

# 低频重复经颅磁刺激对学龄前孤独症谱系障碍儿童执行功能及核心症状的影响

陈颖 姚春雨 李娟 杨添洋 勾丽洁  
承德医学院附属医院康复医学科, 承德 067000  
通信作者: 勾丽洁, Email: goulilie1974@163.com

**【摘要】目的** 观察低频重复经颅磁刺激(rTMS)对学龄前孤独症谱系障碍(ASD)儿童执行功能及核心症状的影响。**方法** 采用随机数字表法将 43 例学龄前 ASD 患儿分为 rTMS 组(21 例)及对照组(22 例), 2 组患儿均给予常规康复训练(包括日常项目训练及基本生活技能训练), rTMS 组在此基础上辅以 1 Hz 低频 rTMS 治疗。于干预前、干预 8 周后分别采用学龄前儿童执行功能行为量表(BRIEF-P 量表)、社会反映量表(SRS 量表)、重复行为量表-修订版(RBS-R)及儿童孤独症评定量表(CARS 量表)对 2 组患儿疗效情况进行评定。**结果** 干预 8 周后 2 组患儿 BRIEF-P 总分、SRS 评分、RBS-R 评分及 CARS 评分均较治疗前明显改善( $P < 0.05$ ), 并且 rTMS 组 BRIEF-P 总分、SRS 评分、RBS-R 评分及 CARS 评分[分别为(95.70±17.82)分、(79.20±11.11)分、(14.40±7.63)分和(32.63±4.52)分]亦显著优于对照组水平( $P < 0.05$ ); 干预后 2 组患儿 BRIEF-P 抑制因子、组织计划因子、抑制自我控制指数、元认知指数评分及 rTMS 组 BRIEF-P 情感控制因子、工作记忆因子和认知灵活性指数评分均较治疗前明显改善( $P < 0.05$ ), 并且 rTMS 组抑制因子、情感控制因子、工作记忆因子、抑制自我调控指数、认知灵活性指数及元认知指数评分[分别为(24.10±5.55)分、(14.60±3.25)分、(21.80±4.18)分、(38.70±8.26)分、(33.30±6.19)分及(38.30±7.18)分]亦显著优于对照组水平( $P < 0.05$ )。**结论** 在常规康复干预基础上辅以低频 rTMS 治疗可有效改善学龄前 ASD 儿童执行功能障碍及核心症状, 对减轻 ASD 患儿病情程度具有重要作用。

**【关键词】** 重复经颅磁刺激; 孤独症谱系障碍; 学龄前儿童; 执行功能; 核心症状  
DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.06.007

## Low-frequency transcranial magnetic stimulation can improve the executive functioning and core symptoms of preschool children on the autism spectrum

Chen Ying, Yao Chunyu, Li Juan, Yang Tianyang, Gou Lijie

Rehabilitation Department, Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde 067000, China

Corresponding author: Gou Lijie, Email: goulilie1974@163.com

**【Abstract】Objective** To explore the effect of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) on the executive functioning and core symptoms of preschool children on the autism spectrum. **Methods** Forty-three preschool children showing signs of autism were randomly divided into an rTMS group of 21 and a control group of 22. In addition to routine rehabilitation and training in basic living skills, the rTMS group was additionally provided with 1Hz rTMS for 8 weeks. Before and after the treatment, both groups were evaluated using the preschool version of the Behavior Rating Inventory for Executive Function (BRIEF-P), the Social Responsiveness Scale (SRS), the revised version of the Repetitive Behavior Scale (RBS-R) and the Child Autism Rating Scale (CARS). **Results** After the 8 weeks of treatment, the average BRIEF-P, SRS, RBS-R and CARS scores of both groups had improved significantly, but the rTMS group's averages were then significantly better than those of the control group. **Conclusions** Low-frequency rTMS in addition to conventional rehabilitation intervention can significantly improve the executive functioning and core symptoms of preschool children on the autism spectrum.

