

重复经颅磁刺激治疗改善ADHD儿童核心症状的研究构想

徐磊¹, 陈小璐^{2,3*}, 杨文贵¹, 蒲昭霞¹, 刘芳⁴, 李瑶¹, 周波¹, 黄小洪¹, 易媛¹

¹成都西南康复医院发育行为科, 四川 成都

²四川大学华西第二医院小儿神经科, 出生缺陷与相关妇科疾病教育部重点实验室, 四川 成都

³发育与妇儿疾病四川省重点实验室, 四川 成都

⁴四川大学华西第二医院心理健康中心, 四川 成都

收稿日期: 2026年5月27日; 录用日期: 2026年7月16日; 发布日期: 2026年7月28日

摘要

近年来, 重复经颅磁刺激(rTMS)技术快速发展成熟, 它能够利用磁场无创地在大脑皮层诱发感应电流, 从而达到调节中枢神经系统的作用。rTMS技术在焦虑、抑郁等疾病中已广泛应用并具有良好疗效表现, 而在儿童注意缺陷多动障碍(ADHD)中的临床应用还较少。ADHD常起病于学龄期, 对他们的学业和社会功能带来重大影响, 也有研究表明部分患者症状会持续到成年期带来长期影响。目前国内ADHD药物治疗依从性不高, 家长普遍存在药物副作用顾虑, rTMS技术作为一种无创神经调控技术, 副作用较小, 是一种适合于ADHD儿童的治疗方案。基于此, 本研究构想在临床中应用rTMS技术对ADHD患儿进行治疗, 检验其疗效, 为rTMS治疗ADHD的疗效提供临床证据, 也为ADHD儿童精准、安全、有效的非药物治疗提供新的视角。

关键词

注意缺陷多动障碍, 重复经颅磁刺激, 临床干预, 研究构想

Idea of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation in Improving the Core Symptoms of ADHD Children

Lei Xu¹, Xiaolu Chen^{2,3*}, Wengui Yang¹, Zhaoxia Pu¹, Fang Liu⁴, Yao Li¹, Bo Zhou¹, Xiaohong Huang¹, Yuan Yi¹

¹Developmental Behavior Department, Chengdu Southwest Rehabilitation Hospital, Chengdu Sichuan

²Key Laboratory of Birth Defects and Related Maternal and Child Diseases, Ministry of Education, Department

*通讯作者。

文章引用: 徐磊, 陈小璐, 杨文贵, 蒲昭霞, 刘芳, 李瑶, 周波, 黄小洪, 易媛(2026). 重复经颅磁刺激治疗改善 ADHD 儿童核心症状的研究构想. *心理学进展*, 16(7), 299-306. DOI: 10.12677/ap.2026.167362

of Pediatric Neurology, West China Second Hospital, Sichuan University, Chengdu Sichuan

³Sichuan Provincial Key Laboratory of Development and Maternal and Child Diseases, Chengdu Sichuan

⁴Mental Health Center, West China Second Hospital, Sichuan University, Chengdu Sichuan

Received: May 27, 2026; accepted: July 16, 2026; published: July 29, 2026

Abstract

In recent years, repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) technology has developed rapidly and matured. It can use the magnetic field to induce induced currents in the cerebral cortex noninvasively, so as to regulate the central nervous system. RTMS technology has been widely used in anxiety, depression and other diseases and has a good curative effect, but its clinical application in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) is still limited. ADHD often starts in school age, which has a significant impact on their academic and social functions. Some studies have shown that some patients' symptoms will last until adulthood and bring long-term effects. At present, domestic ADHD drug treatment compliance is not high, and parents generally have concerns about drug side effects. RTMS technology, as a non-invasive nerve regulation technology, has fewer side effects, which is a treatment scheme suitable for ADHD children. Based on this, this study conceives the clinical application of rTMS technology in the treatment of children with ADHD, and tests its curative effect, so as to provide clinical evidence for the curative effect of rTMS in the treatment of ADHD, and also provide a new perspective for the accurate, safe and effective non drug treatment of children with ADHD.

