

功能性近红外光谱技术在脑梗死后患者躯体感觉评估中的应用

刘静娅^{1,2}, 黄富表^{1,2}, 张通¹

【摘要】 目的:探讨功能性近红外光谱技术在脑梗死后患者躯体感觉评估中的应用。**方法:**将46例脑梗死患者随机分为2组各23例。观察组接受15min常规作业治疗,外加15min手部感觉运动训练,共30min/d;对照组接受常规作业治疗30min/d,每组治疗均为5d/周,共4周。治疗前后采用感知康复评估量表、功能性近红外光谱技术、Fugl-Meyer运动功能评估量表、改良巴氏指数评估脑梗死患者的恢复情况。**结果:**治疗4周后,2组感觉及fNIRS评分、运动功能及ADL等各项评分均有提高(均 $P<0.05$),观察组感觉功能及NIRS重心值提高较对照组显著($P<0.05$),2组运动功能及ADL评分无显著性差异。**结论:**功能性近红外光谱技术在脑梗死后患者躯体感觉辅助评估中,具有一定的应用价值。

【关键词】 功能性近红外光谱技术;脑梗死;躯体感觉评估

【中图分类号】 R49;R743.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2022.06.008

我国脑梗死的发病率较高^[1],有75%~80%的幸存者在生命体征稳定后,可能遗留有不同程度的功能障碍^[2]。在日常活动中通过改善运动及躯体感觉功能来恢复手功能被认为是改善瘫痪患者生活质量的首要任务^[3]。尽管脑梗死后感觉障碍的发生率很高,但对躯体感觉训练的研究却很有限,卢布帕等^[4]在2015年提到临床中感觉训练缺乏的一些原因,包括缺乏时间和资源、循证干预知识有限等,并提出治疗师应侧重于感觉障碍的评估,并基于评估来设定康复治疗目标及感觉训练方案。研究指出主动感觉训练可以改善脑梗死后感觉和感觉运动功能,但因其测量方法(触觉敏感性、感觉辨别)仅依靠患者主观表达来评定,变化幅度较小,不易达到统计学意义,因此其证据有限^[5]。为了确定脑梗死患者康复中主动感觉训练的有效性,需要进行高质量的临床研究。

本研究应用功能性近红外光谱(functional near infrared spectroscopy, fNIRS)技术与感知康复评估量表来探讨脑梗死患者进行手部感觉运动训练的效果^[6],探索fNIRS技术在脑梗死患者躯体感觉辅助评估中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2019年1月~2020年12月在北京博爱医院住院治疗的46例脑梗死患者作为研究

对象。纳入标准:①18~60岁,根据《中国康复医学诊疗规范》标准诊断为脑梗死并为首次发病;②病灶位置涉及右侧基底节区及丘脑,为单发病灶,不具疼痛但具有躯体感觉障碍;发病时间在1~3个月;意识清晰,配合测试,MMSE得分27分以上(MMSE分数在27~30分为正常,分数<27为认知功能障碍);言语功能筛查听理解解为二步指令以上,复述功能保留;肌张力为0~1级,无偏盲;根据《中国人利手量表》评估判断为右利手。排除标准:不能配合评估和训练;老年性痴呆;近1个月内服用抗精神病药物;并发严重躯体疾病;明显抑郁或躁动。剔除和脱落标准:患者在评估和训练中感到不适;中途病情发生变化;自愿退出研究。本研究获得北京博爱医院伦理委员会批准(批件号:2018-048-1)。采用随机数字表法将患者分为对照组和观察组,每组23例。2组性别、年龄、入组前感觉功能无显著性差异。见表1。

表1 2组一般资料比较

组别	n	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	感觉功能 (分, $\bar{x} \pm s$)
		男	女		
对照组	23	10	13	55.21±5.68	6.26±3.57
观察组	23	16	7	54.04±5.18	6.65±2.38
$\chi^2/F/t$		3.185		-0.732	0.437
P		0.074		0.468	0.665

1.2 方法 观察组给予每天15min手部感觉运动训练,15min常规作业治疗;对照组给予每天30min常规作业治疗,5次/周,共4周。

1.2.1 手部感觉运动训练 本研究所采用Smania^[10]设计的一种主动感觉运动训练,其中有9种活动。本研究中观察组每天进行15min手部感觉运动训练,每次训练要基于入组时感觉评估的障碍等级,从

基金项目:中国康复研究中心重点科研课题(NO.2018zx-15)