**【Key words】** Transcranial magnetic stimulation; Autism; Preschool children; Executive functioning  
DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.06.007

孤独症谱系障碍(autism spectrum disorder, ASD)是一种神经发育障碍性疾病,大多起病于幼儿时期,由

于该病缺乏特定的生物学标志物,故患儿核心症状(即社交沟通障碍和受限、重复的行为或兴趣模式等)

通常是其主要诊断依据<sup>[1]</sup>。另外 ASD 患儿还常伴有不同程度的执行功能障碍,能进一步加重患儿核心症状,而良好的执行功能有助于减缓 ASD 病情进展<sup>[2]</sup>,故寻找有效干预手段改善 ASD 患儿执行功能障碍具有重要临床意义。当前国内、外各大康复医疗机构针对 ASD 患儿执行功能障碍多以传统疗法为主,如早期介入“丹佛”模式、“地板时光”训练及结构化教育<sup>[2]</sup>等;但这些传统干预方法往往受场地、专业人员技术、资金及治疗周期等因素限制,使得患儿无法获得充足的治疗机会,进而对其病情缓解造成阻碍。随着脑科学技术不断发展,重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)逐渐应用于治疗 ASD 患儿并取得不错疗效<sup>[3]</sup>。基于此,本研究以学龄前 ASD 患儿作为受试对象,在常规康复干预基础上辅以低频 rTMS 治疗,观察其对患儿执行功能及核心症状的改善作用,发现康复疗效满意。

## 对象与方法

### 一、研究对象与分组

选取 2020 年 3 月至 2021 年 3 月期间在承德医学院附属医院康复科就诊的学龄前 ASD 患儿作为研究对象,患儿纳入标准包括:①均符合美国精神疾病诊断与统计手册第 5 版(diagnostic and statistical manual of mental disorders, DSM-V)关于 ASD 的诊断标准<sup>[1]</sup>,并且患儿在日常生活中表现出执行功能障碍;②年龄 < 6 岁;③患儿家属对本研究知晓并签署知情同意书,同时本研究经承德医学院附属医院伦理学委员会审批(CYFYLL2021100);④患儿为右利手。患儿排除标准包括:①患有儿童精神疾病或脑电图有异常、既往有癫痫发作史或一级亲属患有癫痫症;②正在服用改善执行功能障碍或相关症状的药物;③合并有脑外伤或其它重要脏器疾病等;④过去曾接受过 rTMS 治疗;⑤体内有金属植入物;⑥因各种原因无法配合治疗等。经过筛选最终共有 43 例学龄前 ASD 患儿符合上述要求,采用随机数字表法将其分为 rTMS 组(21 例)及对照组(22 例),观察期间 rTMS 组、对照组分别脱落 1 例、2 例患儿,最终 2 组患儿一般资料情况(详见表 1)经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。

表 1 入选时 2 组患儿一般资料情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	病程 (月, $\bar{x} \pm s$ )
		男	女		
对照组	20	15	5	3.65±0.68	10.15±3.83
rTMS 组	20	14	6	3.95±0.85	11.15±5.35

### 二、治疗方法

2 组患儿均给予常规康复训练, rTMS 组患儿在

此基础上辅以 1.0 Hz 低频 rTMS 干预,具体治疗方法如下。

1. 常规康复训练:主要由日常项目训练及基本生活技能训练组成。日常项目训练包括行为分析训练、语言训练、感觉统合训练、小组及集体课堂训练、心理健康教育等,其中有大量涉及执行功能的训练项目,分别是:①注意力及灵活性训练,如串珠子、捡豆子、抛/接小篮球、踢足球、“抢椅子”游戏等;②记忆力训练,如从复述简单词组、数字过渡到复述短句、数字串或开展行为模仿训练;③组织及计划能力训练,如堆积木、拼图、仿真厨房过家家游戏等。基本生活技能训练包括穿脱衣服、盥洗、吃饭、如厕、打扫卫生等,患儿上述各项训练均在家长指导及帮助下完成,训练过程遵循由简到繁渐进原则。上述常规康复训练每次持续约 30 min,每日训练 1 次,每周训练 5 d,连续训练 8 周

2. rTMS 刺激:采用武汉依瑞德公司产 CCY-1 型经颅磁刺激仪及儿童专用圆形磁刺激线圈。治疗前患儿取坐位并正确佩戴定位帽,选择单脉冲模式刺激患儿左侧拇指运动皮质区(M1 区),通过不断微调磁刺激部位及刺激量,以 10 次连续刺激中至少有 5 次能诱发拇短展肌运动诱发电位(motor evoked potential, MEP)波幅 > 50  $\mu\text{V}$  的最小磁刺激强度为患儿静息运动阈值(rest motor threshold, RMT)。在正式治疗时患儿取坐位并佩戴定位帽,为保证患儿配合治疗,可让其观看喜欢的动画片或听音乐或玩简单的小玩具等,选取患儿左侧前额叶背外侧皮质区(dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC)作为刺激靶点,磁刺激频率为 1 Hz,磁刺激强度为 80% RMT,每个序列刺激时间为 10 s,每个序列结束后间隔 5 s,磁脉冲总量约为 1200 次,每次治疗 30 min,每日治疗 1 次,每周治疗 5 d,共治疗 8 周。

