

· 综述 ·

节律性谐振在异常步态中的应用及治疗进展

高修明^{1,2} 郭琳^{1,2} 徐思维^{1,2} 项洁^{1,2}¹徐州医科大学附属医院康复医学科,徐州 221000; ²徐州医科大学医技学院,徐州 221000

通信作者:项洁,Email:xj1111@163.com

【摘要】 异常步态是康复科最常见功能障碍之一,主要表现为步行稳定性、周期性、方向性及协调性障碍,严重影响患者生活质量。近年来基于节律性谐振的步态训练利用个体步态同步到节律性视听线索的能力,进而提高患者步行功能,越来越受到人们关注,并得到相关指南推荐。本文就节律性谐振在脑卒中、帕金森病、脊髓损伤等患者异常步态中的应用及治疗进展作一综述,并从神经生理学、神经解剖学及神经心理学角度进一步论证其产生机制,为异常步态康复提供新的治疗策略。

【关键词】 节律性谐振; 异常步态; 康复

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.04.020

异常步态是康复科最常见临床症状之一,任何神经、肌肉或骨关节疾病均可能导致步行功能障碍,患者主要表现为步行稳定性、周期性、方向性及协调性障碍,严重影响其生活质量。相关研究发现,步行是人类最基本运动功能之一,同时也是一种节律性运动,而这种节律性运动在行为学上有一个独特现象,即生物体可使内在步态同步于外在的节律性视听信息提示,称之为节律性谐振^[1]。基于节律性谐振的康复训练利用个体步态同步到节律性视听线索的能力,进而提高患者步行功能,近年来越来越受到人们关注。2016 年美国脑卒中康复指南指出节律性听觉提示训练可提高患者步长及步速(B 级证据),推荐节律性听觉提示训练可作为改善患者步态的重要方法(IIb 推荐)^[2]。随着相关研究不断深入,节律性谐振的理念及技术在步态康复中已得到广泛应用,本文就节律性谐振在异常步态中应用及治疗进展做一简要综述,为相关领域研究提供理论参考。

节律性谐振现象的概述

节律性运动是人类最常见运动形式,音乐、舞蹈是最常见的节律运动。Varlet 等^[3]研究表明,如节律性视听觉信号频率接近个体运动频率,个体肢体运动频率就会自发同步化到环境频率中,并通过内在振荡不断强化,即产生节律性谐振,这是人类感知外界运动的自然属性。Phillips-Silver 等^[4]提出这种运动适应现象使得生物能够对节律性刺激进行感知、制造和同步化,其本质是一种内在的运动学习方式,使个体在生长、发育过程中获得更多运动技巧。当这种内在节律是肢体运动时,该现象又特别称之为“感觉运动同步化(sensorimotor synchronization, SMS)”^[5-6];人们随着音乐节拍进行有节奏跳舞就是 SMS 的一个典型例子。谐振现象产生有 3 个关键组成,分别是节律性行为、节律性探测及节律性集成。产生谐振现象必须有接受节律性信息的能力,节律性提示包括视觉、听觉、本体感觉等各种刺激,产生节律性行动,集成节律性信息,根据输入的感觉信息调节个人的行为输出。比如人类在进行舞蹈时,舞者会自然地适应伴奏音乐在声律和韵律方面的特点,产生相应行为学改变,表现在舞动姿势、面部表情、手势、甚至在呼吸和笑声模式等方