Keywords

Attention Deficit Hyperactivity Disorder, Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation, Clinical Intervention, Idea

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

注意缺陷多动障碍(Attention Deficit Hyperactivity Disorder, ADHD)是一种常见的神经发育障碍,在我国学龄期儿童中患病率约为 6.26% (中华医学会儿科学分会发育行为学组, 2020)。其主要临床表现为与年龄不相称的注意力不集中、注意广度缩小、活动过度和冲动行为,常伴有认知功能损害和学习困难(中华医学会儿科学分会发育行为学组, 2020)。ADHD 的病因复杂,研究表明其核心症状与大脑前额叶皮质等功能异常密切相关(吴馨如等, 2019; 刘娜等, 2019)。该障碍不仅影响儿童期的学业和社会功能,而且约 60% 的患者症状会持续到成年期,导致长期的教育、职业成就低下,并增加罹患其他精神障碍和物质滥用的风险(Fu et al., 2025)。目前,药物治疗联合心理行为治疗是国内外指南推荐的首选方案(孙秋, 李廷玉, 2016)。然而,药物治疗存在依从性不高、副作用顾虑(如睡眠障碍、恶心、头痛等)等问题,约 20% 的患者可能疗效不足或不耐受(Martinez-Raga et al., 2017; Fu et al., 2025)。因此,探索安全有效的非药物治疗手段一直是该领域的研究热点。无创性神经调控技术,特别是重复经颅磁刺激(repetitive Transcranial Magnetic Stimulation, rTMS),通过非侵入性地调节大脑皮层兴奋性和神经可塑性,为 ADHD 的治疗提供

了新的思路和潜在选择(刘海润等, 2021)。

2. 注意缺陷多动障碍

2.1. ADHD 概述

ADHD 是一种起病于儿童期的神经发育障碍, 其核心症状包括持久且频繁的注意缺陷和多动/冲动[1]。这些症状导致患者在认知、情绪、人际交往、学业和职业功能等多个领域出现广泛损害。在认知方面, 患者存在明显的执行功能缺陷, 包括工作记忆、抑制控制、认知灵活性等方面的困难(刘海润等, 2021)。情绪上, ADHD 个体易出现情绪调节困难、挫折耐受性低。在人际交往中, 由于其冲动和多动行为, 常导致同伴关系紧张和社交冲突。学业上, 注意力不集中和执行力差直接影响学习效率和成绩, 长期可能导致学业失败(Fu et al., 2025)。更为严重的是, ADHD 的影响具有跨生命周期的持续性, 未经有效干预的患儿在成年后可能出现职业不稳定、人际关系不良、物质滥用风险增高, 甚至自杀意念和行为增加等一系列严重后果(Fu et al., 2025)。因此, 对 ADHD 进行早期识别和有效干预至关重要。

2.2. ADHD 神经系统发育异常

ADHD 的病因涉及遗传和环境因素的复杂交互作用。神经影像学 and 神经生理学的大量证据表明, ADHD 患者存在广泛的大脑结构和功能异常, 其核心病理生理机制与额叶-纹状体-丘脑-小脑环路的功能失调密切相关(Fu et al., 2025)。结构性影像研究发现, ADHD 患者存在前额叶皮层(特别是背外侧前额叶, DLPFC)、前扣带回、基底神经节(如尾状核、苍白球)以及小脑蚓部等区域的体积减小或不对称(Chen et al., 2024)。功能影像研究进一步揭示, 在执行注意、抑制控制和工作记忆等认知任务时, ADHD 患者与上述环路相关的脑区(如右侧 DLPFC、右下额叶回)出现激活不足或连接异常(Fu et al., 2025)。在神经递质层面, 多巴胺和去甲肾上腺素系统的功能紊乱被认为是 ADHD 关键的神经化学基础。遗传学研究发现了多个与多巴胺通路相关的基因(如多巴胺转运体基因、D4 受体基因)与 ADHD 易感性相关联(Chen et al., 2024; Gallo & Posner, 2016)。精神兴奋剂如哌甲酯的治疗机制正是通过阻断多巴胺和去甲肾上腺素的再摄取, 增强前额叶和纹状体的功能(Fu et al., 2025)。这些神经发育和神经化学的异常共同构成了 ADHD 认知行为症状的生物学基础, 也为针对特定脑环路进行神经调控干预提供了明确的靶点。

