

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2025.08.010

◆ 临床医学研究 ◆

节律性听觉刺激对脑卒中共济失调患者步态和平衡能力的影响

杨宇琦^{1,2}, 厉含之^{1,2}, 张晓颖^{2,3}, 高明明^{2,4}, 杨凌宇^{1,2}, 刘丽旭^{2,5}

(1. 中国康复研究中心神经康复一科;2. 首都医科大学康复医学院;中国康复研究中心·北京博爱医院,3. 心理科音乐治疗中心;4. 康复评定科;5. 贵宾科,北京 100068)

【摘要】目的: 探讨节律性听觉刺激(RAS)对脑卒中共济失调患者步态和平衡能力的影响。**方法:** 选取 60 例脑卒中共济失调患者为研究对象,依据治疗方式不同分为对照组及 RAS 组,每组各 30 例。对照组患者接受常规康复治疗及在节拍器伴奏下步态训练治疗;RAS 组患者接受常规康复治疗及音乐治疗师乐器伴奏下步态训练治疗,两组均持续治疗 4 周。比较两组患者共济失调[国际合作共济失调评分量表(ICARS)评分]、步态能力[计时起立行走测试量表(TUGT)评分]及平衡能力[Berg 平衡量表(BBS)评分]、二维步态分析系统步态参数(步速、步长及步幅)及平衡功能测试系统压力中心(COP)参数(睁眼时及闭眼时 COP 摆摆长度及 COP 摆摆区域)。**结果:** 治疗后,RAS 组患者 ICARS、TUGT 及 BBS 评分变化程度均大于对照组($P < 0.05$);速度、步长及步幅变化程度大于对照组($P < 0.05$);睁眼时 COP 摆摆长度及 COP 摆摆区域、闭眼时 COP 摆摆长度及 COP 摆摆区域变化程度大于对照组($P < 0.05$)。**结论:** 采用 RAS 结合步态训练,能有效改善脑卒中共济失调患者共济失调症状,提高步速、步长及步幅等步态参数,增强平衡能力,降低重心摇摆幅度,在改善患者步态和平衡方面具有明显优势。

【关键词】 脑卒中;共济失调;步态训练;节律性听觉刺激

【中图分类号】 R749 **【文献标志码】** A

Effects of rhythmic auditory stimulation on gait and balance abilities in patients with stroke with ataxia

YANG Yu-qi^{1,2}, LI Han-zhi^{1,2}, ZHANG Xiao-ying^{2,3}, GAO Ming-ming^{2,4}, YANG Ling-yu^{1,2}, LIU Li-xu^{2,5}

(1. Department of Neurorehabilitation I, China Rehabilitation Research Center; 2. School of Rehabilitation, Capital Medical University; 3. Music Therapy Center; 4. Department of Rehabilitation; 5. VIP Department, Beijing Boai Hospital, China Rehabilitation Research Center, Beijing 100068, China)

【Abstract】 Objective: To explore the effects of rhythmic auditory stimulation (RAS) on gait and balance abilities in patients with stroke with ataxia. **Methods:** 60 patients with stroke ataxia were prospectively studied and divided into control ($n = 30$) and RAS group ($n = 30$) according to different treatment methods. The control group received conventional rehabilitation therapy and gait training accompanied by a metronome. The patients in the RAS group received conventional rehabilitation therapy and gait training accompanied by a music therapist. Both groups received continuous treatment for 4 weeks. Ataxia [International Cooperative Ataxia Rating Scale (ICARS) score], gait ability [Timed Upward Walking Test (TUGT) score], balance ability [Berg Balance Scale (BBS) score], gait parameters of the two-dimensional gait analysis system (pace, stride, and stride), and pressure center (COP) parameters of the balance function testing system (COP swing length and COP swing area when opening and closing eyes) were compared between the two groups. **Results:** After treatment, the degree of change of ICARS, TUGT and BBS in the RAS group was greater than that in the control group ($P < 0.05$). The degree of change in speed, stride length and stride length was greater in the RAS group than in the control group ($P < 0.05$). After treatment, the degree of change in the RAS group was greater than that of the control group in terms of the COP swing length at eye opening, the COP swing area at eye opening, the COP swing length at eye closing, and the COP swing area at eye closing ($P < 0.05$). **Conclusion:** The use of RAS combined with gait training can effectively improve ataxia symptoms in patients with stroke ataxia, improve gait parameters such as stride speed, stride length and stride length, enhance balance ability and reduce the amplitude of center of gravity sway, which has significant advantages in improving patients' gait and balance.