### 三、疗效评估分析

于干预前、干预 8 周后由 2 组患儿家长完成相关问卷量表调查,再由一位不参与干预且对分组不知情的康复医师进行疗效评定,具体评定方法如下。

1. 执行功能评定:选用中文版(父母版)学龄前儿童执行功能行为量表(behavior rating inventory of executive function-preschool version, BRIEF-P)进行评定,该量表信度、效度良好,适用于 2~5 岁儿童群体,其评定内容涉及 5 个因子(包括抑制、转换、情感控制、工作记忆及组织计划)及 3 个维度[包括抑制自我调控指数(如抑制、情感控制)、认知灵活性指数(如转换、情感控制)及元认知指数(如工作记忆、组织计划)],共有 63 个评定项目,每个项目按 1~3 级标准评分(1 分表示从不,2 分表示有时,3 分表示经常),满分为 189 分,得分越高表示患儿执行功能受

损情况越严重<sup>[4]</sup>。

2. 社会交往评定: 选用社会反应量表 (social responsiveness scale, SRS) 进行评定, 该量表共包括 65 个评定项目, 每个项目采用 4 分制评分法, 分值范围 1 分 (没有) ~ 4 分 (总是), 满分为 260 分, 得分越高表示患儿社会交往障碍程度越严重<sup>[5]</sup>。

3. 刻板行为评定: 选用重复行为量表修订版 (repetitive behavior scale-revised, RBS-R) 进行评定, 该量表共有 43 个评定项目, 其评分标准如下: 3 分表示存在重度行为问题, 2 分表示存在中度行为问题, 1 分表示存在轻度行为问题, 0 分表示无行为问题。该量表满分为 129 分, 得分越高表示 ASD 患儿重复刻板行为越严重<sup>[6]</sup>。

4. 孤独症程度评定: 选用儿童孤独症量表 (child autism rating scale, CARS) 进行评定, 该量表共有 15 个评定项目, 每个项目均按 1~4 级标准计分 (分别计 1~4 分), 1 分表示正常, 2 分表示轻度异常, 3 分表示中度异常, 4 分表示严重异常, 总分为 60 分, 得分越高表示患儿孤独症程度越严重<sup>[7]</sup>。

四、统计学方法

本研究所得计量资料以 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 采用 SPSS 26.0

版统计学软件包进行数据分析, 计数资料比较采用  $\chi^2$  检验, 计量资料组内比较采用配对样本  $t$  检验, 组间比较采用独立样本  $t$  检验,  $P < 0.05$  表示差异具有统计学意义。

结 果

干预前 2 组患儿 BRIEF-P 各因子及各维度评分、SRS 评分、RBS-R 评分和 CARS 评分组间差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 干预 8 周后 2 组患儿 BRIEF-P 抑制因子、组织计划因子、抑制自我调控指数和元认知指数评分、SRS 评分、RBS-R 评分、CARS 评分及 rTMS 组 BRIEF-P 情感控制、工作记忆、认知灵活性指数评分均较治疗前明显改善 ( $P < 0.05$ ); 通过进一步组间比较发现, 干预后 rTMS 组 SRS 评分、RBS-R 评分、CARS 评分、BRIEF-P 抑制、情感控制、工作记忆因子、抑制自我调控指数、认知灵活性指数及元认知指数评分均显著优于对照组水平, 组间差异均具有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 干预后 2 组患儿 BRIEF-P 转换因子及对照组 BRIEF-P 情感控制、工作记忆因子和认知灵活性指数评分均较治疗前无明显改善 ( $P > 0.05$ )。具体数据见表 2、表 3 及表 4。

表 2 干预前、后 2 组患儿 SRS、RBS-R、CARS 及 BRIEF 量表评分比较 (分,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	SRS 评分	RBS-R 评分	CARS 评分	BRIEF 总分
对照组					
干预前	20	92.80±18.12	24.65±11.12	40.65±5.74	117.40±21.32
干预后	20	87.95±15.60 <sup>a</sup>	20.35±9.48 <sup>a</sup>	37.68±5.62 <sup>a</sup>	109.65±19.05 <sup>a</sup>
rTMS 组					
干预前	20	91.90±13.27	23.85±10.17	41.75±6.43	115.95±24.58
干预后	20	79.20±11.11 <sup>ab</sup>	14.40±7.63 <sup>ab</sup>	32.63±4.52 <sup>ab</sup>	95.70±17.82 <sup>ab</sup>