收稿日期:2021-12-30

作者单位:1.首都医科大学康复医学院,北京100068;2.中国康复研究中心北京博爱医院作业疗法科,北京100068;

作者简介:刘静娅(1985-),女,主管治疗师,主要从事作业治疗方面的研究。

通讯作者:张通,zt61611@sohu.com

以下9种活动中选取3项进行训练,感觉障碍越严重,选择的难度分级越低,反之亦然。9项训练内容及难度分级具体如下:①触觉识别:3种不同材料对皮肤进行擦刷及辨别;可根据擦刷材质差别分级。②物品辨别:让患者不可视触碰1个目标物体,之后可视下在3个物品中进行辨别;根据物品大小、材质分级。③肢体空间位置认知:不可视下在不同位置下被动移动患者的手腕及掌指关节,根据位置变化分级。④重量辨别:不可视下患者用患手称重1个木块,然后健侧手分别称重其他3个重量不同的方块,选择与之前重量相等的物品;根据重量差距分级。⑤动作顺序:不可视下要求患者手指按照一定顺序移动,根据顺序复杂程度分级。⑥伸臂及抓握训练:可视下让患者抓握物品,进行不同位置及抓握方式的练习;根据物品大小和不同位置及抓握动作分级。⑦物品分组:不可视下患者将几个小物品分成个数均匀的组;根据物品大小、材质分级。⑧抓握强度分级训练:一根长棍每5厘米为1个标记,让患者握在手中,不可视下松手使木棍向下滑落,每次滑落1个标记或几个标记;根据木棍每次滑落的标记数分级。⑨日常生活动作训练:不可视下将扑克牌整理好并将牌进行翻面;根据扑克牌的多少及材质分级。本研究观察组基于训练前感知康复评估量表的评估结果,对于不同感觉障碍级别的患者,对其训练内容进行个性化设计:重度感觉障碍训练包括:①③⑥;中度感觉障碍的训练包括:①②③⑥⑧⑨;轻度感觉障碍的训练包括:②④⑤⑦⑧⑨。

1.2.2 常规作业治疗 常规作业治疗的内容包括:上肢及手部被动活动5min,双手交叉木钉训练10min,双手交叉平面单棒砂板磨10min,辅助下单手滚筒训练5min。观察组进行的常规作业治疗内容与对照组相同,每项时间均减半。

1.3 评定标准

1.3.1 fNIRS数据采集 采用便携式LIGHTNIRS脑成像装置,8组光源共16个光极,光极根据脑电国际10—20系统分别对应C3—C4放置,左右侧大脑各放置8个检测光极。测量指标为氧合血红蛋白变化($\Delta[\text{Oxy-Hb}]$)的重心值,单位为S。感兴趣区域(Region Of Interest, ROI),为初级躯体感觉区^[7]。检测受试者闭目休息30s,随后300s感觉输入,再闭目休息30s,共360s时间内ROI的 $\Delta[\text{Oxy-Hb}]$ 。感觉输入时须遮挡视觉并分为3个部分:①第0~120s:手掌及背侧擦刷刺激(各60s),每个手指从腕部向指尖擦刷,每2s一次,先背侧刺激,再掌侧刺激。②第121~180s:手部深感觉刺激,前臂中立位,每根手指被动向手心及手背方向运动各10s,手部集团屈曲及伸展共10s。③第181~300s:

手部实体觉输入,分别用8种不同模型在患者手掌中进行被动滚动刺激,每种模型15s。

1.3.2 感知康复评估量表 感知康复评估量表,满分100分,包括10项内容^[6]:触觉,刷擦觉,温度觉,运动觉,振动觉,皮肤定位觉,两点辨别觉,质地觉,实体觉,重量觉。根据得分将感觉障碍简单分为三种障碍等级:重度感觉障碍:0~20分;中度感觉障碍:20~80分;轻度感觉障碍:80~100分,其中1~5项评分中任何一项均不可为0分,即深浅感觉均需具有一部分。

1.3.3 Fugl-Meyer运动功能评估量表^[8] Fugl-Meyer运动功能评估量表在临床中常被用来描述运动恢复,从0~100分,分为上肢部分和下肢部分,“腕/手运动”满分为24分,包括量表中的2部分:“⑦腕稳定性和⑧手运动腕/手运动”可作为单一的一维结构来反映手和腕部的运动能力。