【Key words】 Stroke; Ataxia; Gait training; Rhythmic auditory stimulation

基金项目: 中国康复中心科研项目(2022ZX-19)

作者简介: 杨宇琦(1981-),女,博士后,副主任医师。E-mail:yangyuqi81@sina.cn

通讯作者: 刘丽旭,博士后。E-mail:liulixu_23@sina.com

脑卒中的死亡率及致残率较高,其中共济失调为该病较常见的并发症,可导致患者出现步态改变、痉挛、步态障碍、感觉丧失、平衡障碍、虚弱、下肢功能障碍及运动异常^[1]。步态改变又包含步幅变短、步速减慢、双支撑持续时间增加、下肢关节活动范围变小及站立时间减少等,不仅会对患者日常生活造成严重影响,还将增加患者跌倒风险,从而导致功能受限、行动不便、受伤甚至死亡^[2-3]。因此,改善步态及平衡能力被视为脑卒中患者有效康复训练的重要治疗目标。另外,部分研究^[4-6]表明,节律性听觉刺激(rhythmic auditory stimulation, RAS)为一种基于音乐的治疗方式,其可通过有节奏性的刺激肌肉动作及肢体运动来产生生理效应,从而提高患者运动控制能力。目前,对RAS联合常规康复治疗的不同结果的测量研究还比较缺乏。为优化康复方案,建立适当对照组来确定这种联合治疗是否比无RAS的传统康复治疗联合步态训练提供更好的效果至关重要。本研究旨在探讨RAS对脑卒中共济失调患者步态和平衡能力的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2022年7月至2025年1月中国康复研究中心北京博爱医院收治的60例脑卒中共济失调患者为研究对象,依据治疗方式不同分为对照组及RAS组,每组各30例。本研究经医院医学伦理委员会批准,患者知情同意。两组患者一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。纳入标准:(1)患者均首次诊断为脑卒中,诊断标准参考《脑血管健康管理与脑卒中早期预防专家共识》^[7],且经CT等影像学检测确诊;(2)患者均能够至少独立行走>10 m;(3)18岁≤年龄≤75岁;(3)患者依从性较好,有足够的遵循能力。排除标准:(1)无法正常沟通;(2)伴有恶性肿瘤;(3)伴有严重视觉或听觉缺陷;(4)伴有周围神经病变或下肢骨关节疾患影响步行及平衡功能。

1.2 方法

两组患者均采用常规康复方案治疗,内容包含运动疗法治疗、步态训练治疗、物理治疗、悬吊训练等。RAS组接受RAS步态训练(5次/周,30 min):患者使用节拍器在治疗师的吉他伴奏下进行步态训练。利用一个演奏音乐节拍的节拍器来强调患者节奏,并设置为直接与患者的步态相匹配。患者被要求与节拍器的节奏和音乐同时行走10 min,然后在椅子上休息3 min,并将这步骤重复3次。对照组患者节拍器伴奏步态训练:患者接受相同数量步态训练,步态距离及时间均相同。遭受复发性中风或跌倒损伤患者被终止并排除在最终分析之外。两组患者均治疗4周。