面,同时也会诱导舞者产生正面的情绪变化^[7]。

节律性谐振在异常步态中的应用

一、在脑卒中异常步态康复中的应用

步态异常是脑卒中患者最常见的功能障碍,常引起骨盆后缩、膝关节屈曲不充分、步速步长下降等异常步行模式。近年来通过节律性视听觉刺激(rhythmic auditory stimulation, RAS)进行步态训练越来越多应用于脑卒中步态康复领域。Shin 等^[8]通过使用电脑合成的节律性节拍,对 18 例偏瘫患者进行 4 周 RAS 步态训练,结果发现 RAS 训练能显著提高患者髋关节内收、膝关节屈曲、踝关节跖屈等空间参数,并改善患者支撑相和摆动相不对称性。Thaut 等^[9]研究发现对处于亚急性期的脑卒中患者, RAS 训练亦显著提高患者步行速度、步长及步行时双侧对称性;而恢复期偏瘫患者步态改善一般较困难,目前尚无有效方法。Malcolm 等^[10]应用 RAS 对 5 例处于恢复期的脑卒中患者进行 2 周步态训练,结果显示实验组动力学参数明显改善,躯干代偿运动减弱,肩关节及肘关节摆动幅度增加,这些运动控制上的改善最终能提高患者日常生活活动能力。以上研究表明,应用 RAS 进行步行训练,患者步行动作与 RAS 节律及速度匹配,即视听觉刺激与步行产生谐振,进而使患者产生步速、步长、步频、步行周期等时空参数同步调整,将异常步行同步化入 1 个稳定周期,最终使偏瘫患者步态更加稳定、协调。节律性视听提示除改善患者步行时空参数外,还可影响患者步行时姿势控制。Jeka 等^[11]研究结果显示节律性触觉提示可同步化患者头部及身体摆动,减少步行时身体摆动幅度及变异性,进而改善患者姿势控制系统功能,这可能与节律性触觉提示为患者提供关于身体摇摆方向的感觉线索、并提供准确及时的运动反馈有关。基于上述研究,本课题组认为对于急性期脑卒中伴有异常步态患者,节律性提示通过改善患者步行时空参数及姿势控制,有助于恢复步行稳定性及周期性,提高步行效率,对步态训练具有积极作用。

二、在帕金森病异常步态康复中的应用

帕金森病(Parkinson's disease, PD)以震颤、动作僵硬、运动迟缓及姿势异常为主要表现,导致严重步态异常,患者常表现

为行走时躯干前倾、步幅短小、慌张步态等,利用节律性视听提示来改善患者异常步态已在临床上广泛应用。宋金辉等^[12]研究 RAS 对 42 例 PD 患者步态的影响,结果显示更快节律性的 RAS 使患者 Berg 平衡量表评分、6 min 步行测试及步长等均明显改善,PD 综合评分显著提高,表明 RAS 可促进 PD 患者运动功能恢复。徐智勤等^[13]借助虚拟步态训练系统,使 PD 患者在训练中通过所佩戴的眼镜及耳机装置接收 RAS 提示,经训练 3 个月后发现患者平衡能力提高 14.91%,跨步长提高 26.83%,步行速度提高 28.38%,6 min 步行距离提高 25.89%,起立-行走计时时间减少 14.90%。上述结果表明 RAS 训练可显著改善 PD 患者平衡功能及步行能力。节律性视听刺激不仅能改善患者步行时空参数,而且对 PD 患者足底压力也有影响。栾烁等^[14]探讨节律性视听觉训练对 PD 患者足底压力的影响,经 3 个月 RAS 提示训练后,发现患者症状较右侧踇趾部及第 5 中足骨部压力显著下降,身体重心向后调整,症状较右侧足中心漂移范围明显减小,足跟着地期在整个步行周期中所占比例显著提高,即 RAS 可显著改善患者静态及动态足底压力分布,使重心稳定且后移,强化了步行中足跟落地,对于患者步行能力改善具有重要意义。目前研究常用节律性视听刺激作为提示线索,而节律性触觉提示也可作为一种有效治疗手段,并逐渐受到临床重视。Nieuwboer 等^[15]研究显示,PD 患者通过节律性体感提示能显著提高其步行速度及转弯速度,并且与视听提示组间无明显差异,显示了振动作为一种体感刺激提示的巨大潜力。综上所述,本课题组认为 PD 患者步行训练时可与外部节律性提示产生谐振,改善其步频、步速、步长等空间参数,并通过改变足底压力分布增加步行稳定性,提高患者步行时平衡功能,是 PD 患者步态训练中最重要治疗方法。