1.3.4 改良巴氏指数 改良巴氏指数广泛用于评估脑梗死患者的日常生活活动能力(Activities of Daily Living, ADL)^[9]。满分100分,包括10项内容:进食、洗澡、个人卫生、穿衣、大便控制、小便控制、如厕、床—椅转移、行走/操作轮椅、上下楼梯。

1.4 统计学分析 采用SPSS 21.0进行统计分析,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用配对 t 检验和独立样本 t 检验进行分析;不符合正态分布的数据以中位数(四分位间距)表示,采用非参数检验曼惠特尼 U 检验及Wilcoxon符号秩检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

治疗4周后,2组感觉及fNIRS评分、运动功能及ADL等各项评分较治疗前均有提高(均 $P < 0.05$),观察组感觉功能及fNIRS重心值提高较对照组显著($P < 0.05$),2组运动功能及ADL评分比较无显著性差异。见表2~4。

3 讨论

脑梗死患者早期作业治疗主要以上肢运动功能训练及少量的手部被动感觉输入训练为主^[11]。而感觉功能偏向于认知层面的主观感受,缺乏客观评估指标来展示效果,患者早期参与主动感觉训练的动机较低,往往错过脑梗死后早期大脑重塑感觉功能的最佳时期^[12],手部主动感觉训练在我国发展较为缓慢。本研究发现手部主动感觉训练更能提高脑梗死后患者的手部感觉及运动功能,与Kim等^[13]的研究一致。

目前中国常用的感觉评估工具主要为各种感觉量表,如Fugl-Meyer感觉评估量表,但由于依赖主观感

表 2 2 组感觉及 fNIRS 评分治疗前后比较 分, $\bar{x} \pm s$, 中位数(四分位间距)

组别	n	感觉				fNIRS			
		治疗前	治疗后	t/z	P	治疗前	治疗后	t/z	P
观察组	23	6.65±2.38	10.41±3.71	-6.106	0.000	225.98(57.30)	200.93(51.90)	-4.201	0.000
对照组	23	6.26±3.57	6.54±3.57	-3.441	0.002	200.75(46.75)	228.32(69.82)	-2.556	0.011
t		0.437	-5.595			-1.214	-4.298		
P		0.665	0.000			0.225	0.000		

表 3 2 组运动功能治疗前后比较 分, 中位数(四分位间距)

组别	n	总分				腕/手运动分数			
		治疗前	治疗后	t/zc	P	治疗前	治疗后	t/zc	P
观察组	23	28.00(66.00)	45.00(70.00)	-4.116b	0.000	1.00(3.00)	3.00(2.00)	-3.643	0.000
对照组	23	24.00(55.00)	41.00(68.00)	-3.418b	0.001	1.00(3.00)	2.00(3.00)	-3.861	0.000
t/zc		-0.512	-1.473			-0.478	-0.522		
P		0.608	0.141			0.633	0.601		

表 4 2 组 ADL 评分治疗前后比较 分, 中位数(四分位间距)

组别	n	治疗前	治疗后	t/z	P
观察组	23	45.00(40.00)	60.00(30.00)	-3.643	0.000
对照组	23	60.00(40.00)	65.00(35.00)	-3.861	0.000
t/		-1.092	-0.303		
P		0.275	0.762		

觉在临床应用中有一定的局限^[14],本文选用的感知康复评估量表是基于研究归纳出的一套评估精确到手指的量表,其设计原理与 FMA-S 相似^[6]。因此,找到一种简单易操作、敏感性好、可进行一定程度量化的感觉功能客观评估方法,成为临床康复治疗工作中的迫切需要。功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)技术已普遍应用于脑梗死后评估^[15],但其设备需专业人员操作,成本高且时间分辨率低^[16],不宜在康复治疗中广泛使用。fNIRS 是一项利用近红外光定量检测大脑局部 $\Delta[\text{Oxy-Hb}]$ 和 $\Delta[\text{Deoxy-Hb}]$ 的脑功能成像技术,便携且相对便宜,时间分辨率和空间分辨率都较好^[17],可以实时监测日常生活状态或者康复治疗场景中大脑 ROI 区域活化情况,在康复治疗中具有很好的应用前景^[18]。有研究显示可作为区分人脑体感皮层不同触觉刺激的客观指标^[19],用于评估皮层感觉运动区血流动力学模式的时间进程^[20]。

