

无创神经调控在老年认知障碍的应用

宋丹丹

摘要：随着全球人口老龄化趋势的不断加剧，神经退行性疾病的负担日益加重，老年认知障碍人数越来越多，对社会和家庭造成的经济负担和护理压力日益加重。这些疾病不仅影响患者的日常生活能力，还给家庭成员带来了沉重的心理和生理负担。在这样的背景下，口服给药成为了治疗这些疾病的主要方式，但其效果往往受限于药物的生物利用度和患者的依从性。近年来无创神经调控技术在治疗领域发展迅速，为老年认知障碍患者的治疗带来了新的希望，通过与药物相结合可显著提高疗效，通过这类技术实现精准治疗。这些技术通过非侵入性的方式，如经颅磁刺激（TMS）、经颅直流电刺激（tDCS）和经颅交流电刺激（tACS）等，能够直接作用于大脑，调节神经元的活动，从而改善认知功能和行为症状。这些技术的共同特点是它们能够提供一种精准的治疗手段，通过精确控制刺激参数，可以针对特定的脑区和神经通路进行干预。经颅磁刺激（TMS）是一种利用磁场在大脑中产生电流的技术，它能够激活或抑制特定脑区的神经元活动。TMS在治疗抑郁症、焦虑症等精神疾病方面已经显示出良好的效果，并且在认知障碍的治疗中也展现出潜力。例如，一些研究发现，TMS可以改善阿尔茨海默病患者的记忆和执行功能。经颅直流电刺激（tDCS）则通过在头皮上施加微弱的直流电来调节大脑皮层的兴奋性。tDCS被认为是一种安全且成本较低的神经调控方法，它通过改变神经元的静息膜电位来增强或减弱神经元的活动。在认知障碍的治疗中，tDCS已被用于改善语言、记忆和注意力等方面的功能。经颅交流电刺激（tACS）是一种相对较新的技术，它通过施加交流电来调节大脑的节律性活动。tACS能够与大脑的固有振荡频率同步，从而优化大脑的网络连接和信息处理能力。在一些初步研究中，tACS被用来改善认知障碍患者的认知功能，尤其是在改善工作记忆和注意力方面。本文阐述了经颅磁刺激、经颅直流电刺激、经颅交流电等无创神经调控技术在认知障碍的应用。

关键词：认知障碍；神经调控；经颅磁刺激；经颅直流电刺激；经颅交流电

认知障碍全球疾病负担持续加重。根据《<<2024年度国家老龄化事业发展公报>>最新数据，截至2024年来，中国60周岁及以上老年人口3.1亿人，占总人口的22.0%；65周岁及以上老年人口2.2亿人，占比15.6%。预测显示至2035年左右，60岁及以上老年人口将突破4亿人，占比超过30%，标志着我国进入重度老龄化阶段^[1]。

近年来，神经调控技术作为突破传统药物治疗瓶颈的新方向，以经颅磁刺激、经颅直流电刺激、经颅交流电为代表的无创神经调控技术^[2]。这些无创神经调控技术的出现，为神经退行性疾病的治疗提供了新的可能性。它们不仅可以单独使用，还可以与药物治疗相结合，以期达到更好的疗效。例如，在药物治疗的基础上，通过TMS或tDCS来增强药物的疗效，或者通过这些技术来减少药物的副作用。此外，无创神经调控技术还具有操作

简便、副作用小、患者依从性高等优点，使得它们在临床应用中具有广阔前景。本文就上述神经调控技术的最新研究进展进行综述。

一、方式

1. 经颅磁刺激（rTMS）与经颅直流电刺激（tDCS） 联和

经颅磁刺激（rTMS）是一种利用时变磁场来非侵入性地刺激大脑特定区域的技术。通过在头皮上放置一个线圈，产生快速变化的磁场，这个磁场能够穿透头皮和颅骨，诱导大脑皮层下的神经元产生电流，从而激活或抑制特定脑区的神经活动。rTMS在治疗某些神经退行性疾病方面显示出潜力，并且在神经科学研究中用于探索大脑功能和神经环路。

经颅直流电刺激（tDCS）则是一种通过头皮向大脑输送持续的、微弱的直流电的方法。这种电流可以改变神经元的静息膜电位，从而增强或抑制神经元的兴奋性。tDCS因其设备简单、成本低廉、使用方便等特点，

作者简介：宋丹丹（1994.08——）女，汉族，本科学历，护师，主要从事护理学方面的研究工作。

在治疗认知功能改善等方面具有应用前景，并且在心理学和认知科学领域中用于研究大脑功能和行为之间的关系。当rTMS和tDCS联合使用时，它们可以针对大脑的不同层面和不同机制产生协同效应。例如，在治疗抑郁症时，rTMS可以用来直接刺激大脑的特定区域，如前额叶皮层，而tDCS可以同时调节大脑其他区域的兴奋性，从而在整体上改善情绪调节。这种联合使用可以提高治疗的针对性和有效性，减少单一方法可能带来的副作用。用tDCS先进行预刺激，极化直流电能够引起刺激部位的精息膜电位改变，产生一种类似的启动效应^[3]；再采用rTMS可以增加高频磁场兴奋性的持续治疗效果，达到“1+1>2”的效果。rTMS和tDCS的联合使用为神经科学和临床治疗提供了新的可能性。通过结合两种技术的优势，不仅可以提高治疗效果，还可以深化我们对大脑功能和神经机制的理解。随着研究的深入和技术的完善，这种联合应用有望在未来的神经科学领域发挥更加重要的作用。