三、在其他疾病所致异常步态康复中应用

节律性谐振除在脑卒中、帕金森病等疾病治疗中显示较好治疗效果外,在其它中枢神经系统疾病导致步行节律紊乱的训练中也进行了积极探索和实践。de l'Etoile 等^[16]采用节律性节拍器对 17 例不完全脊髓损伤患者进行步行训练,结果显示所有患者步行均可谐振到外部节律,患者步频及步速均有明显提高。亨廷顿病(Huntington's disease, HD)临床表现以舞蹈症状较突出,其典型特征是步行时间及空间紊乱。Thaut 等^[17]探讨听觉提示下 HD 患者步行参数变化,结果显示使用节拍器可显著提高患者步行速度,而这种改变主要源于步频增加,而非步长改变,且患者训练结束后步速仍持续高于基线水平,这也提示节律性刺激可对患者步态产生远期效果。Seebacher 等^[18]探讨运动想象结合节律性听觉刺激对多发性硬化患者步态、疲劳及生活质量的影响,实验组 101 例患者经 4 周伴有节律性音乐提示的运动想象训练后,发现其步行能力评分显著提高,并能改善患者疲劳评分,提高其生活质量水平。Clements-Cortes 等^[19]则探讨了节律性视听刺激对阿尔茨海默病(Alzheimer's disease, AD)患者步态的影响,结果显示节律性节拍提示对 AD 患者步行状态无明显影响,这可能与 AD 患者执行功能严重受损有关,仍需进一步研究证实。综上所述,本课题组认为节律性谐振可为多种异常步态模式提供有效治疗策略,不仅能提高患者步行能力,而且还能促进精神心理及疲劳改善。另外有些研究报道疗效不佳,这可能与部分疾病或人群对节律性视听刺激的感知能力受损,导致节律性探索和谐振能力下降有关,还

需大量试验证实。

节律性谐振的产生机制

一、节律性谐振产生的神经生理学机制

节律性谐振在异常步态康复治疗中显示巨大潜力,这种视听觉-步态同步化是通过特有的生理机制实现的。Cha 等^[20]研究显示节律性听觉刺激可通过网状脊髓束增加脊髓前角运动神经元兴奋性,进而减少运动指令引起肌肉收缩反应时间。McIntosh 等^[21]通过电生理手段发现患者按照一个音乐节律进行跳跃运动时其 H-反射被易化,H-反射最大化时腓肠肌就会最大收缩,提示节律性听觉信号谐振了下行运动指令,从而更好地利用潜在听觉-脊髓易化效果,提高神经肌肉反应时间及阈值,在脊髓水平对步态进行调控。当然这种易化效果在周围肌肉上的主要表现就是运动单位募集增加;既往研究提示 RAS 刺激可减少腓肠肌肌电图形成变换率,提示有更多运动单位被募集。Ashoori 等^[22]研究也发现 RAS 对下肢肌肉产生生理性谐振效果,这种改善可能源于 RAS 对肌肉活性的调节作用。综上所述,本课题组认为中枢神经损伤往往引起步行节律和时序上的不稳定性,节律性谐振能在脊髓及肌肉水平发挥易化作用,增强运动神经元兴奋性和肌肉募集,通过受控的感觉提示来增加步行稳定性和周期性,提高步行能力,即通过视听触觉反馈改善步态及平衡功能。

二、节律性谐振产生的神经解剖学通路

步行对于节律性听觉线索的同步化非常迅速,因此节律性谐振的产生肯定存在解剖学上的代偿通路,代偿已损伤脑区功能缺陷从而增强步行能力。Brown 等^[23]研究提出背侧听觉通路具备听觉-运动转化功能,可将节律性视听刺激转化为运动功能。而最近影像学研究更直接提出听觉和运动皮质联系是通过背侧听觉通路实现的,并参与运动对节律性刺激反应的整个过程,这个通路主要涉及前运动皮质腹侧(ventral premotor cortex, vPMC)和左侧颞顶叶上回(superior temporal-parietal, STP)两个皮质区域,vPMC 接收来自视觉和听觉信息刺激来计划指导随意运动,此项研究提示 STP 是负责节律性听觉-步行同步化神经网络的一部分,这与以前影像学研究相符合^[24]。因此,节奏性谐振通过作用于背侧听觉通路这一代偿网络,激发不需要意识参与的反馈动作,重新调整步行时序性和稳定性,增强步行能力;还有部分研究^[25]证实部分皮质下脑区也参与听觉-步行同步化控制。Marchand 等^[26]研究证实小脑和基底节区也有能力产生听觉-步行谐振,调整谐振过程中皮质运动指令准确性,学习和储存谐振过程中时序信息。通过上述研究,本课题组认为背侧听觉通路是节律性谐振产生的主要代偿通路,小脑和基底节区参与并调节整个谐振过程,通过这些脑区为神经损伤后异常步态恢复提供新的神经通路,也为神经结构重塑及功能重组提供了不同于传统途径的另一种方式。

三、节律性谐振产生的神经心理学基础

节律性谐振产生的前提是节律性视听觉刺激,而最常用的节律性视听觉刺激是节奏性音乐、节拍或视觉刺激,而这些节律性刺激本身可唤起强烈快感和诱导情绪变化。Wang 等^[27]在研究人类对内、外环境节律适应机制时提出了“节律相关的奖赏和情绪(rhythm-related reward and emotion, RRRE)”系统,RRRE 系统给患者带来情绪上的快感,促其积极参与节律性事

