

# 小脑经颅磁刺激调控脑高级功能的研究进展

殷稚飞 程清 秦义婷 沈滢

小脑虽然重量只占全脑 10%,但其神经元数量超过全脑神经元总量的 50%。以往认为小脑主要功能是维持躯体平衡、调节肌张力及协调运动,然而近年来通过神经影像学和行为学研究证实,小脑不仅在计划和执行复杂运动任务中发挥重要作用,同时还参与执行功能、语音、抽象思维和言语工作记忆等,这些功能的整合可能是通过“小脑-丘脑-大脑皮质”环路实现的<sup>[1]</sup>。

随着非侵入性脑刺激技术发展,经颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation, TMS)在改善和调节脑高级功能方面的作用日益明确。有研究表明 TMS 刺激小脑不仅可调节小脑皮质功能,并且对远隔大脑初级运动皮质区(primary motor cortex, M1)及其它相关功能区域均有调控作用<sup>[2]</sup>。因此小脑已逐渐成为一个新的脑高级功能调控、刺激靶点,但该技术目前还处在探索阶段。本文拟汇总小脑 TMS 的研究新进展,以期为脑高级功能的治疗干预提供新思路。

## 小脑 TMS 概论

重复经颅磁刺激(repetitive TMS, rTMS)是 TMS 的传统刺激模式, rTMS 能影响局部和远隔皮质功能,实现神经网络重建,影响多种神经递质和基因表达。其中低频刺激( $\leq 1$  Hz)能降低受刺激区域大脑皮质兴奋性,高频刺激( $> 1$  Hz)能提高受刺激区域大脑皮质兴奋性<sup>[3]</sup>。 $\theta$  节律爆发刺激(theta burst stimulation, TBS)是一种新型的模式化阈下 rTMS 方式,间歇性 TBS(intermittent TBS, iTBS)对刺激区域大脑皮质具有兴奋作用,连续性 TBS(continuous TBS, cTBS)对刺激区域大脑皮质具有抑制作用<sup>[4]</sup>。

### 一、磁刺激线圈

小脑 TMS 干预目前多使用 8 字形线圈和双锥形线圈。8 字形线圈的特点是刺激面积小、刺激深度浅、聚焦性好。由于小脑位于后颅窝被小脑幕覆盖,距颅骨位置较深,故 8 字形线圈在使用中还存在争议,因为线圈刺激深度是影响 TMS 刺激有效性的重要因素。而双锥形线圈特点是刺激强度高、能刺激深部组织。Hardwick 等<sup>[5]</sup>比较了 8 字形线圈、翼形线圈和双锥形线圈对小脑皮质兴奋性的影响,该研究共设置 3 个实验,其中 8 字形线圈夹角为 180°,翼形线圈和双锥形线圈夹角均为 135°,8 字形线圈和翼形线圈直径均为 70 mm,双锥形线圈直径为 90 mm。实验 1 先测量受试者在每种线圈下的静息运动阈值(resting motor threshold, RMT),再检测每种线圈以 10% RMT 的

增幅从 90%到 160% RMT 引起 MEP 波幅的变化;实验 2 是检测小脑-大脑抑制,在皮质手区和小脑区给予成对刺激,分别采用 65%、70%、75%和 80%最大磁场输出强度。实验 3 检测 3 种线圈分别在枕骨粗隆左/右旁开 3 cm 及枕骨粗隆左/右旁开 3 cm、下移 1 cm 这 2 个位点刺激时引起不舒适感觉的程度。结果显示翼形线圈和双锥形线圈所测得 RMT 明显低于 8 字形线圈,且在相同刺激强度下,翼形线圈刺激引起的 MEP 波幅明显高于 8 字形线圈刺激,而与双锥形线圈刺激无明显差异。同样参数的磁刺激,双锥形线圈引起的小脑-大脑抑制效应最明显。3 种线圈在 2 个位点刺激时引起的不舒适程度间无明显差异,且 3 种线圈间也没有明显差异。该研究建议小脑 TMS 干预应选用作用更深的双锥形线圈或翼形线圈。

### 二、小脑刺激的体表定位

常见的小脑刺激位点体表定位方法包括枕骨粗隆左/右旁开 3 cm,枕骨粗隆左/右旁开 3 cm、下移 1 cm 或枕骨粗隆下移 1 cm(小脑蚓部)等<sup>[6-7]</sup>。对上述位点进行磁刺激均有可能引起颈部肌肉收缩或不适。