表1 两组患者一般资料比较[$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

资料	RAS组($n=30$)	对照组($n=30$)	t/χ^2 值	P值
性别			0.617	0.432
男	19(63.33)	16(53.33)		
女	11(36.67)	14(46.67)		
年龄(岁)	56.65 ± 9.32	55.93 ± 6.79	0.343	0.734
身高(cm)	168.31 ± 6.83	167.72 ± 4.86	0.386	0.701
部位			0.271	0.602
左侧麻痹	14(46.67)	12(40.00)		
右侧麻痹	16(53.33)	18(60.00)		
病变情况			0.218	0.640
梗死	27(90.00)	28(93.33)		
出血病变	3(10.00)	2(6.67)		
持续时间(d)	70.61 ± 13.24	72.05 ± 14.92	0.395	0.694
ICARS评分(分)	45.03 ± 7.00	44.23 ± 7.2	0.436	0.664
TUGT(s)	30.98 ± 2.06	30.87 ± 2.10	0.205	0.838
BBS评分(分)	28.00 ± 3.57	28.05 ± 3.60	0.054	0.957
速度(m/s)	0.31 ± 0.10	0.32 ± 0.09	0.407	0.685
步长(m)	0.20 ± 0.02	0.19 ± 0.03	1.519	0.134
步幅(步数/min)	37.15 ± 3.24	37.24 ± 3.08	0.110	0.913
支撑阶段(%)	62.56 ± 2.63	62.64 ± 2.70	0.116	0.908
摆动阶段(%)	38.19 ± 2.16	37.98 ± 2.34	0.361	0.719
睁眼时 COP 摆摆长度(cm)	40.37 ± 5.06	40.61 ± 5.19	0.181	0.857
睁眼时 COP 摆摆区域(cm ²)	18.92 ± 3.05	18.85 ± 3.18	0.087	0.931
闭眼时 COP 摆摆长度(cm)	56.84 ± 5.52	56.67 ± 5.67	0.118	0.907
闭眼时 COP 摆摆区域(cm ²)	20.75 ± 3.41	20.82 ± 3.54	0.078	0.938
单次支撑时间(s)	1.73 ± 0.12	1.69 ± 0.12	1.291	0.202

1.3 观察指标

(1)共济失调:治疗前及治疗后采用国际合作共济失调评分量表(the International cooperative ataxia rating scale, ICARS)评分评估。分4个分量表,包括动力学功能(0~52分)、注视障碍(0~6分)、姿势和步态(0~34分)及言语障碍(0~8分),最大值为100分。得分越高,共济失调越严重。(2)步态能力:治疗前及治疗后采用计时起立行走测试量表(the timed up and go test, TUGT)评估。TUGT时间指患者从椅子上站起来,并行走3 m,转身,再回到椅子上,然后坐下来所需时间。(3)平衡功能:治疗前及治疗后采用Berg平衡量表(berg balance scale, BBS)评分评估。包括14个项目,每个项目0~4分,总分56分,得分越高则患者平衡能力越好。(4)二维步态分析系统步态参数:在患者的躯干前后、髂前上棘和髂后上棘连线的中点、大腿中部、外踝、膝盖外侧及前足部位进行标记。记录患者站立和行走4~5个步态周期的侧位图像,并导入到二维步态分析系统中。在脚跟着地、脚掌放平、脚跟抬起、脚趾抬起以及脚跟再次着地时标记时间点。此外,还标记步态周期中的其他点,以形成髋、膝和踝关节的运动曲线。从而通过软件计算两组患者速度、步长、步幅、支撑阶段及摆动阶段等步态参数。(5)平衡功

能测试系统参数:利用平衡功能测试系统,获得睁眼时压力中心(the length of center of pressure, COP) 摆摆长度、睁眼时 COP 摆摆区域、闭眼时 COP 摆摆长度、闭眼时 COP 摆摆区域及单次支撑时间。各指标变化水平=治疗后水平-治疗前水平。

1.4 统计学分析

采用 SPSS21.0 软件数据进行处理与分析。计量资料符合正态分布且方差齐性,以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较行独立样本 t 检验;计数资料以[n(%)]表示,组间比较行独立样本 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者治疗前后共济失调、步态能力及平衡能力变化水平比较