2.3. ADHD 治疗现状

目前, 针对 ADHD 的一线治疗包括中枢兴奋剂(如哌甲酯)和非中枢兴奋剂(如托莫西汀)等药物治疗(孙秋, 李廷玉, 2016)。虽然药物治疗对多数患者有效, 但实践中面临诸多挑战。首先, 药物治疗的依从性普遍不高, 家长常因对药物副作用(如食欲下降、失眠、头痛、潜在成瘾性等)的长期担忧而中断治疗(Martinez-Raga et al., 2017)。其次, 约有 20% 的患者对药物治疗反应不佳或无法耐受其副作用(Fu et al., 2025)。此外, 药物治疗主要针对症状控制, 对伴随的认知功能缺陷、社交技能等问题的改善有限。因此, 发展非药物治疗作为补充或替代方案具有重要的临床意义。无创性神经调控技术是近年来快速发展的非药物治疗方向, 它通过电、磁等物理手段直接调节大脑神经环路的兴奋性和可塑性。其中, 重复经颅磁刺激(rTMS)和经颅直流电刺激(tDCS)是研究最广泛的技术(刘海润等, 2021)。tDCS 在 ADHD 中的应用研究相对较多, 显示出对某些认知功能改善的潜力(Fu et al., 2025)。而 rTMS 作为一种更有力的神经调控工具, 能够诱发更持久的大脑可塑性变化, 其在 ADHD 治疗中的临床应用虽处于研究阶段, 但已显示出一定的前景(刘海润等, 2021)。早期观点认为, rTMS 可能通过调节脑内多巴胺功能, 成为 ADHD 治疗的新工具和新希望(Chen et al., 2024)。目前, 已有一些临床试验开始探索 rTMS 对 ADHD 核心症状的改善作用。

3. 重复经颅磁刺激

3.1. 重复经颅磁刺激原理

重复经颅磁刺激(rTMS)是一种利用时变磁场无创地在大脑皮层诱发感应电流,从而调节神经元活动的技术(Fu et al., 2025)。根据刺激频率的不同,rTMS 对大脑皮层活动产生不同的调节效应:高频刺激通常增加皮层的兴奋性,而低频刺激则降低皮层的兴奋性(Niederhofer, 2008; Bloch et al., 2010)。这种调节效应不仅发生在刺激当时,还能在刺激结束后持续一段时间,类似于长时程增强(LTP)或长时程抑制(LTD)现象,这被认为是 rTMS 产生治疗作用的基础(Fu et al., 2025)。研究表明,rTMS 能够影响多种神经递质系统,包括多巴胺、谷氨酸、GABA 等(Kim et al., 2016)。例如,刺激前额叶皮层可诱导尾状核释放多巴胺(Chen et al., 2024)。由于其非侵入性、相对安全(主要副作用为轻微头痛和头皮不适)和能够诱导神经可塑性的特点,rTMS 已被批准用于治疗难治性抑郁症等精神障碍,并在其他神经精神疾病如 ADHD 的探索性治疗中显示出潜力(Fu et al., 2025)。