## 小脑 TMS 干预的生物学效应

小脑颗粒细胞的神经递质为谷氨酸能递质,是小脑皮质对靶细胞发挥兴奋作用的神经元。浦肯野细胞轴索构成小脑皮质的传出纤维,通过  $\gamma$ -氨基丁酸( $\gamma$ -aminobutyric acid, GABA)神经递质抑制小脑神经团的神经元,其可塑性与蛋白激酶 C 活化有关,能激发浦肯野细胞功能变化。

### 一、调节神经细胞营养物质代谢

Cho 等<sup>[8]</sup>对 12 例右利手健康受试者左侧小脑进行 rTMS(1 Hz)干预,发现受试者左侧小脑葡萄糖代谢降低,而与认知及语言功能相关大脑区域,如左侧额下回(包括 Broca 区)、双侧额上回(包括 Wernicke 区)及双侧颞中回葡萄糖代谢明显增强。该研究结果表明左侧小脑 rTMS 干预不仅能影响刺激局部物质代谢,同时还能影响与认知功能相关的远隔区域物质代谢。Mancic 等<sup>[9]</sup>研究了大鼠小脑 iTBS 和 cTBS 干预对葡萄糖-6-磷酸脱氢酶(glucose-6-phosphate-dehydrogenase, G6PD)、囊泡谷氨酸转运蛋白 1(vesicular glutamate transporters 1, vGluT1)、血浆谷氨酸转运蛋白 1(plasmatic glutamate transporters 1, GLT-1)及胶质纤维酸性蛋白(glial fibrillary acidic protein, GFAP)的影响,结果发现 cTBS 能促进 G6PD、GLT-1 明显增加、抑制 vGluT1 合成。

### 二、调节神经细胞的神经递质释放

Harrington 等<sup>[10]</sup>研究发现,右侧小脑 TBS 干预能引起脑电图 N100 波形变化。N100 波能反映皮质内 GABA<sub>B</sub> 受体介导的抑制效应。GABA 是脑内一种重要的抑制性氨基酸类神经递质,其中 GABA<sub>B</sub> 受体存在于一些兴奋性和抑制性神经元的突触前后部位,以小脑中分布最多。该研究证实,小脑 iTBS 干预可增高 N100 波幅, cTBS 可降低 N100 波幅,提示小脑 TBS 干预

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.10.019

基金项目:国家自然科学基金项目(81702230)

作者单位:210029 南京,南京医科大学第一附属医院康复医学中心(殷稚飞、沈滢);南京市栖霞区医院康复科(程清、秦义婷)

通信作者:沈滢, Email: shenyng\_1981@hotmail.com

可有效调节 GABA<sub>B</sub> 受体的分泌。Di Lorenzo 等<sup>[11]</sup>对 12 例阿尔茨海默氏症 (Alzheimer's disease, AD) 患者和 12 例健康受试者进行对比研究,以探讨小脑 cTBS 干预对 AD 患者大脑皮质胆碱能活性的调节效应。于小脑 cTBS 干预前、后检测患者短延迟传入抑制 (short-latency afferent inhibition, SLAI), 从而评估胆碱能活性。结果显示 AD 患者经 cTBS 干预后其 SLAI 明显下降,在刺激结束后患者 SLAI 有所回升。该实验说明小脑 cTBS 干预能影响中枢皮质胆碱能活性。

### 三、调节“小脑-丘脑-大脑”环路

机体小脑与大脑皮质间存在广泛纤维联系,小脑通过丘脑向纹状体投射大量神经突触,丘脑底核通过脑桥核向小脑皮质发放突触投射,形成“小脑-丘脑-大脑 (cerebellar-thalamo-cortical, CTC)”环路。Yildiz 等<sup>[12]</sup>对多系统小脑萎缩症患者右侧枕骨粗隆和乳突中点给予 1 Hz rTMS 干预,在患者左侧大脑皮质 M1 区检测到短延迟抑制及注意反应时间均较刺激前明显改善。Casula 等<sup>[13]</sup>研究了小脑 TBS 干预对 M1 区及后顶叶皮质功能的影响,结果发现小脑 cTBS 干预能增加 M1 区和后顶叶皮质兴奋性,而小脑 iTBS 干预能抑制 M1 区和后顶叶皮质兴奋性。以上结果均证实调节小脑兴奋性可引起远隔相关运动皮质区兴奋性改变,这可能与小脑通过丘脑齿状核、小脑上脚、红核和腹外侧前核等与对侧大脑皮质发生联系有关。