RAS 组患者治疗前后 ICARS 评分、TUGT 时间及 BBS 评分变化水平大于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 两组患者治疗前后共济失调、步态能力及平衡能力变化水平比较($\bar{x} \pm s$)

参数	RAS 组($n = 30$)	对照组($n = 30$)	t 值	P 值
ICARS(分)	-11.88 ± 3.45	-7.05 ± 2.19	6.474	< 0.001
TUGT(s)	-2.77 ± 0.54	-1.39 ± 0.53	9.99	< 0.001
BBS(分)	1.22 ± 1.19	0.46 ± 0.62	3.102	0.003

2.2 两组患者治疗前后二维步态分析系统步态参数变化水平比较

两组患者治疗前后支撑阶段及摆动阶段变化水平比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。RAS 组患者治疗前后速度、步长及步幅变化水平大于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 两组患者治疗前后二维步态分析系统步态参数变化水平比较($\bar{x} \pm s$)

参数	RAS 组($n = 30$)	对照组($n = 30$)	t 值	P 值
速度(m/s)	0.12 ± 0.05	0.05 ± 0.03	6.575	< 0.001
步长(m)	0.10 ± 0.08	0.04 ± 0.05	3.484	< 0.001
步幅(步数/min)	9.41 ± 6.38	4.10 ± 2.79	4.177	< 0.001
支撑阶段(%)	0.34 ± 0.28	0.26 ± 0.23	1.209	0.231
摆动阶段(%)	0.42 ± 0.35	0.46 ± 0.39	0.418	0.677

2.3 两组患者治疗前后平衡功能测试系统参数变化水平比较

两组患者治疗前后单次支撑时间变化水平比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。RAS 组患者治疗前后睁眼时 COP 摆摆长度及 COP 摆摆区域、闭眼时 COP 摆摆长度及 COP 摆摆区域变化水平大于

对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。

表 4 两组患者治疗前后平衡功能测试系统参数变化水平比较($\bar{x} \pm s$)

参数	RAS 组($n = 30$)	对照组($n = 30$)	t 值	P 值
睁眼时 COP 摆摆长度(cm)	-11.69 ± 1.54	-6.06 ± 1.37	14.961	< 0.001
睁眼时 COP 摆摆区域(cm^2)	-6.17 ± 0.49	-2.89 ± 0.52	25.144	< 0.001
闭眼时 COP 摆摆长度(cm)	-11.04 ± 1.25	-5.93 ± 1.54	14.111	< 0.001
闭眼时 COP 摆摆区域(cm^2)	-6.12 ± 0.68	-2.77 ± 0.93	15.927	< 0.001
单次支撑时间(s)	-0.02 ± 0.04	-0.06 ± 0.09	1.668	0.101

3 讨论

脑卒中共济失调患者会出现如语言、视觉、运动、感觉及认知障碍等一系列身体障碍,其中运动障碍会导致患者行动能力、运动功能、肌肉控制能力受限,平衡控制能力受损,造成患者姿势不稳定、身体重量转移能力下降及负重不对称,从而严重影响患者生活质量^[8-10]。因此,步态恢复往往是康复工作的重点,它不仅能加强患者身体活动,还能提高患者自理能力及参与日常生活活动的能力^[11-12]。本研究结果显示,训练后 RAS 组患者共济失调水平、步态和平衡能力的改善程度高于对照组($P < 0.05$),表明 RAS 对步态表现的改善具有有效的积极作用。