2.tDCS与认知康复训练 (CCRT) 联用

在康复医学领域，tDCS与认知康复训练 (CCRT) 的结合使用，为脑损伤患者提供了新的治疗途径。tDCS通过在大脑特定区域施加微弱的直流电，可以调节神经元的兴奋性，进而影响认知功能。而CCRT则通过一系列专门设计的练习和活动，旨在改善患者的注意力、记忆、执行功能等认知领域。

这种联合治疗方法的优势在于，tDCS可以增强CCRT的效果，通过电刺激预先激活或抑制大脑特定区域的神经活动，从而提高训练的效率和效果。例如，在进行记忆训练之前，通过tDCS刺激海马区，可以增强该区域的神经可塑性，使得记忆训练更加有效。两者同时进行高效协同，多维度的循环渐进的方法改善患者认知功能，在认知训练对患者休眠状态神经元进行激活时进行tDCS，增加治疗效果，延长改善认知能力的益处。

此外，tDCS与CCRT的结合使用还具有个性化治疗的潜力。通过精确的神经影像技术，医生可以确定患者大脑损伤的具体位置和程度，然后定制个性化的tDCS刺激方案，配合相应的CCRT内容，以达到最佳的康复效果。

然而，这种联合治疗方法仍处于研究和探索阶段，需要更多的临床试验来验证其安全性和有效性。未来的研究将致力于优化刺激参数，如电流强度、持续时间、刺激频率等，以及探索不同认知康复训练内容与tDCS的最佳结合方式，以期为脑损伤患者提供更为精准和高效

的康复方案。

3.tDCS与认知行为疗法联用

通过tDCS调节大脑特定区域的神经活动，同时结合认知行为疗法的策略，能够更有效缓解轻度产生抑郁症患者焦虑、抑郁情绪，改善睡眠质量，是临床上治疗轻度老年痴呆患者的一种有效的非药物干预手段。

4.rTMS与近红外脑功能成像技术联用

通过近红外脑功能成像技术与该类技术结合，治疗前、治疗中、治疗后的对比，同时利用近红外脑功能成像技术实时监测脑血氧水平变化，提取脑激活、脑网络连接有效的度量参数。从而精确评估大脑功能状态和神经活动模式，提取有效连接缺失处进行对应部位的有效刺激。这种联合应用为研究大脑认知功能和疾病诊断提供了新的视角。

二、具体治疗方式

1.经颅磁刺激治疗

轻中度认知障碍每周五次，4-6周一个疗程，每次测阈值，高频左侧DLPFC、楔前叶等结合处；对于重度认知障碍采用重复脉冲刺激，使用高频>5HZ，10次/天，每次测阈值强度，做五个疗程，1800脉冲/次*10次*5天=90000脉冲。

2.经颅直流电刺激

海绵电极位置DLPFC，电极强度0-25mHZ，治疗频次1次/天，5次/周或者2次/天，10次/周，每次20-40分钟。

3.经颅交流电刺激

采用低强度交流电的非侵入性的脑电刺激方式，以正弦双相交流电刺激皮质神经元；5次/周，每次20min，连续4周，电极放置左侧背外侧前额叶和右侧顶叶，电流强度1-2mA，参数为40Hz^[4]。

三、局限性与研究进展

深部重复电刺激，刺激部位更深，刺激范围更广，衰退速度慢，治疗范围更广。神经调控技术若实施重复治疗疗程，可进一步延长时间，部分患者症状缓解与疗效持续时间，存在显著的个体差异^[5]。因此个性化的精准神经调控有望进一步的疗效突破，是未来重要的研究方向。

四、总结与展望

无创神经调控技术发展正推动认知障碍治疗进入新阶段，是现在威胁全球健康的重要问题之一^[5]，因其安全、无创等特点并，展现出改善患者生活质量的巨大潜

力，为患者带来了更多的希望和选择，已在临床取得了良好的疗效。

参考文献

[1] 王洋. 2024年度国家老龄事业发展公报—部门动态—中国政府网 [EB/OL]. 北京: 中国政府网, 2025[2025-07-31]. https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202507/content_7033724.htm

Wang Y. National aging development bulletin 2024_department updates_Chinese Government Website[EB/OL]. Beijing: Chinese Government Website, https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202507/content_7033724.htm

[2] 宋海庆, 却淑燕, 等. 老年失智非侵入性神经调控的效应和疗效评价的专家共识 [J]. Chinese General Practice, 2025, 28 (34): 4258-4281.

[3] 张安琪, 王玲, 王宁, 等. 神经调控技术在阿尔茨海默病认知障碍研究中的应用 [J]. 生物化学与生物物理进展, 2023, 50 (10): 2276-2286.

[4] 李丹, 夏仲, 朱文利, 等. 经颅交流电刺激联合舍曲林对抑郁障碍患者认知功能的影响 [J]. 四川精神卫生, 2025, 38 (3): 204-210.

[5] 白川鸿纪, 洪荣华, 汪统岳, 等. 无创神经调控技术在帕金森病康复治疗中的研究进展 [J]. 同济大学学报 (医学版), 2025, 46 (5): 627-631.