## 小脑 TMS 干预对运动功能的影响

### 一、对运动性学习及运动记忆的影响

机体运动性学习及记忆功能涉及小脑和 M1 区皮质不同生理过程,在此过程中小脑神经核、基底神经节和丘脑都会发生明显兴奋性改变,调节机制与小脑浦肯野细胞长时程抑制效应 (long-term depression, LTD) 和 M1 区皮质长时程兴奋效应 (long-term potentiation, LTP) 有关,其中早期运动学习技能习得与小脑皮质 LTD 相关,后期运动学习技能习得与 M1 区皮质 LTP 有关,因此调控小脑皮质对运动记忆功能具有影响作用<sup>[14]</sup>。Li Voti 等<sup>[15]</sup>对 12 例右利手健康受试者进行小脑 cTBS 干预,并观察对其上肢自主运动学习能力的影 响。每位受试者先进行 3 次食指外展、手臂前伸触点和手臂前伸抓握等训练;再进行 3 次同样训练,并在训练前给予小脑 cTBS 干预,刺激位点为右侧小脑枕外粗隆旁开 3 cm、下移 1 cm;最后 1 次只进行小脑 cTBS 干预。结果显示肌肉自主运动联合小脑 cTBS 干预会减弱肌肉自主运动对 M1 区皮质兴奋性的易化效应,同时单纯小脑 cTBS 干预也会引起上肢运动速度下降。以上结果表明小脑 cTBS 干预会对运动效应产生影响,并且该实验还发现影响程度与动作难易程度有关。另外小脑 cTBS 干预还能缩短运动诱发电位 (motor evoked potential, MEP) 易化效应的维持时间,提示对机体运动记忆形成也具有影响作用。

### 二、对肌张力障碍的影响

肌张力控制不仅与基底神经节有关,机体多个脑区包括小脑、大脑等均参与肌张力调控。小脑受损后会导致共济失调、局部肌张力障碍,均与小脑结构损伤及 CTC 环路被破坏有关。TMS 可通过调节“小脑-大脑抑制”来改善症状。Koch 等<sup>[16]</sup>对 20 例颈肌张力障碍患者给予 2 周小脑 cTBS 治疗后,发现患者多伦多西部痉挛性斜颈评定量表评分改善 15%,第一背侧间肌 MEP 波幅明显下降。Bradnam 等<sup>[17]</sup>对 16 例书写障碍患者给

予联合运动控制训练及小脑 cTBS 干预,治疗 10 d 后发现患者颈肌张力、上肢运动控制能力及生活质量等均得到明显改善。上述研究结果表明小脑 cTBS 干预可有效降低颈肌张力,小脑通过 CTC 环路成为控制张力障碍症状的有效靶点。但 Linssen 等<sup>[18]</sup>采用脑电图测量 M1 区和后顶叶皮质兴奋性时发现,单次小脑 cTBS 干预对患者书写痉挛无明显作用,提示肢体运动功能改善与疗程累积有关。Bologna 等<sup>[19]</sup>研究也发现小脑 cTBS 干预能降低颈肌痉挛患者和健康人磁刺激对侧 M1 区皮质兴奋性,但是对手肌痉挛患者 M1 区皮质兴奋性无明显影响。其原因可能是因为支配手部肌群的神经细胞较多,手肌张力增高牵涉到多个脑区神经网络,这些神经网络与小脑之间的连接通路可能与其他类型肌张力异常不同。上述研究结果提示,小脑抑制对 M1 区皮质兴奋性的调节效应与引起肌张力障碍的脑损伤部位有关,小脑 cTBS 干预并不能使所有类型的肌张力障碍患者肌张力得到改善。