注: 与组内干预前比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$ ; 与对照组干预后比较, <sup>b</sup> $P < 0.05$

表 3 干预前、后 2 组患儿 BRIEF-P 量表各因子评分比较 (分,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	抑制		情感控制		工作记忆	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
对照组	20	33.20±6.26	28.45±6.13 <sup>a</sup>	20.00±3.43	19.30±3.26	26.35±6.52	25.65±6.11
rTMS 组	20	31.10±7.26	24.10±5.55 <sup>ab</sup>	18.95±4.48	14.60±3.25 <sup>ab</sup>	26.80±6.00	21.80±4.18 <sup>ab</sup>
组别	例数	组织计划		转换			
		干预前	干预后	干预前	干预后		
对照组	20	20.10±3.66	18.10±3.96 <sup>a</sup>	17.75±3.19	18.15±3.41		
rTMS 组	20	20.35±4.63	16.50±4.24 <sup>a</sup>	18.75±3.43	18.70±3.77		

注: 与组内干预前比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$ ; 与对照组干预后比较, <sup>b</sup> $P < 0.05$

表 4 干预前、后 2 组患儿 BRIEF-P 量表各维度评分比较 (分,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	抑制自我控制指数		认知灵活性指数		元认知指数	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
对照组	20	53.20±9.37	47.75±8.53 <sup>a</sup>	37.75±6.51	38.00±6.90	46.45±9.82	43.75±8.83 <sup>a</sup>
rTMS 组	20	50.05±11.66	38.70±8.26 <sup>ab</sup>	37.70±7.76	33.30±6.19 <sup>ab</sup>	47.15±10.15	38.30±7.18 <sup>ab</sup>

注: 与组内干预前比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$ ; 与对照组干预后比较, <sup>b</sup> $P < 0.05$

## 讨 论

本研究结果显示,干预后 2 组患儿 BRIEF-P 总分、SRS、RBS-R 及 CARS 评分均较治疗前明显改善 ( $P<0.05$ ),并且 rTMS 组上述量表评分亦显著优于对照组水平 ( $P<0.05$ ),表明在常规康复训练基础上辅以 1 Hz 低频 rTMS 干预能明显改善 ASD 患儿执行功能及核心症状,有助于缓解患儿社交障碍及异常行为模式。

执行功能是机体通过自我调节和自我导向使自身朝着制订目标行进的认知技能,当机体前额叶皮质区或相关神经回路出现病变时,该功能可能发生障碍,表现为自我抑制、组织计划或工作记忆能力等不同程度受损<sup>[8]</sup>,其中左侧 DLPFC 区对控制机体执行功能具有重要作用,如有研究发现,ASD 患者额叶存在广泛病变,且以左侧 DLPFC 区病变程度较显著<sup>[9]</sup>。ASD 患儿执行功能障碍在学龄前期就有所表现,并贯穿整个发育过程。目前关于 ASD 患儿出现执行功能障碍的机制尚未明确,有研究认为可能与以下原因相关:①抑制缺陷——根据 Casanova 等<sup>[10]</sup>提出的 ASD“微柱”病变理论,在 ASD 个体发育过程中,其局灶性皮质发育不良、神经元迁移异常常常导致大脑“微柱”外周具有侧抑制作用的中间神经元数量减少。②大脑网络连接异常——与正常对象比较,ASD 个体在不同时期其大脑连接呈现不同特点,如有学者通过弥散张量成像检查发现,幼儿时期 ASD 个体大脑白质各向异性分数较正常幼儿明显增加,大脑网络呈现“过度连接”状态;随着年龄增长,其大脑各区域间又呈现连接不足特征,以额-顶叶、额-枕叶异常表现尤为显著,而且这种缺陷若未得到积极干预可能会逐渐加重并持续到成年时期<sup>[11]</sup>。