有研究^[13]提出,有节奏的听觉提示及跑步机训练可改善步长。且另一项研究表明,与传统步态训练相比,使用 RAS 进行步态训练能显著改善双支撑时间、翻滚路径长度、行走速度及步幅长度^[14]。本研究结果也显示,与常规康复训练结合步态训练(不含 RAS)相比,RAS 步态训练结合常规康复训练对脑卒中共济失调患者的速度、步长和步幅的改善效果明显($P < 0.05$)。分析原因可能为 RAS 使用像音乐一样有节奏的声音来调动大脑听觉和运动区域,通过协调肌肉运动和完善行走模式来增强步态^[15-16]。另外,两组患者睁眼时 COP 摆摆长度、睁眼时 COP 摆摆区域、闭眼时 COP 摆摆长度及闭眼时 COP 摆摆区域等平衡参数均有所改善,且 RAS 组患者的改善幅度更大($P < 0.05$),证实了在 RAS 干预下,可明显改善脑卒中共济失调患者运动功能及平衡能力^[17]。在安静的站立任务中,听觉反馈可增强姿势稳定性,使反馈控制对平衡和空间定向障碍患者的影响更为突出^[18-19]。RAS 组患者在 TUGT 和 BBS 评分方面的改善程度高于对照组($P < 0.05$),表明与对照组相比,RAS 组患者的平衡能力得到了更大改善。RAS 组对患者共济失调水平

(下转第 1034 页)

- [14] 朱桂萍,蔡慧,曾莹莹,等.奥马珠单抗 3 年长疗程治疗重度激素依赖型过敏性哮喘的疗效及安全性 [J]. 复旦学报(医学版),2023,50(1):1-7.
- [15] 沈洁如,徐佳仪,毛佳,等.支气管哮喘患者肺功能水平对呼吸道感染发病风险的影响 [J]. 中华医院感染学杂志,2024,34(5):688-692.
- [16] 马秋实,李彤,王娜. MMP9、FeNO 以及血清 IgE 与儿童哮喘急性发作严重程度的相关性分析 [J]. 实用药物与临床,2024,27(3):183-187.
- [17] 潘天宇,郭忠良,鲁立文,等.支气管哮喘—慢性阻塞性肺疾病重叠综合征患者血浆纤维蛋白原变化及其与肺功能的相关性分析 [J]. 疑难病杂志,2017,16(5):469-472.
- [18] Jie XL, Luo ZR, Yu J, et al. Pi-Pa-Run-Fei-Tang alleviates lung injury by modulating IL-6/JAK2/STAT3/IL-17 and PI3K/AKT/NF- κ B signaling pathway and balancing Th17 and Treg in murine mod-

el of OVA-induced asthma [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2023,317:116719.

- [19] 彭建忠,徐娅林. 血清 IL-10、CRP、IgE 与小儿支气管哮喘病情相关性的研究 [J]. 标记免疫分析与临床,2021,28(6):1037-1040.
- [20] 吕川,朱慧慧,刘向国,等. 基于 IL-6/JAK2/STAT3 信号轴研究阳和平喘颗粒调控哮喘大鼠气道重塑作用机制 [J]. 海南医学院学报,2024,30(1):15-20,28.
- [21] Cheng WH, Kao SY, Chen CL, et al. Amphiregulin induces CCN2 and fibronectin expression by TGF- β through EGFR-dependent pathway in lung epithelial cells [J]. Respiratory Research, 2022, 23(1):381.
- [22] Ding Z, Yu F, Sun Y, et al. ORMDL3 promotes angiogenesis in chronic asthma through the ERK1/2/VEGF/MMP-9 pathway [J]. Frontiers in Pediatrics, 2022, 9:708555.

(收稿日期:2025-02-10)

修回日期:2025-04-26)

(上接第 1008 页)

的改善效果更显著 ($P < 0.05$)。因此,在脑卒中共济失调患者的康复计划中加入 RAS 步态训练,有助于改善患者康复效果。

综上,采用 RAS 结合步态训练,能有效改善脑卒中共济失调患者共济失调症状,提高步速、步长及步幅等步态参数,增强平衡能力,降低重心摇摆幅度,在改善患者步态和平衡方面具有明显优势。