通过 2 组使用感知觉量表评估结果,发现 2 组感觉功能均有改善,但进行主动感觉训练的观察组改善更为明显,也提示主动感觉训练对于感觉功能的效果更为突出,与先前研究一致^[4]。同时,有研究认为脑梗死后患者至少有一种躯体感觉障碍,但 3 个月后所有躯体感觉均观察到明显恢复^[21],与本文结果一致。有研究认为感觉障碍是影响脑梗死患者 ADL 能力的因素^[22]。本研究中,2 组的 ADL 能力均有显著改善,但 2 组之间的改善差异不存在显著统计学意义。笔者认为改良巴氏指数的结果主要展示患者独立能力,不仅

与患者的身体障碍相关,还与患者的认知、学习能力及健康宣教等密切相关^[9]。感觉功能更多是为 ADL 提供安全相关的信息,并不是单独的决定性因素,同时常规作业治疗也提供诸多与 ADL 相关的训练与指导,因此在本研究中主动感觉训练并未与常规作业治疗在 ADL 能力改善上有所差异。

重心值是体现任务时间内大脑活化快慢程度的指标^[23]。前人研究发现重心值在抑郁症诊断中的分类率几乎等同于使用多变量统计方法进行的 fMRI 研究中报告的比率,fNIRS 的高时间分辨率不仅可以检测功能异常,还可以捕捉每种精神疾病的特定血流动力学激活时间过程,并帮助鉴别诊断^[24],是 fNIRS 技术中可作为评估指标的一个重要参数。本研究 fNIRS 结果显示观察组治疗后 ROI 的重心值下降,表明观察组患者大脑 ROI 区域活化速度变快,对感觉输入刺激更快显示出反应。

综上所述,fNIRS 技术由于便携易操作、空间分辨率和时间分辨率适中等优势,在脑梗死后患者躯体感觉辅助评估中,具有一定的应用价值。但本研究也具有以下不足之处:因研究条件限制,未能同时观察多个脑区的血流变化;未对患者进行随访;未考虑局部深浅感觉障碍对患者上肢及手功能状况的影响,希望通过后续研究进一步探讨脑梗患者的感觉障碍及相应的恢复机制。

【参考文献】

[1] 徐泽勤,王春梅,李建新,等. 脑梗死患者吞咽困难研究进展[J]. 中国康复, 2017, 32(2):3.

[2] 王兴蕾,赵存,韩春彦,等. 全程康复护理模式在脑梗死患者应用效果研究[J]. 中华急诊医学杂志, 2018,27(5):567-569.

[3] Shin H, Watkins Z, Hu X. Exploration of Hand Grasp Patterns Elicitable Through Non-Invasive Proximal Nerve Stimulation[J]. Scientific Reports, 2017, 7(1):16595.