rTMS 是一种安全、无创的新型脑刺激手段,该疗法对大脑皮质兴奋性具有持续调控作用<sup>[3]</sup>。当前有大量临床报道,rTMS 在治疗 ASD 患儿执行功能障碍方面具有积极作用,如 Sokhadze 等<sup>[12]</sup>研究显示,入选 ASD 患儿经 1 Hz rTMS 刺激后,其在执行 Kanizsa 错觉图形任务中的准确率及刺激分辨率指标均较干预前明显提高;佟祯等<sup>[11]</sup>报道,低频 rTMS 能增强神经元抑制效应,改善大脑网络“过度连接”状态。本研究也观察到类似结果,如 rTMS 组患儿左侧 DLPFC 区经 1 Hz rTMS 连续干预 8 周后,其执行功能较对照组明显改善,并以抑制、情感控制及工作记忆因子改善情况尤为显著 ( $P<0.05$ ),同时对应的抑制自我控制指数、认知灵活性指数及元认知指数评分也明显降低 ( $P<0.05$ )。关于 rTMS 改善 ASD 患儿执行功能的作用机制可能包括以下方面:①低频 ( $\leq 1$  Hz) rTMS 通过刺激 ASD 患儿大脑皮质“微柱”外周的中间神经元轴突,能

促进抑制性递质 GABA 产生,调节患儿大脑皮质兴奋/抑制偏差状态,从而改善患儿抑制缺陷<sup>[3]</sup>;②rTMS 能增强大脑各部位功能连通性,有助于脑神经网络间(如前额叶-顶叶、前额叶-纹状体等神经传导通路)相互作用并对相关部位功能产生影响<sup>[13]</sup>;③rTMS 刺激左侧 DLPFC 区能改善前额叶皮质区血流动力学参数及脑内代谢活性<sup>[14]</sup>,从而有效增强执行功能各因子间的协作能力。另外本研究对象均为学龄前儿童,其大脑发育处于活跃时期,该阶段患儿神经细胞形态及功能可塑性较强,随着 rTMS 治疗频次增加,对增强患儿执行功能疗效具有累积效应。

目前关于 ASD 患儿核心症状的病理学机制尚未明确,有学者提出心理理论假说、弱中央统合理论及执行功能障碍等理论<sup>[15]</sup>,其中执行功能障碍理论解释了 ASD 患儿核心症状中的社交沟通与行为问题<sup>[16]</sup>。本研究入选 ASD 患儿左侧 DLPFC 区经 8 周 1 Hz 低频 rTMS 干预后,其 SRS 评分及 RBS-R 评分均较治疗前改善并优于对照组 ( $P<0.05$ ),提示患儿社交障碍、刻板行为等核心症状均明显改善,造成上述结果的原因可能与 rTMS 组 ASD 患儿执行功能增强有关。

综上所述,在常规康复干预基础上辅以低频 rTMS 刺激,能明显增强 ASD 患儿执行功能,改善其核心症状;需要指出的是,采用 rTMS 治疗 ASD 患儿还处于探索阶段,故磁刺激参数及治疗方案等还需进一步优化;同时本研究还存在样本量偏少、缺乏客观评估指标、治疗及随访时间较短等不足,对结果准确性可能产生一定影响,后续研究需针对上述问题进一步完善,以获取更准确结论。

## 参 考 文 献

- [1] Gnanavel S, Robert RS. Diagnostic and statistical manual of mental disorders, fifth edition, and the impact of events scale-revised [J]. Chest, 2013, 144 (6): 1974. DOI: 10.1378/chest.13-1691.
- [2] Freeman LM, Locke J, Rotheram-Fuller E, et al. Brief report: examining executive and social functioning in elementary-aged children with autism [J]. J Autism Dev Disord, 2017, 47 (6): 1890-1895. DOI: 10.1007/s10803-017-3079-3.
- [3] Oberman LM, Enticott PG, Casanova MF, et al. Transcranial magnetic stimulation in autism spectrum disorder: Challenges, promise, and roadmap for future research [J]. Autism Res, 2016, 9 (2): 184-203. DOI: 10.1002/aur.1567.
- [4] 路腾飞, 帅澜, 张劲松, 等. 中文版学龄前儿童执行功能行为评定问卷(BRIEF-P)父母版的效度和信度 [J]. 中国心理卫生杂志, 2017, 31 (2): 138-143. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6729.2017.02.009.
- [5] Moody EJ, Reyes N, Ledbetter C, et al. Screening for autism with the SRS and SCQ: variations across demographic, developmental and behavioral factors in preschool children [J]. J Autism Dev Disord, 2017, 47 (11): 3550-3561. DOI: 10.1007/s10803-017-3255-5.
- [6] He H, Ye N, Yi L, et al. Validating the repetitive behavior scale-revised