### 三、对平衡功能及步行能力的影响

机体平衡功能与小脑蚓部有关,而且小脑参与精确的感觉-运动整合。Colnaghi 等<sup>[20]</sup>研究发现,小脑蚓部 cTBS 干预可影响小脑在姿势控制时视觉-运动整合,该研究结果显示,小脑 cTBS 干预后受试者闭眼及睁眼状态下摆动直径均明显增大,且以闭眼状态下改变幅度更显著,但并不直接影响感觉-运动整合的启动及时程。Kim 等<sup>[21]</sup>对 32 例急性后循环卒中患者进行随机双盲对照研究,发现左侧小脑经 1 Hz rTMS 连续治疗 5 d 后,治疗组患者 10 m 步行能力及 Berg 平衡量表评分均明显改善。Janssen 等<sup>[22]</sup>研究发现,小脑 iTBS 干预可增加帕金森病 (Parkinson's disease, PD) 患者小步幅步态的步行速度,降低正常步幅步态的步行速度,但对 PD 患者冻结步态无明显改善作用。

## 小脑 TMS 干预对非运动功能的影响

### 一、对认知功能的影响

小脑不仅参与精细运动调节,在高级认知功能中也发挥重要作用,小脑损伤患者存在多方面认知功能受损,包括语言、执行功能、空间加工、排序等功能障碍。

1. 对视觉整合和加工的影响:视觉整合是一个动态过程,参与组织包括上丘脑、小脑和网状结构等。小脑不仅调控眼肌运动和眼球震颤,而且还影响视觉反馈回路。Colnaghi 等<sup>[23]</sup>采用小脑 cTBS 刺激 8 例健康受试者小脑蚓部,观察视追踪 (smooth pursuit, SP) 和反射性扫视运动 (reflexive saccades, RS) 变化。结果发现刺激 40 s 后受试者同侧 RS 振幅增加、SP 速度增快,且该效应可维持 30 min,证实小脑蚓部参与眼球运动控制。Cattaneo 等<sup>[24]</sup>研究了小脑 cTBS 干预对健康右利手受试者视觉运动鉴别任务和视向性任务的影响,刺激位点分别为枕骨粗隆下方 1 cm 的小脑蚓部和枕骨粗隆上 1.5 cm 的初级视觉皮质区 (V1 区),磁刺激参数为 20 Hz、100% RMT,共持续刺激 10 min。该研究结果显示,在视觉运动鉴别任务中,虽然受试者正确反应时间无明显变化,但 V1 和小脑蚓部经 cTBS 刺激后受试者正确反应精确性均明显下降。另外该研究还比较了 V1 和蚓部 TMS 刺激对方向鉴别任务的影响,结果发现 V1 区 cTBS 刺激能显著降低反应精确性。上述研究结果表明,视觉加工与纹状皮质和外纹状皮质反馈回路有关。

2.对听觉整合的影响:Picazio 等<sup>[25]</sup>对 112 例受试者在听莫扎特音乐前给予左侧小脑 cTBS 干预,发现其表象心理旋转任务速度加快但准确性降低,该研究证实小脑神经网络对音乐信息具有加工能力。Lega 等<sup>[26]</sup>对 14 例右利手受试者给予右侧小脑 1 Hz rTMS 干预,刺激点为枕骨粗隆旁开 3 cm、下移 1 cm;同时每位受试者于 rTMS 刺激前、后各进行 1 次 10 min 的音调鉴别和 10 min 的音色鉴别训练。结果显示与训练前比较,在音调鉴别训练后,1 Hz rTMS 干预能使受试者音调鉴别反应时间延长。以上研究结果表明低频 rTMS 可抑制小脑皮质兴奋性,降低受试者音调鉴别能力,但对音色鉴别无明显影响,提示小脑与颞叶听觉皮质在执行语音任务时具有双向连通机制,小脑控制感觉输入且能优化感知功能。

3.对断续性言语的影响:小脑损伤患者可出现语音、语义、抽象思维和言语工作记忆等多方面障碍。Arasanz 等<sup>[27]</sup>研究了小脑 cTBS 干预对音位流畅性和语义流畅性的影响;结果显示受试者右侧小脑经 cTBS 干预后,其音位流畅性的搜索切换类评分明显降低。以前认为切换类音位流畅性表现障碍发生与左侧额叶皮质损伤有关,该研究结果发现小脑亦参与语言执行控制,说明小脑与额叶皮质间有神经网络连接。