参考文献

- [1] 方惠,应美萍,毛冬梅. 肌电生物反馈联合步态平衡训练对后循环缺血性卒中伴共济失调患者的影响 [J]. 现代实用医学,2023,35(6):806-809.
- [2] Park SJ, Oh S. Changes in gait performance in stroke patients after taping with scapular setting exercise [J]. Healthcare (Basel, Switzerland), 2020, 8(2):128.
- [3] Lee JH, Kim EJ. The effect of diagonal exercise training for neuro-rehabilitation on functional activity in stroke patients: a pilot study [J]. Brain Sciences, 2023, 13(5):799.
- [4] 何学金,张通. 节律性听觉刺激对大脑前循环卒中偏瘫患者平衡功能和步行功能的影响 [J]. 北京医学,2024,46(11):935-939.
- [5] Yanagisawa S, Yasuda T, Koike M, et al. Effects of music therapy on functional ability in people with cerebral palsy: a systematic review [J]. Journal of Rural Medicine, 2022, 17(3):101-107.
- [6] Gonzalez-Hoelling S, Bertran-Noguer C, Reig-Garcia G, et al. Effects of a music-based rhythmic auditory stimulation on gait and balance in subacute stroke [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(4):2032.
- [7] 《中华健康管理学杂志》编辑委员会,中华医学会健康管理学分会,全国脑血管病防治研究办公室. 脑血管健康管理与脑卒中早期预防专家共识 [J]. 中华健康管理学杂志,2017,11(5):397-407.
- [8] 迟茜茜,张悦,张小年. 模拟马术训练对脑卒中后共济失调的效果 [J]. 中国康复理论与实践,2022,28(11):1349-1354.
- [9] Zedde M, Pasarella R. The cerebrovascular side of plasticity: microvascular architecture across health and neurodegenerative and

vascular diseases [J]. Brain Sciences, 2024, 14(10):983.

- [10] 梁奕柳,留晓强. 枸橼酸坦度螺酮治疗脑卒中后共济失调的疗效研究 [J]. 中国现代药物应用,2025,19(1):68-71.
- [11] 李宏伟,白定群. 减重步态联合平衡及协调训练对小脑梗死伴共济失调康复疗效的个案观察 [J]. 现代医药卫生,2021,37(10):1693-1695.
- [12] 李冬,张皓,刘楠,等. 认知-运动双任务训练对脑卒中恢复期患者平衡功能和步态效果的随机对照试验 [J]. 中国康复理论与实践,2024,30(9):1082-1091.
- [13] Shin J, Chung Y. The effects of treadmill training with visual feedback and rhythmic auditory cue on gait and balance in chronic stroke patients: a randomized controlled trial [J]. NeuroRehabilitation, 2022, 51(3):443-453.
- [14] Cha Y, Kim Y, Hwang S, et al. Intensive gait training with rhythmic auditory stimulation in individuals with chronic hemiparetic stroke: a pilot randomized controlled study [J]. NeuroRehabilitation, 2014, 35(4):681-688.
- [15] Janzen TB, Koshimori Y, Richard NM, et al. Rhythm and music-based interventions in motor rehabilitation: current evidence and future perspectives [J]. Frontiers in Human Neuroscience, 2022, 15:789467.
- [16] 王强,李新通,李楠,等. 动作观察疗法联合节律性听觉刺激对脑卒中恢复期患者步行功能的影响 [J]. 中国康复,2021,36(3):140-143.
- [17] Wang L, Peng JL, Xiang W, et al. Effects of rhythmic auditory stimulation on motor function and balance ability in stroke: a systematic review and meta-analysis of clinical randomized controlled studies [J]. Frontiers in Neuroscience, 2022, 16:1043575.
- [18] Mohammed A, Li S, Liu X. Exploring the potentials of wearable technologies in managing vestibular hypofunction [J]. Bioengineering (Basel, Switzerland), 2024, 11(7):641.
- [19] 左婷婷,张衍辉. 五行音乐疗法联合认知行为干预对脑卒中患者康复期的影响 [J]. 中国中医药现代远程教育,2024,22(22):153-155.

(收稿日期:2025-02-09)

修回日期:2025-04-26)