$	$< 0.001$	$< 0.001$

**2.3 不同脑区 ALFF 值对 ACI 患者肢体运动功能的评估价值** 通过绘制 ROC 曲线发现,各脑区 ALFF

值单独评估患者肢体运动功能的 AUC 分别为 0.790、0.778、0.770、0.777，四者联合评估的 AUC 为 0.839。见表 4、图 1。

### 2.4 ACI 患者康复训练前、后不同脑区 ALFF 值以

及 mRS 评分、NIHSS 评分比较 患者训练后各脑区 ALFF 值高于训练前，mRS 评分、NIHSS 评分低于训练前，差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 5。

表 4 不同脑区 ALFF 值对 ACI 患者肢体运动功能的评估价值

项目	AUC	标准误	P	95%CI	最佳截断值	灵敏度(%)	特异度(%)
辅助功能区	0.790	0.058	<0.001	0.667~0.903	0.659	83.30	78.60
感觉运动区	0.778	0.056	<0.001	0.667~0.889	0.678	78.60	78.60
后顶叶皮层	0.770	0.055	<0.001	0.662~0.878	0.612	76.50	75.00
运动前区	0.777	0.055	<0.001	0.668~0.885	0.643	74.90	65.00
四者联合	0.839	0.053	<0.001	0.736~0.942	—	82.14	85.71

注：—表示无数据。

表 5 ACI 患者康复训练前、后不同脑区 ALFF 值，以及 mRS、NIHSS 评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

时点	n	辅助功能区 ALFF 值	感觉运动区 ALFF 值	后顶叶皮层 ALFF 值	运动前区 ALFF 值	mRS 评分(分)	NIHSS 评分(分)
训练前	70	0.69±0.15	0.71±0.17	0.63±0.07	0.65±0.09	2.94±0.89	12.55±2.12
训练后	70	0.78±0.12	0.79±0.20	0.78±0.11	0.77±0.14	2.08±0.46	10.41±1.64
t		3.920	2.550	9.625	6.032	7.182	6.680
P		<0.001	0.012	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

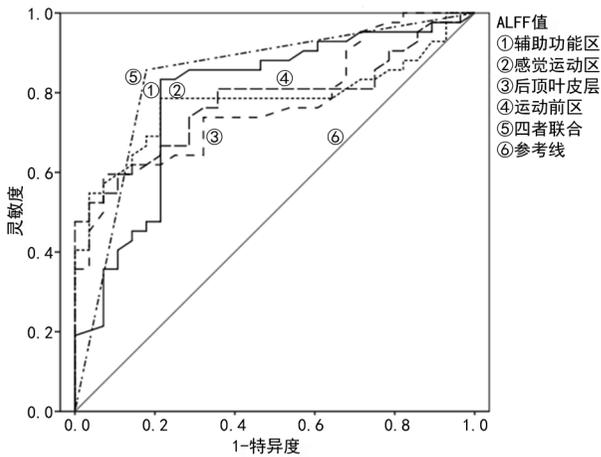


图 1 不同脑区 ALFF 值评估 ACI 患者肢体运动功能的 ROC 曲线

2.5 ACI 患者不同脑区 ALFF 值与 mRS 评分、NIHSS 评分的相关性分析 分析发现，各脑区 ALFF 值与 mRS 评分、NIHSS 评分均呈负相关 ( $P < 0.05$ )。见表 6。

表 6 ACI 患者不同脑区 ALFF 值与 mRS、NIHSS 评分的相关性分析

项目	mRS 评分		NIHSS 评分	
	r	P	r	P
辅助功能区	-0.724	<0.001	-0.575	<0.001
感觉运动区	-0.612	<0.001	-0.628	<0.001
后顶叶皮层	-0.594	<0.001	-0.689	<0.001
运动前区	-0.645	<0.001	-0.591	<0.001

### 3 讨论

ACI 是常见的卒中类型，大部分患者发病后会出 现肢体偏瘫、肢体运动功能障碍，即便患者于早期接 受康复治疗运动功能在一定程度上得以提升，但其日 后的生活质量仍不高<sup>[9]</sup>。研究表明，现阶段关于 ACI 患者的中枢神经功能改善及重塑的机制尚未完全 明确<sup>[10]</sup>，如何提升其运动功能仍是临床研究的重点 与难点。基于此，临床必须寻求一种客观、理想的方法 对患者运动功能损害情况进行评估，以便更详细地 掌握病情，给予针对性治疗，改善预后。近年来，静 息态 BOLD-fMRI 在评估脑区活动中应用越来越广泛， 该技术能对脑区活动强度进行评价，发现不同脑区的 功能差异，检查安全、方便<sup>[11]</sup>。但也有研究认为该技 术可能难以避免相关区域的临近皮层出现异常信号， 导致其不能明确脑区边界的具体情况<sup>[12]</sup>。由此可见， 临床对于 BOLD-fMRI 的使用还存在争议，有待进一步 探讨。

有研究指出，BOLD-fMRI 具有无创、定位精准等 特点，能反映人脑神经元活动情况，通过观察 ALFF 值的变化，可明确代偿神经元数量及活动强度有无改 变<sup>[13]</sup>。本研究发现，ACI 患者各脑区 ALFF 值较健 康者明显下降，提示 ALFF 值异常可能与患者病情有 关。ALFF 值分析在心理疾病患者的脑部功能评估 中已有应用，该技术能抑制脑裂、脑池等部位的噪声， 重测信度较理想<sup>[14]</sup>。王山山等<sup>[15]</sup>发现，ACI 患者治 疗前的 ALFF 值较健康者下降，与本研究结论吻合。 本研究发现，ALFF 值改变与 ACI 患者运动功能损害