件,使个体在获得更多步行技巧时具有较强动机;而快感和动机产生往往与某些神经递质释放有关。Salimpoor 等^[28]研究提示节律性音乐刺激通过促进纹状体多巴胺能神经递质释放导致运动功能改善,同时抑制有害递质释放,如氨基丁酸、神经肽等疼痛相关递质,这从分子水平揭示 PD 患者运动改善的生物学基础。节律性谐振通过以上途径给患者带来快感,这种强烈快感可引起患者对节律性事件注意力的改善^[29],注意力改善可让大脑优化可预测事件的处理顺序及位相锁定,促使患者优化步行训练时序性,即谐振通过改善步行训练时的注意力以提高治疗效果。综上所述,本课题组认为节律性谐振可促进某些神经递质释放,激活内源性 RRRE 系统,使患者产生快感及较强学习动机,改善患者步行训练时注意力,为以节律性谐振为基础的步态训练提供神经生物学和心理学基础。

节律性谐振的未来应用

节律性谐振不仅对步态改善具有重要作用,在大脑运动控制方面也进行了积极探索,特别是基于节律性视觉信号的脑-机接口(brain computer interface, BCI)研究已经开始。脑-机接口是一种基于脑电信号来实现人脑与计算机或其它电子设备间通讯和控制的系统,常采用以脑电或视觉信号为基础的非侵入性系统。相关基础研究显示,当 BCI 系统显示器上各个按钮按不同节律闪烁时,只要受试者注视某个按钮,他的视觉皮质就会出现具有谐振特征的节律性基波,通过脑电信号处理分析就可判断受试者选择的具体按钮,再根据预先设定好的程序产生特定控制指令^[30]。这种通过节律性视觉诱发电位实现事件相关同步/去同步信号的有效匹配,不仅能实现 BCI 系统精确运动控制,而且基于该技术可进行更加有效的运动控制训练,是未来非侵入性 BCI 系统重要发展方向之一。节律性谐振不仅在运动控制中具有广泛前景,在人类语言产生和康复中的作用也被证实。在婴幼儿语言初学阶段,父母教授语言的声学 and 韵律特性可谐振给婴幼儿,比如父母说话速度、声音强度、方言特质等,在语意理解及认知编程方面也具有重要作用,并促进个体语言皮质可塑性改变^[31]。基于以上研究,出现了以节律性声乐为基础的言语训练方法,比如常用的旋律音调疗法等。Stahl 等^[32]研究显示,节律性旋律及抒情可对言语表达产生即刻效应,改善言语流利性及音律韵律,而且可以对言语康复产生长期效益。基于上述研究,本课题组认为节律性谐振可为运动控制和语言康复等领域提供一个有效治疗策略,并可能为人类研究脑高级认知功能提供有效思路。

结语

节律性谐振在异常步态康复中显示了巨大潜力,它不仅是改善步态行为和技巧的重要手段,同时在提高患者运动、言语、认知能力等方面也获得越来越多证据支持。随着相关研究深入,关于节律性谐振治疗技术还有很多问题值得探讨,如节律性视觉刺激与患者步态同步振荡关系相当复杂,视觉刺激空间和时间频率的细微不同都可能导致结果大相径庭,这种位相锁定关系并不固定;同时执行和认知功能受损患者其感知节律性视听线索能力下降,导致节律性谐振能力不足、效果不佳。因此以节律性谐振为基础的康复理念在临床康复中具有重要意