[4] Pumpa L U, Cahill L S, Carey L M. Somatosensory assessment and

- treatment after stroke: An evidence - practice gap[J]. Australian Occupational Therapy Journal, 2015, 62(2):93-104.
- [5] Serrada I, Hordacre B, Hillier S L. Does Sensory Retraining Improve Sensation and Sensorimotor Function Following Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. [J]. Frontiers in Neuroscience, 2019, 13:402.
- [6] 邵芃, 徐英, 丁力, 等. 老年患者脑卒中后手, 上肢触觉和两点辨别觉改变及其与上肢运动功能的相关性研究[J]. 老年医学与保健, 2018, 24(6):5.
- [7] Okamoto M, Dan H, Sakamoto K, et al. Three-dimensional probabilistic anatomical cranio-cerebral correlation via the international 10-20 system oriented for transcranial functional brain mapping. [J]. Neuroimage, 2004, 21(1):99-111.
- [8] Persch AC, Gugiu PC, Vellozo CA, et al. Rasch Analysis of the wrist and hand Fugl-Meyer: Dimensionality and item-Level characteristics [J]. J Neurol Phys Ther, 2015, 39(3):185-192.
- [9] Kang JH, Kim MW, Park KH, et al. The effects of additional electrical stimulation combined with repetitive transcranial magnetic stimulation and motor imagery on upper extremity motor recovery in the subacute period after stroke: A preliminary study. [J]? Medicine (Baltimore). 2021;100(35):e27170.
- [10] Smania N, Montagnana B, Faccioli S, et al. Rehabilitation of somatic sensation and related deficit of motor control in patients with pure sensory stroke[J]. Archives of Physical Medicine & Rehabilitation, 2003, 84(11):1692-1702.
- [11] 陈煌, 黎蔚华, 罗青, 等. 脑梗死早期康复现状的调查与分析[J]. 广东医学, 2018, 039(2):278-282.
- [12] Lee H, Paolo T, Aamani B, et al. Upper Extremity Proprioception in Healthy Aging and Stroke Populations, and the Effects of Therapist- and Robot-Based Rehabilitation Therapies on Proprioceptive Function[J]. Frontiers in Human Neuroscience, 2015, 9(15):120.
- [13] Kim GJ, Parnandi A, Eva S, et al. The use of wearable sensors to assess and treat the upper extremity after stroke: a scoping review[J]. Disabil Rehabil. 2021;1(30):1-20.
- [14] Lin J H, Hsueh I P, Sheu C F, et al. Psychometric properties of the sensory scale of the Fugl-Meyer Assessment in stroke patients[J]. Clinical Rehabilitation, 2004, 18(4):391-397.
- [15] Crofts A, Kelly ME, Gibson CL. Imaging Functional Recovery Following Ischemic Stroke: Clinical and Preclinical fMRI Studies. J Neuroimaging. 2020, 1(30):5-14.
- [16] Aihara T, Shimokawa T, Ogawa T, et al. Resting-State Functional Connectivity Estimated With Hierarchical Bayesian Diffuse Optical Tomography. Front Neurosci. 2020, 1(14):32.
- [17] Chen W L, Wagner J, Heugel N, et al. Functional Near-Infrared Spectroscopy and Its Clinical Application in the Field of Neuroscience: Advances and Future Directions[J]. Frontiers in Neuroscience, 2020, 9(14):724.
- [18] Arun K M, Smitha K A, Sylaja P N, et al. Identifying Resting-State Functional Connectivity Changes in the Motor Cortex Using fNIRS During Recovery from Stroke[J]. Brain Topography, 2020, 33(6):710-719.
- [19] Hong K S, Bhutta M R, Liu X, et al. Classification of somatosensory cortex activities using fNIRS[J]. Behavioural Brain Research, 2017, 333:225-234.
- [20] Delorme M, V Er Gotte G, Perrey S, et al. Time course of sensorimotor cortex reorganization during upper extremity task accompanying motor recovery early after stroke: An fNIRS study[J]. Restorative neurology and neuroscience, 2019, 37(3):207-218.
- [21] Kessner S S, Schlemm E, Cheng B, et al. Somatosensory Deficits After Ischemic Stroke: Time Course and Association With Infarct Location[J]. Stroke, 2019, 50(5):1116-1123.
- [22] 穆景颂, 倪朝民, 陈进, 等. 脑梗死患者日常生活活动能力影响因素的分析[J]. 中国康复, 2014, 29(1):12-14.
- [23] Wei Y Y, Chen Q, Curtin A, et al. Functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) as a tool to assist the diagnosis of major psychiatric disorders in a Chinese population[J]. European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience, 2021, 271(4):745-757.
- [24] Takizawa R, Fukuda M, Kawasaki S, et al. Neuroimaging-aided differential diagnosis of the depressive state[J]. Neuroimage, 2014, 85(1):498-507.

• 外刊拾粹 •

伸膝肌无力和膝关节骨性关节炎的关联性研究

膝关节骨性关节炎是老年人出现疼痛和功能障碍的主要原因。这篇 meta 分析旨在更好地理解伸膝肌无力和偶发症状性或影像学膝关节骨性关节炎风险之间的关联。对前瞻性和回顾性队列研究以及至少随访两年的随机对照试验进行文献综述。所有的研究要评估基线时伸膝肌肌力, 以及结构性或症状性骨性关节炎。这项研究选择了 11 项研究进行 meta 分析。其中 3 项研究的数据表明, 女性和男性的伸膝肌无力都与偶发症状性关节炎有关。另外, 其中 7 项研究的数据表明, 女性和男性的伸膝肌无力和影像学胫腓骨关节炎有关。结论: 这项研究发现, 在男性和女性中, 伸膝肌无力与膝关节骨性关节炎风险增加有关。

(张长杰, 王玫懿 译)

oiestad B, et al. Knee Extensor Muscle Weakness is a Risk Factor for the Development of Knee Osteoarthritis: An Updated, Systematic Review and Meta-analysis Including 46819 Men and Women. Br J Sports Med. 2021;0: 1-8. Doi: 10.1136/Bjsports-2021-104861.

中文翻译 由 WHO 康复培训与研究合作中心(武汉)组织
本期由中南大学湘雅二医院 张长杰教授主译编