3.2. rTMS 治疗 ADHD 临床研究

rTMS 治疗 ADHD 的理论基础主要源于 ADHD 的前额叶皮层功能低下假说及多巴胺系统紊乱理论。鉴于前额叶皮层(特别是 DLPFC)在注意、执行控制和冲动抑制中的核心作用,以及 rTMS 被证实可以调节该区域的活动和多巴胺释放,因此有学者早在 2003 年就提出 rTMS 可能成为 ADHD 治疗的新选择(Chen et al., 2024)。随后的临床研究逐步展开。早期研究主要关注安全性,多项报告表明在儿童和青少年中应用单脉冲或低频 rTMS 是安全的(Hirshberg et al., 2005; Quintana, 2005)。在有效性方面,研究结果呈现出积极趋势但也存在不一致。一些研究发现,针对右侧背外侧前额叶(rDLPFC)的低频或高频 rTMS 能够改善 ADHD 患者的注意缺陷、多动冲动症状以及整体功能(Fu et al., 2025; Niederhofer, 2008; Bloch et al., 2010)。一项 2024 年的系统综述和荟萃分析表明,与假刺激或非 TMS 干预相比,rTMS 在干预 3~6 周后能显著改善患者的注意缺陷和多动/冲动症状,且效果在 1 个月随访时对注意缺陷症状仍持续(Fu et al., 2025)。然而,另一项 2023 年的荟萃分析则显示,rTMS 组在整体 ADHD 症状改善上与假刺激组无显著差异,但亚组分析发现,当刺激靶点为右侧前额叶时,rTMS 疗效显著优于假刺激,且主要改善了注意缺陷症状,对多动和冲动症状改善不明显(Acosta & Leon-Sarmiento, 2003)。这些不一致的结果可能与研究样本量小、患者年龄和亚型差异、刺激参数(频率、强度、部位、疗程)不统一、定位方法不精确等因素有关。此外,有研究提示 rTMS 联合药物治疗(如托莫西汀)可能效果更优(Cao et al., 2019)。

传统的 rTMS 治疗依赖于治疗师根据脑电图 10~20 系统或大致解剖标志进行手动定位,存在定位不精准、重复性差的局限,可能影响疗效的稳定性和可重复性。本研究拟采用的 MagNeuro ONE MRI 机器人导航经颅磁刺激仪代表了更高的技术标准。该设备整合了医学影像处理分析模块,能够基于患者个体的 MRI 影像实现个性化精准定位。相较于传统 rTMS,这种高精度、自动化、个体化的导航 rTMS 系统,有望通过更精准地调控 ADHD 相关的特定大脑环路(如右侧 DLPFC),从而提高治疗的有效性和一致性,为临床研究提供更可靠的技术平台。

4. 研究问题

综上所述,ADHD 是一种高患病率、高损害性的慢性神经发育障碍。尽管药物治疗有效,但其固有的局限(如副作用、依从性问题、部分患者无效)促使我们不断探索更优化、更易被接受的非药物治疗策略。无创性神经调控技术,尤其是 rTMS,通过直接调节与 ADHD 病理生理相关的关键脑网络和神经递质系统,展现出潜在的治疗价值,是未来 ADHD 干预领域的一个重要发展趋势(刘海润等, 2021)。然而,目前关于 rTMS 治疗儿童 ADHD 的高质量临床研究仍然相对有限,现有研究在刺激靶点、参数、疗程等方

面尚未形成共识,疗效结论也不尽一致(刘海润等, 2021)。特别是缺乏采用高精度个体化导航技术、针对儿童 ADHD 核心症状的大样本随机对照试验证据。基于此,本研究拟开展一项临床试验,旨在利用先进的导航经颅磁刺激系统,对 ADHD 儿童进行精准的右侧背外侧前额叶(rDLPFC)高频 rTMS 干预,系统评估其对 ADHD 核心临床症状(注意缺陷、多动/冲动)的改善效果及安全性,以期 rTMS 作为 ADHD 一种有效、精准的非药物治疗新方案提供更高级别的临床证据。

5. 研究目标及意义

5.1. 研究目标

(1) 总体目标: 本研究旨在通过一项前瞻性随机对照试验,评估基于个体化 MRI 影像引导的导航重复经颅磁刺激(rTMS)技术,治疗儿童注意缺陷多动障碍(ADHD)核心症状(注意缺陷、多动/冲动)的有效性和安全性,为 ADHD 的非药物治疗提供一种精准、可靠的新方案。

(2) 具体目标:

1) 疗效验证: 比较 rTMS 联合常规管理与单纯常规管理对 ADHD 儿童核心症状的改善程度,验证精准导航 rTMS 治疗 ADHD 的有效性。主要评价指标为治疗 4 周后斯诺佩评估量表第四版(SNAP-IV)总分的组间差异。