义,以此为基础的各种康复技术仍需进一步完善。

参 考 文 献

- [1] 许光旭,顾绍钦,孟殿怀,等.生物谐振规律对步行效率影响的前驱研究[J].中国康复医学杂志,2008,23(12):1092-1094. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2008.12.011.
- [2] Winstein CJ, Stein J, Arena R, et al. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. Stroke, 2016, 47(6): e98-169. DOI: 10.1161/STR.0000000000000098.
- [3] Varlet M, Bucci C, Richardson MJ, et al. Informational constraints on spontaneous visuomotor entrainment[J]. Hum Mov Sci, 2015, 41: 265-281. DOI: 10.1016/j.humov. 2015.03.011.
- [4] Phillips-Silver J, Aktipis CA, Bryant GA. The ecology of entrainment: foundations of coordinated rhythmic movement[J]. Music Percept, 2010, 28(1): 3-14. DOI: 10.1525/mp.2010.28.1.3.
- [5] Su YH. Sensorimotor synchronization with different metrical levels of point-light dance movements[J]. Front Hum Neurosci, 2016, 10: 186. DOI: 10.3389/fnhum.2016.00186.
- [6] Blecher T, Tal I, Ben-Shachar M. White matter microstructural properties correlate with sensorimotor synchronization abilities[J]. Neuroimage, 2016, 138: 1-12. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2016.05.022.
- [7] Shepard EL, Wilson RP, Rees WG, et al. Energy landscapes shape animal movement ecology[J]. Am Nat, 2013, 182(3): 298-312. DOI: 10.1086/671257.
- [8] Shin YK, Chong HJ, Kim SJ, et al. Effect of rhythmic auditory stimulation on hemiplegic gait patterns[J]. Yonsei Med J, 2015, 56(6): 1703-1713. DOI: 10.3349/ymj.2015.56.6.1703.
- [9] Thaut MH, Stephan KM, Wunderlich G, et al. Distinct cortico-cerebellar activations in rhythmic auditory motor synchronization[J]. Cortex, 2009, 45(1): 44-53. DOI: 10.1016/j.cortex.2007.09.009.
- [10] Malcolm MP, Massie C, Thaut M. Rhythmic auditory-motor entrainment improves hemiparetic arm kinematics during reaching movements: a pilot study[J]. Top Stroke Rehabil, 2009, 16(1): 69-79. DOI: 10.1310/tsr1601-69.
- [11] Jeka J, Oie K, Schöner G, et al. Position and velocity coupling of postural sway to somatosensory drive[J]. J Neurophysiol, 1998, 79(4): 1661-1674.
- [12] 宋金辉,卢祖能.节律性听觉刺激对帕金森病患者步态的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2014,36(6):429-432. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.06.007.
- [13] 徐智勤,栾烁,朱小霞,等.视听觉综合提示训练对改善帕金森病患者运动功能的作用[J].中国康复医学杂志,2016,31(10):1078-1083. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2016.10.005.
- [14] 栾烁,高宏宇,朱晓霞,等.综合视听觉训练改善帕金森病患者足底压力分布[J].中山大学学报(医学科学版),2014,35(6):950-955.
- [15] Nieuwboer A, Baker K, Willems AM, et al. The short-term effects of different cueing modalities on turn speed in people with Parkinson's disease[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2009, 23(8): 831-836. DOI: 10.1177/1545968309337136.
- [16] de l'Etoile SK. The effect of rhythmic auditory stimulation on the gait parameters of patients with incomplete spinal cord injury: an exploratory pilot study[J]. Int J Rehabil Res, 2008, 31(2): 155-157. DOI: 10.1097/MRR.0b013e3282fc0f44.
- [17] Thaut MH, Miltner R, Lange HW, et al. Velocity modulation and rhythmic