## 二、对精神疾病的影响

小脑与自闭症、精神分裂症、情感障碍、抑郁症、强迫症等精神类疾病关系密切。DeVidovich 等<sup>[28]</sup>研究发现,1 Hz rTMS 刺激小脑可改善边缘型人格障碍(borderline personality disorder, BPD)患者的 Go/No-go 任务评分。BPD 患者以情绪调节、人际关系、身份和冲动控制严重不稳定为特征,与之功能相关部位在前额叶皮质。该研究结果表明,由于“小脑-丘脑-皮质”环路存在,小脑 rTMS 干预也可对前额叶皮质产生调控效应。Garg 等<sup>[29]</sup>按照随机双盲对照原则将 40 例精神分裂症患者分为高频 rTMS 组(θ 节律爆发刺激)和假刺激组。该实验采用双锥形线圈,磁刺激频率为 5 Hz、6 Hz 和 7 Hz 组合,每个序列包含 20 个脉冲,共给予 30 个序列合计 600 次脉冲,其中 5 Hz 磁刺激时间为 4 s,6 Hz 磁刺激时间为 3.33 s,7 Hz 磁刺激时间为 2.857 s,各频率磁刺激结束后间歇 20 s。高频 rTMS 组患者经 2 周小脑蚓部 rTMS 治疗后,其阳性和阴性症状量表、卡尔加里精神分裂症抑郁量表结果均有明显改善,且疗效可维持至治疗停止 2 周后。小脑蚓部萎缩是精神分裂常见病因,该研究证实爆发式 rTMS 可通过提高小脑皮质兴奋性促进精神分裂症状改善。

## 三、对吞咽功能的影响

相关影像学研究证实小脑对吞咽功能具有重要控制作用。Jayasekaran 等<sup>[30]</sup>利用 TMS 研究小脑与吞咽运动皮质间的相互作用,结果发现 TMS 刺激小脑中线或半球均可诱发明显的咽肌电反应,从而证实小脑能影响吞咽运动回路。该研究利用成对 TMS 预刺激正常人小脑,发现能最大程度诱发大脑皮质反应,此成对 TMS 刺激的间隔时间为 50~200 ms,并由此推测小脑被 5~20 Hz 高频 rTMS 兴奋后,可能有助于吞咽网络激活。Vasant 等<sup>[31]</sup>进一步对小脑 TMS 吞咽刺激最佳参数进行研究,在定位导航下对 17 例健康受试者小脑和皮质区随机给予不同频率(包括 1 Hz、5 Hz、10 Hz 和 20 Hz) rTMS 刺激,发现 10 Hz rTMS 对吞咽功能的调节作用最显著;后续又比较了 10 Hz rTMS 不同数量(包括 50 次、250 次及 500 次)脉冲刺激对吞咽皮质兴奋性的影响,结果显示小脑经 250 次脉冲刺激后可明显增高吞咽皮质

MEP 波幅,证明小脑 rTMS 干预可引起长时程皮质延髓兴奋。

综上所述,随着神经解剖、生理、分子生物学、功能影像等多领域研究方法不断进步,小脑对人体运动功能及非运动功能的调控作用日益受到脑科学工作者注意。非侵入性脑刺激技术的应用为小脑可塑性及其与远隔功能脑区之间联系的相关研究奠定了基础。然而目前对小脑 TMS 的临床应用仍处于初级阶段,相关研究多限于个案或小样本观察,对小脑神经网络的作用机制尚无统一论,而且由于小脑位置较深,磁刺激线圈的穿透深度亦存在争议。