2) 效应探索: 探索 rTMS 对 ADHD 儿童持续性注意力、反应控制等执行功能的改善作用,通过视听整合持续测试系统(IVA-CPT)进行客观评估。

3) 安全性评估: 系统监测并记录机器人导航 rTMS 治疗过程中及随访期内的所有不良事件,评估其在儿童群体中应用的安全性。

4) 参数优化与机制初探: 通过标准化的治疗参数(右侧背外侧前额叶, 10 Hz 高频刺激)和精准的导航定位,为未来儿童 ADHD 的 rTMS 治疗标准化方案提供初步临床数据。

5.2. 研究意义

理论意义: 本研究将神经影像学、神经导航技术与神经调控干预相结合,是对 ADHD “靶向治疗”理念的一次深入实践。通过高精度、可重复的干预手段作用于明确的神经环路靶点(右侧背外侧前额叶),其结果将为“前额叶功能低下”等 ADHD 核心病理假说提供来自干预研究的直接证据,深化对 ADHD 神经机制及 rTMS 治疗机制的理解。

实践意义: 针对当前 ADHD 药物治疗依从性差、副作用顾虑多、部分患者疗效不佳的临床困境,本研究探索一种无创、非药物的物理治疗新途径。若证实有效,将为 ADHD 患儿及家庭提供一个重要的补充或替代治疗选择,尤其适用于对药物不耐受、疗效不佳或家长强烈排斥用药的病例。同时,推动先进神经调控技术在儿科临床的规范化应用。

6. 拟解决的关键问题

(1) 解决传统 rTMS 治疗定位不精准、重复性差的技术瓶颈。既往研究结论不一的重要原因之一是刺激靶点定位依赖于粗略的解剖标志,无法实现个体化精准定位,导致疗效不稳定。本研究引入 MRI 机器人导航系统,旨在解决这一关键技术问题,确保刺激的精准性与一致性。

(2) 明确高频 rTMS 刺激右侧背外侧前额叶对儿童 ADHD 核心症状的疗效。现有证据虽提示右侧前额叶可能是有效靶点,但专门针对儿童的大样本、高质量 RCT 研究匮乏。本研究旨在通过严谨的试验设计,为这一关键治疗参数在儿童群体中的有效性提供高级别证据。

(3) 评估新型导航 rTMS 系统在儿童 ADHD 治疗中的安全性及可行性。儿童作为特殊群体,其 rTMS

治疗的安全性数据仍需积累。本研究将通过系统性监测,全面评估该先进技术在儿科临床应用的安全性和耐受性,为其未来推广奠定基础。

7. 方案

采用前瞻性、单中心、简单随机对照临床试验。

7.1. 研究方法

随机法。采用计算机生成的随机数字序列,将符合纳入标准的受试者按 1:1 的比例随机分配至试验组(rTMS 联合常规治疗)与对照组(常规治疗)。随机序列由独立于研究评估的统计人员生成并密封保存。研究者按入组顺序获取对应的随机分配方案。

盲法。本研究为评估者盲。所有临床结局评估者(负责量表评定、数据收集的研究人员)对受试者的分组情况不知情。由于干预手段的特性(rTMS 治疗具有可感知性),对受试者及治疗师实施盲法存在困难。为减少偏倚,在评估前,将提醒受试者及其家长避免向评估者透露具体治疗信息。数据统计与分析人员同样对分组信息保持盲态。

样本量。根据既往关于 rTMS 治疗 ADHD 的 Meta 分析报告的中等效应量(Cohen's $d \approx 0.5 \sim 0.6$),采用 G * Power 3.1 软件进行估算。设定检验水准 $\alpha = 0.05$ (双侧),检验效能 $1 - \beta = 0.8$,效应量 $f = 0.25$ (基于重复测量方差分析),组数 = 2,测量次数 = 4 (基线、治疗后、3 个月随访、6 个月随访),球形系数 = 1。计算得出每组所需样本量约为 28 例。考虑约 20% 的脱落率,计划每组纳入 35 例,总样本量为 70 例。

7.2. 诊断、纳入、排除、中止标准

诊断标准。符合《精神障碍诊断与统计手册》第五版(DSM-5)中“注意缺陷/多动障碍(ADHD)”的诊断标准。分型包括混合型、注意缺陷为主型或多动/冲动为主型。

纳入标准:

- (1) 年龄 7~18 周岁,性别不限;
- (2) 符合上述 DSM-5 ADHD 诊断标准,且经儿童心理科专科医生确认;
- (3) 智商 ≥ 80 (韦氏儿童智力量表第四版, WISC-IV);
- (4) 监护人及儿童本人(如能理解)知情同意,并签署知情同意书。

排除标准:

(1) 合并其他主要精神疾病或神经发育障碍(如孤独症谱系障碍、精神分裂症、双相情感障碍、抽动秽语综合征等);

- (2) 存在颅内金属植入物、心脏起搏器、严重听力障碍等 rTMS 治疗禁忌症;
- (3) 有癫痫病史或癫痫家族史;
- (4) 近 6 个月内参与过其他临床试验;
- (5) 存在严重的视听障碍或躯体疾病,影响评估或治疗;
- (6) 研究者判断不适合参加本研究的其他情况。

中止/剔除标准:

- (1) 研究期间出现严重不良事件,不宜继续接受治疗;
- (2) 受试者或其监护人主动要求退出;
- (3) 治疗依从性差(如 rTMS 治疗完成率 $< 80\%$,或未按方案接受常规治疗与评估);
- (4) 失访。

7.3. 研究分组与干预方案

对照组：常规治疗组。接受医院常规的 ADHD 综合管理与干预，包括为家长提供的 ADHD 相关疾病知识与家庭管理指导手册。

试验组：rTMS 联合常规治疗组。在常规治疗(同对照组)的基础上，增加精准导航下的 rTMS 治疗。

刺激靶点：右侧背外侧前额叶皮质。刺激参数：高频刺激，频率 10 Hz，强度为静息运动阈值的 110%，每序列 4 秒(40 个脉冲)，序列间隔 26 秒。每次治疗总脉冲数为 2000 个，时长约 20 分钟。治疗疗程：每周治疗 5 次(周一至周五)，连续治疗 4 周，共 20 次。操作流程：每次治疗前，系统自动调取受试者个性化治疗方案，机器人将线圈定位至预设靶点。治疗师监控整个过程，确保安全。

研究步骤。(1) 筛查与基线评估：签署知情同意后，进行诊断确认、纳入/排除标准筛查、WISC-IV 智商测试及基线期评估。(2) 随机分组：符合条件者进入随机分组程序。(3) 干预期：两组分别接受为期 4 周的指定干预。试验组同步完成 20 次 rTMS 治疗。(4) 评估时点：于基线(T0)、治疗结束(T1)、治疗结束后 3 个月(T2)、6 个月(T3)进行核心疗效指标评估。(5) 安全性监测：每次 rTMS 治疗前后及随访期记录不良事件。

7.4. 结局指标

主要结局指标。ADHD 核心症状：采用斯诺佩评估量表第四版(SNAP-IV)父母版。该量表基于 DSM 诊断标准，包含注意力不集中、多动/冲动两个分量表，得分越高症状越严重。以治疗结束后(T1) SNAP-IV 总分较基线的变化值为主要评价指标。

次要结局指标。持续注意力：采用视听整合持续测试系统(IVA-CPT)，评估注意力和抑制控制能力。该系统采用美国研发的测试系统，在计算机上直接进行测试，测试结束即可得出结果，以综合注意力商数和综合控制力商数为评价指标，得分越高症状越轻。

安全性指标。记录所有不良事件的发生率、严重程度及与治疗的相关性。

7.5. 安全性评价

(1) 密切监控并记录治疗期间及随访期内所有不良事件，包括头痛、头晕、头皮不适、诱发抽搐等，记录其发生时间、严重程度、持续时间、处理措施及转归。

(2) 每次 rTMS 治疗前询问受试者主观感受，治疗后观察即刻反应。

(3) 设立独立的数据与安全监查委员会，定期审查研究进展与安全性数据。

基金项目

成都市卫生健康委员会医学科研课题(2024139)；成都市卫生健康委员会医学科研课题(2025351)；成都市高新区卫生健康局医学科研课题(2024020)；成都市高新区卫生健康局医学科研课题(2024021)；成都市高新区卫生健康局医学科研课题(2024022)。