- mic synchronization of gait in Huntington's disease[J]. *Mov Disord*, 1999, 14(5):808-819.
- [18] Seebacher B, Kuisma R, Glynn A, et al. The effect of rhythmic-cued motor imagery on walking, fatigue and quality of life in people with multiple sclerosis; a randomised controlled trial[J]. *Mult Scler*, 2016, 23(2):286-296. DOI: 10.1177/1352458516644058.
- [19] Clements-Cortes A, Ahonen H, Evans M, et al. Short-term effects of rhythmic sensory stimulation in Alzheimer's disease: an exploratory pilot study[J]. *J Alzheimers Dis*, 2016, 52(2):651-660. DOI: 10.3233/JAD-160081.
- [20] Cha Y, Kim Y, Chung Y. Immediate effects of rhythmic auditory stimulation with tempo changes on gait in stroke patients[J]. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26(4):479-482. DOI: 10.1589/jpts.26.479.
- [21] McIntosh GC, Brown SH, Rice RR, et al. Rhythmic auditory-motor facilitation of gait patterns in patients with Parkinson's disease[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1997, 62(1):22-26. DOI: 10.1136/jnnp.62.1.22.
- [22] Ashoori A, Eagleman DM, Jankovic J. Effects of auditory rhythm and music on gait disturbances in Parkinson's disease[J]. *Front Neurol*, 2015, 6:234. DOI: 10.3389/fneur.2015.00234.
- [23] Brown RM, Chen JL, Hollinger A, et al. Repetition suppression in auditory-motor regions to pitch and temporal structure in music[J]. *J Cogn Neurosci*, 2013, 25(2):313-328. DOI: 10.1162/jocn_a_00322.
- [24] Warren JE, Wise RJ, Warren JD. Sounds do-able: auditory-motor transformations and the posterior temporal plane[J]. *Trends Neurosci*, 2005, 28(12):636-643. DOI: 10.1016/j.tins.2005.09.010.
- [25] Sokoloff G, Plumeau AM, Mukherjee D, et al. Twitch-related and rhythmic activation of the developing cerebellar cortex[J]. *J Neurophysiol*, 2015, 114(3):1746-1756. DOI: 10.1152/jn.00284.2015.
- [26] Marchand WR, Lee JN, Suchy Y, et al. Functional architecture of the cortico-basal ganglia circuitry during motor task execution; correlations of strength of functional connectivity with neuropsychological task performance among female subjects[J]. *Hum Brain Mapp*, 2013, 34(5):1194-1207. DOI: 10.1002/hbm.21505.
- [27] Wang T. A hypothesis on the biological origins and social evolution of music and dance[J]. *Front Neurosci*, 2015, 9:30. DOI: 10.3389/fnins.2015.00030.
- [28] Salimpoor VN, Benovoy M, Larcher K, et al. Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music[J]. *Nat Neurosci*, 2011, 14(2):257-262. DOI: 10.1038/nn.2726.
- [29] Khadmaoui A, Gómez C, Poza J, et al. *Comput Intell Neurosci*, 2016, 2016:8450241. DOI: 10.1155/2016/8450241.
- [30] 黄思娟, 吴效明. 基于 Mu/Beta 节律想象运动脑电信号特征的提取[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2010, 14(43):8061-8064. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8225.2010.43.021.
- [31] Cirelli LK, Spinelli C, Nozaradan S, et al. Measuring neural entrainment to beat and meter in infants; effects of music background[J]. *Front Neurosci*, 2016, 10:229. DOI: 10.3389/fnins.2016.00229.
- [32] Stahl B, Henseler I, Turner R, et al. How to engage the right brain hemisphere in aphasics without even singing: evidence for two paths of speech recovery[J]. *Front Hum Neurosci*, 2013, 7:35. DOI: 10.1093/brain/awr240.

(修回日期:2018-05-29)

(本文编辑:易 浩)

· 外刊撷英 ·

Five-day course of paired associative stimulation fails to improve motor function in stroke patients

BACKGROUND AND OBJECTIVE Non-invasive brain stimulation has been studied as a therapeutic adjunct for upper-limb recovery in patients with stroke. One type of stimulation, paired associative stimulation (PAS), has effects on plasticity in both patients and healthy participants. Lasting several hours, these effects are reversible and topographically specific. The goal was to investigate the presence of a lasting increase in motor cortex plasticity for extensor wrist muscles- extensor carpi radialis (ECR)- and an improvement in upper-limb function after 5 days of daily PAS in patients at the subacute post-stroke stage.

METHODS A total of 24 patients (mean [SD] age 50.1 [12.1] years, weeks since stroke 10.1 [5.3]) were included in a double-blind, placebo-controlled trial and randomly assigned to the PAS or sham group ($n=13$ and $n=11$). For the PAS group, patients underwent a 5-day course of electrical peripheral stimulation combined with magnetic cortical stimulation applied to the ECR muscle in a single daily session at 0.1 Hz for 30min; patients with sham treatment received minimal cortical stimulation. Both patient groups underwent 2 hr of conventional physiotherapy. Variations in the motor evoked potential (MEP) surface area of the ECR muscle and Fugl-Meyer Assessment-Upper-Limb motor scores were analysed up to day 12.

RESULTS The 2 groups did not differ in electrophysiological or motor parameters. Repeated PAS sessions seemed to affect only patients with low initial cortical excitability. We found considerable variability in PAS effects between patients and across the sessions.

CONCLUSION We failed to induce a lasting effect with PAS in the present study. PAS does not seem to be the main method for post-stroke brain stimulation. Perhaps recruitment of patients could be more selective, possibly targeting those with a wide altered ipsilesional corticomotor pathway.

【摘自: Tarri M, Brihmat N, Gasq D, et al. Five-day course of paired associative stimulation fails to improve motor function in stroke patients. *Ann Phys Rehabil Med*, 2018, 61(2):78-84. doi: 10.1016/j.rehab.2017.11.002.】