## 参 考 文 献

- [1] Sweatt JD. Neural plasticity and behavior-sixty years of conceptual advances[J]. J Neurochem, 2016, 139(2): 179-199. DOI: 10.1111/jnc.13580.
- [2] Tremblay S, Austin D, Hannah R, et al. Non-invasive brain stimulation as a tool to study cerebellar-M1 interactions in humans[J]. Cerebellum Ataxias, 2016, 16(3): 19. DOI: 10.1186/s40673-016-0057-z.
- [3] Massie CL, White C, Pruitt K, et al. Influence of motor cortex stimulation during motor training on neuroplasticity as a potential therapeutic intervention[J]. J Mot Behav, 2017, 49(1): 111-116. DOI: 10.1080/00222895.2016.1271298.
- [4] Bulteau S, Sébille V, Fayet G, et al. Efficacy of intermittent Theta Burst Stimulation (iTBS) and 10-Hz high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) in treatment-resistant unipolar depression: study protocol for a randomised controlled trial[J]. Trials, 2017, 18(1): 17. DOI: 10.1186/s13063-016-1764-8.
- [5] Hardwick RM, Lesage E, Miall RC. Cerebellar transcranial magnetic stimulation: the role of coil geometry and tissue depth[J]. Brain Stimul, 2014, 7(5): 643-649. DOI: 10.1016/j.brs.2014.04.009.
- [6] Fisher KM, Lai HM, Baker MR, et al. Corticospinal activation confounds cerebellar effects of posterior fossa stimuli[J]. Clin Neurophysiol, 2009, 120: 2109-2113. DOI: 10.1016/j.clinph.2009.08.021.
- [7] Li Voti P, Conte A, Rocchi L, et al. Cerebellar continuous theta-burst stimulation affects motor learning of voluntary arm movements in humans[J]. Eur J Neurosci, 2014, 39(1): 124-131. DOI: 10.1111/ejn.12391.
- [8] Cho SS, Yoon EJ, Bang SA, et al. Metabolic changes of cerebrum by repetitive transcranial magnetic stimulation over lateral cerebellum: a study with FDG PET[J]. Cerebellum, 2012, 11(3): 739-748. DOI: 10.1007/s12311-011-0333-7.
- [9] Mancia B, Stevanovic I, Djuric A, et al. Transcranial theta-burst stimulation alters GLT-1 and vGluT1 expression in rat cerebellar cortex[J]. Neurochem Int, 2016, 100: 120-127. DOI: 10.1016/j.neuint.2016.09.009.
- [10] Harrington A, Hammond-Tooke GD. Theta burst stimulation of the cerebellum modifies the TMS-evoked N100 potential, a marker of GABA inhibition[J]. PLoS One, 2015, 10(11): e0141284. DOI: 10.1371/journal.pone.0141284.
- [11] Di Lorenzo F, Martorana A, Ponzio V, et al. Cerebellar theta burst stimulation modulates short latency afferent inhibition in Alzheimer's disease patients[J]. Front Aging Neurosci, 2013, 19(5): 2. DOI: 10.3389/fnagi.2013.00002.
- [12] Yildiz FG, Saka E, Elilob B, et al. Modulation of cerebellar-cortical connections in multiple system atrophy type C by cerebellar repetitive tran-