参考文献

- 刘海润, 覃荣山, 秦岭(2021). 无创性神经调控技术在儿童注意缺陷多动障碍治疗中的研究进展. *中华实用儿科临床杂志*, 36(7), 558-560.
- 刘娜, 桑艳, 陈娇, 刘晓鸣(2019). 注意缺陷多动障碍患儿脑结构网络连接改变. *中华实用儿科临床杂志*, 34(18), 1402-1406.
- 孙秋, 李廷玉(2016). 注意缺陷多动障碍的诊断及治疗进展. *儿科学杂志*, 22(16), 49-52.
- 吴馨如, 王昕, 杨健(2019). 功能近红外脑成像应用于儿童注意缺陷多动障碍的研究进展. *中华实用儿科临床杂志*,

34(8), 634-637.

中华医学会儿科学分会发育行为学组(2020). 注意缺陷多动障碍早期识别, 规范诊断和治疗的儿科专家共识. *中华儿科杂志*, 58(3), 188-193.

Acosta, M. T., & Leon-Sarmiento, F. E. (2003). Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS): New Tool, New Therapy and New Hope for ADHD. *Current Medical Research and Opinion*, 19, 125-130.

<https://doi.org/10.1080/030079903125001541>

Bloch, Y., Harel, E. V., Aviram, S., Govezensky, J., Ratzoni, G., & Levkovitz, Y. (2010). Positive Effects of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Attention in ADHD Subjects: A Randomized Controlled Pilot Study. *The World Journal of Biological Psychiatry*, 11, 755-758. <https://doi.org/10.3109/15622975.2010.484466>

Cao, P., Xing, J., Cao, Y., Cheng, Q., Sun, X., Kang, Q. et al. (2019). Clinical Effects of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Combined with Atomoxetine in the Treatment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Brain Stimulation*, 12, 588. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.12.954>

Chen, C. M., Liang, S. C., Sun, C. K., Cheng, Y. S., & Hung, K. C. (2024). A Meta-Analysis of Randomized Sham-Controlled Trials of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Brazilian Journal of Psychiatry*, 46, e20233428. <https://doi.org/10.47626/1516-4446-2023-3428>

Fu, B., Zhou, X., Zhou, X., Li, X., Chen, Z., Zhang, Y. et al. (2025). Efficacy and Safety of Transcranial Magnetic Stimulation for Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Brain and Behavior*, 15, e70246. <https://doi.org/10.1002/brb3.70246>

Gallo, E. F., & Posner, J. (2016). Moving Towards Causality in Attention-Deficit Hyperactivity Disorder: Overview of Neural and Genetic Mechanisms. *The Lancet Psychiatry*, 3, 555-567. [https://doi.org/10.1016/s2215-0366\(16\)00096-1](https://doi.org/10.1016/s2215-0366(16)00096-1)

Hirshberg, L. M., Chiu, S., & Frazier, J. A. (2005). Emerging Brain-Based Interventions for Children and Adolescents: Overview and Clinical Perspective. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 14, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.chc.2004.07.011>

Kim, J., Park, H., Yu, S., Jee, S., Cheon, K., Song, D. H. et al. (2016). Effects of High-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) on Spontaneously Hypertensive Rats, an Animal Model of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 53, 83-89. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2016.07.006>

Martinez-Raga, J., Ferreros, A., Knecht, C., de Alvaro, R., & Carabal, E. (2017). Attention-Deficit Hyperactivity Disorder Medication Use: Factors Involved in Prescribing, Safety Aspects and Outcomes. *Therapeutic Advances in Drug Safety*, 8, 87-99. <https://doi.org/10.1177/2042098616679636>

Niederhofer, H. (2008). Effectiveness of the Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) of 1 Hz for Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *Psychiatria Danubina*, 20, 91-92.

Quintana, H. (2005). Transcranial Magnetic Stimulation in Persons Younger than the Age of 18. *The Journal of ECT*, 21, 88-95. <https://doi.org/10.1097/01.yct.0000162556.02720.58>