程度有关,且各脑区 ALFF 值对评估患者运动功能受损情况有一定价值,尤其各区 ALFF 值联合评估时,AUC 超过 0.83,总体效果较理想。本研究主要选择了与运动功能相关的脑区,ACI 组患侧辅助功能区、感觉运动区等脑区的 ALFF 值下降意味着患者运动功能区存在损伤,神经元活动被抑制,导致肢体受控能力下降,从而影响运动功能。故通过观察 ALFF 值变化能反映运动功能受损程度。

康复训练是改善卒中患者肢体功能障碍的常用方式,对提升运动功能有重要意义<sup>[16]</sup>。本研究结果显示,患者康复训练后各脑区的 ALFF 值较训练前增加,而 mRS 评分、NIHSS 评分下降,提示患者经康复治疗运动功能有所改善。通过相关性分析发现,各脑区 ALFF 值与 mRS 评分、NIHSS 评分呈负相关( $P < 0.05$ )。有研究表明,患者在运动过程中会激活运动功能区的相关脑细胞活动<sup>[17-18]</sup>,这可能是康复训练干预后相关脑区 ALFF 值增加的原因。康复训练有利于提升运动功能,从而与 mRS 评分、NIHSS 评分呈负相关。虽然 mRS 评分、NIHSS 评分对 ACI 患者病情评估也有一定价值,但在评分过程中可能带有主观性,本研究认为静息态 BOLD-fMRI 操作安全,能反映相关区域的 ALFF 值变化,对患者运动功能的评价更为客观。

综上所述,静息态 BOLD-fMRI 在 ACI 患者肢体运动功能评估中具有较高价值,能通过脑区 ALFF 值反映运动功能损害程度,为后续干预提供依据。除此之外,本研究也有局限性,例如受研究经费影响,仅纳入 70 例样本,之后还需要增加样本量更深入地分析静息态 BOLD-fMRI 的评估价值。

## 参考文献

- [1] 李丹,白树风,王书峰,等.急性脑梗死患者发生卒中后抑郁的相关因素分析[J].临床内科杂志,2018,35(6):424-425.
- [2] 郑凯,张苗.脑梗死后交叉性小脑失联络的影像学研究进展[J].医学影像学杂志,2020,30(9):1721-1724.
- [3] 匡映霞,王帅文,张宏霞,等.静息态功能磁共振在阿尔茨海默病早期诊断的研究进展[J].磁共振成像,2018,9(1):64-68.
- [4] 张苹,李艳丽,范丰梅,等.精神分裂症伴迟发性运动障碍患者静息态脑功能低频振幅研究[J].中国心理卫生杂志,2018,32(5):442-448.
- [5] 陈慧,蔡倩,徐亮,等.经颅直流电刺激联合镜像疗法对脑卒中患者上肢运动功能的影响[J].中国康复理论与实践,2020,26(3):301-305.
- [6] 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.中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018[J].中华神经科杂志,2018,51(9):666-682.
- [7] LYDEN P. Using the national institutes of health stroke scale[J]. Stroke,2017,48(2):513-519.
- [8] ASUZU D, NYSTROM K, AMIN H, et al. Modest association between the discharge modified rankin scale score and symptomatic intracerebral hemorrhage after intravenous thrombolysis[J]. J Stroke Cerebrovasc,2015,24(3):548-553.
- [9] 马蓉.急性脑卒中治疗的研究进展[J].重庆医学,2019,48(6):1010-1013.
- [10] 陈亚男.急性脑梗死侧支循环研究现状[J].国际神经病学神经外科学杂志,2019,46(6):680-683.
- [11] 黄海军,王勇.基于全脑静息态 fMRI 评价针刺对原发性失眠病人脑区功能的影响[J].中西医结合心脑血管病杂志,2019,17(19):3040-3043.
- [12] LIN C, CHEN L. The role of blood oxygenation level-dependent functional magnetic resonance imaging (BOLD-fMRI) combined with diffusion tensor imaging (DTI) in surgery for tumors involving motor pathways[J]. Brain Sci Adv,2019,5(3):169-177.
- [13] 孙骁俊,袁建华,丁忠祥,等.脑肿瘤患者认知异常的静息态脑功能成像研究[J].浙江医学,2018,40(8):809-812.
- [14] 潘梦洁,陈峰,林明方,等.重症性抑郁症基于低频振幅的静息态功能磁共振成像研究[J].中国现代神经疾病杂志,2018,18(3):171-176.
- [15] 王山山,苏茜,姜兴岳,等.血氧水平依赖功能磁共振成像对早期高压氧治疗后急性脑梗死患者的临床研究[J].实用放射学杂志,2020,36(8):1183-1186.
- [16] 范琳琳,滕继军.早期康复训练对脑梗死偏瘫患者功能恢复的影响[J].反射疗法与康复医学,2021,2(4):136-138.
- [17] 郭怀花.神经康复训练干预对脑梗死偏瘫患者生活能力及运动功能的影响研究[J].湖南师范大学学报(医学版),2020,17(2):62-65.
- [18] 周克贵,王顺娟,杨柳,等.脑梗死后运动性失语的局部脑功能活动强度研究[J].中华老年心脑血管病杂志,2020,22(2):123-126.

(收稿日期:2022-03-06 修回日期:2022-09-11)