- for children in China aged 3 to 8 with autism spectrum disorder[J]. *J Autism Dev Disord*, 2019, 49(12):4941-4956. DOI:10.1007/s10803-019-04210-x.
- [7] 卢建平,杨志伟,舒明耀,等.儿童孤独症量表评定的信度、效度分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2004, 14(13):119-121. DOI:10.3969/j.issn.1005-8982.2004.13.037.
- [8] Bausela HE, Tirapu UJ, Cordero AP. Executive function deficits and neurodevelopmental disorders in childhood and adolescence[J]. *Rev Neurol*, 2019, 69(11):461-469. DOI:10.33588/rn.6911.2019133.
- [9] Perkins TJ, Stokes MA, McGillivray JA, et al. Increased left hemisphere impairment in high-functioning autism: a tract based spatial statistics study[J]. *Psychiatry Res*, 2014, 224(2):119-123. DOI:10.1016/j.psychres.2014.08.003.
- [10] Casanova MF, Sokhadze EM, Casanova EL, et al. Translational neuroscience in autism: from neuropathology to transcranial magnetic stimulation therapies[J]. *Psychiatr Clin North Am*, 2020, 43(2):229-248. DOI:10.1016/j.psc.2020.02.004.
- [11] 佟祯,丁萌,李小隼,等.低频重复经颅磁刺激对孤独症儿童脑电节律的影响[J]. *生物医学工程学杂志*, 2018, 35(3):337-342. DOI:10.7507/1001-5515.201707001.
- [12] Sokhadze EM, Lamina EV, Casanova EL, et al. Exploratory study of rTMS neuromodulation effects on electrocortical functional measures of performance in an oddball test and behavioral symptoms in autism[J]. *Front Syst Neurosci*, 2018, 12(2):20. DOI:10.3389/fnsys.2018.00020.
- [13] 任萍,秦幸娜,李小隼.经颅磁刺激干预自闭症的理论基础和应用[J]. *中华神经医学杂志*, 2017, 16(6):643-648. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-8925.2017.06.021.
- [14] Hellmann J, Juttner R, Roth C, et al. Repetitive magnetic stimulation of human-derived neuron-like cells activates cAMP-CREB pathway[J]. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*, 2012, 262(1):87-91. DOI:10.1007/s00406-011-0217-3.
- [15] 徐云,曹秀爱.孤独症儿童中央执行系统研究进展[J]. *中国临床心理学杂志*, 2020, 28(4):713-717. DOI:10.16128/j.cnki.1005-3611.2020.04.013.
- [16] Friedman L, Sterling A. A review of language, executive function, and intervention in autism spectrum disorder[J]. *Semin Speech Lang*, 2019, 40(4):291-304. DOI:10.1055/s-0039-1692964.

(修回日期:2022-03-28)

(本文编辑:易浩)

· 外刊撷英 ·

## Hyperbaric oxygen therapy mobilized circulating stem cells and improved delayed encephalopathy after acute carbon monoxide poisoning with up-regulation of brain-derived neurotrophic factor 【Zhang L, Sun Q, Xin Q, et al. *Am J Emerg Med*, 2021, 42: 95-100.】

**Background** Delayed encephalopathy (DE) is the most severe complication after acute carbon monoxide (CO) poisoning, which seriously affects the outcome of patients and leads to a high disability rate. Prior studies have shown that hyperbaric oxygen (HBO2) therapy is therapeutic for DE due to reducing immune-mediated neuropathology and thus improving cognitive performance.

**Methods** In our present perspective study, five DE patients were treated regularly with HBO2 therapy. The mini-mental state examination (MMSE) and Barthel index (BI) were intermittently collected during their hospitalization for mental and physical status evaluation, the peripheral bloods were serially sampled to determine the concentration changes of circulating stem cells, as well as corresponding BDNF and neural markers.

**Results** MMSE and BI showed series of improvements after multiple HBO2 therapies. The CD34+/CD90+ and CD34+/CD133+ dual positive cells, which were categorized as circulating stem cells, were observed an overall up-regulation since the beginning of the DE onset upon the application of HBO2 therapy. Characteristic neurotrophin BDNF, neural markers such as nestin and synaptophysin (SYP) were also up-regulated after exposure of HBO2. **Conclusion** The application of HBO2 therapy is of significance in improving the cognition of DE patients, along with mobilized circulating stem cells.

**Conclusion** We primarily infer that the CD34+/CD90+ and CD34+/CD133+ cells were mobilized by HBO2 exposure and have played a positive role in cognition improvement on DE patients by up-regulation of BDNF, nestin and SYP. The altering amount of circulating stem cells mobilized in peripheral blood could be a potential marker on predicting the outcome of DE.