- scranial magnetic stimulation[J].Neuromodulation, 2017, Mar 7. DOI: 10.1111/ner.12589. [Epub ahead of print]
- [13] Casula EP, Pellicciari MC, Ponso V, et al. Cerebellar theta burst stimulation modulates the neural activity of interconnected parietal and motor areas[J]. Sci Rep, 2016, 31(6):36191. DOI: 10.1038/srep36191.
- [14] Spampinato DA, Block HJ, Celnik PA. Cerebellar-M1 connectivity changes associated with motor learning are somatotopic specific[J]. J Neurosci, 2017, 37(9):2377-2386. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2511-16.2017.
- [15] Li Voti P, Conte A, Rocchi L, et al. Cerebellar continuous theta-burst stimulation affects motor learning of voluntary arm movements in humans[J]. Eur J Neurosci, 2014, 39(1):124-131. DOI: 10.1111/ejn.12391.
- [16] Koch G, Porcacchia P, Ponso V, et al. Effects of two weeks of cerebellar theta burst stimulation in cervical dystonia patients[J]. Brain Stimul, 2014, 7(4):564-572. DOI: 10.1016/j.brs.2014.05.002.
- [17] Bradnam LV, McDonnell MN, Ridding MC. Cerebellar intermittent theta-burst stimulation and motor control training in individuals with cervical dystonia[J]. Brain Sci, 2016, 6(4):E56. DOI: 10.3390/brainsci6040056.
- [18] Linssen MW, van Gaalen J, Munneke MA, et al. A single session of cerebellar theta burst stimulation does not alter writing performance in writer's cramp[J]. Brain, 2015, 138(6):e355. DOI: 10.1093/brain/awu321.
- [19] Bologna M, Paparella G, Fabbrini A, et al. Effects of cerebellar theta-burst stimulation on arm and neck movement kinematics in patients with focal dystonia[J]. Clin Neurophysiol, 2016, 127(11):3472-3479. DOI: 10.1016/j.clinph.2016.09.008.
- [20] Colnaghi S, Honeine JL, Sozzi S, et al. Body sway increases after functional inactivation of the cerebellar vermis by cTBS[J]. Cerebellum, 2017, 16(1):1-14. DOI: 10.1007/s12311-015-0758-5.
- [21] Kim WS, Jung SH, Oh MK, et al. Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation over the cerebellum on patients with ataxia after posterior circulation stroke: A pilot study[J]. J Rehabil Med, 2014, 46(5):418-423. DOI: 10.2340/16501977-1802.
- [22] Janssen AM, Munneke MA, Nonnekes J, et al. Cerebellar theta burst stimulation does not improve freezing of gait in patients with Parkinson's disease[J]. J Neurol, 2017, 264(5):963-972. DOI: 10.1007/s00415-017-8479-y.
- [23] Colnaghi S, Colagiorgio P, Ramat S, et al. After effects of cerebellar continuous theta burst stimulation on reflexive saccades and smooth pursuit in humans[J]. Cerebellum, 2017, 16(4):764-771. DOI: 10.1007/s12311-017-0852-y.
- [24] Cattaneo Z, Renzi C, Casali S, et al. Cerebellar vermis plays a causal role in visual motion discrimination[J]. Cortex, 2014, 58:272-280. DOI: 10.1016/j.cortex.2014.01.012.
- [25] Picazio S, Oliveri M, Koch G. Continuous theta burst stimulation (cTBS) on left cerebellar hemisphere affects mental rotation tasks during music listening[J]. PLoS One, 2013, 8(5):e64640. DOI: 10.1371/journal.pone.0064640.
- [26] Lega C, Vecchi T, D'Angelo E, et al. A TMS investigation on the role of the cerebellum in pitch and timbre discrimination[J]. Cerebellum Ataxias, 2016, 2(3):6. DOI: 10.1186/s40673-016-0044-4.
- [27] Arasanz CP, Staines WR, Roy EA, et al. The cerebellum and its role in word generation: a cTBS study[J]. Cortex, 2012, 48(6):718-724. DOI: 10.1016/j.cortex.2011.02.021.
- [28] De Vidovich GZ, Muffatti R, Monaco J, et al. Repetitive TMS on left cerebellum affects impulsivity in borderline personality disorder: A pilot study[J]. Front Hum Neurosci, 2016, 5(10):582. DOI: 10.3389/fnhum.2016.00582.
- [29] Garg S, Sinha VK, Tikka SK, et al. The efficacy of cerebellar vermal deep high frequency (theta range) repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) in schizophrenia: A randomized rater blind-sham controlled study[J]. Psychiatry Res, 2016, 30(243):413-420. DOI: 10.1016/j.psychres.2016.07.023.
- [30] Jayasekeran V, Rothwell J, Hamdy S. Non-invasive magnetic stimulation of the human cerebellum facilitates cortico-bulbar projections in the swallowing motor system[J]. Neurogastroenterol Motil, 2011, 23(9):e831-341. DOI: 10.1111/j.1365-2982.2011.01747.x.
- [31] Vasant DH, Michou E, Mistry S, et al. High-frequency focal repetitive cerebellar stimulation induces prolonged increases in human pharyngeal motor cortex excitability[J]. J Physiol, 2015, 593(22):4963-4977. DOI: 10.1113/JP270817.

(修回日期:2018-03-27)

(本文编辑:易浩)

· 消息 ·

## 2018 第二届中国康复医学会综合年会康复评定与电诊断分论坛通知

为强化和充分实现康复医学评定理念与临床实践,中国康复医学会康复评定专业委员会(分会)与电诊断专业委员会(分会)决定,于 2018 第二届中国康复医学会年会期间,联合举办第二届康复评定与电诊断分论坛。

本次分论坛主题为“精准康复,评定先行”,届时将邀请多位海内外知名专家和学者,就康复评定技术的最新研究进展以及康复评定技术在临床工作中的具体应用等做主题报告和交流,其间将开设病例讨论环节,以具体病例的形式阐述康复评定在临床实践中的应用,以加强各位同仁对康复评定理念的认识。本次论坛首次由康复评定专业委员会与电诊断专业委员会联合举办,专家云集,内容纷呈,欢迎广大康复医学科及相关科室的医生、治疗师、护士,医学院校相关专业师生及相关人员等踊跃参会并积极转发!

会议时间:2018 年 11 月 18 日上午 8:00 至 12:00

会议地点:国家会议中心(北京市朝阳区天辰东路 7 号)

请各位专家及时登录中国康复医学会大会网站(<http://2818.medcircle.cn>)报名、注册、预订酒店、录入发票信息。会议联系人:何泽佳;联系电话:15810666106;学会邮箱:kfpdzwh@163.com

中国康复医学会康复评定专业委员会(分会)