

脑卒中后痉挛的发生机制及治疗研究进展

杨惠婷, 蔡泽霖*

杭州市临安区中医院康复科, 浙江 杭州

收稿日期: 2026年2月6日; 录用日期: 2026年2月28日; 发布日期: 2026年3月11日

摘要

脑卒中后痉挛(Post-stroke spasm, PSS)是脑卒中后的常见并发症,严重影响脑卒中患者的康复进程及生活质量,目前PSS的发病机制尚不完全明确,但有研究对此进行探讨及实验,关于PSS的治疗,国内外研究者从多方面对治疗PSS展开实验室及临床研究。本文对PSS的发病机制及治疗的研究进展进行文献检索及综述。

关键词

脑卒中后痉挛, 发病机制, 治疗, 康复

Research Progress on the Occurrence Mechanism and Treatment of Spasm after Stroke

Huiting Yang, Zelin Cai*

Rehabilitation Department of Hangzhou Lin'an Traditional Chinese Medicine Hospital, Hangzhou Zhejiang

Received: February 6, 2026; accepted: February 28, 2026; published: March 11, 2026

Abstract

Post-stroke spasm (PSS) is a common complication after stroke, which seriously affects the rehabilitation process and quality of life of stroke patients. Currently, the pathogenesis of PSS is not fully understood, but some studies have explored and experimented with it. Regarding the treatment of PSS, researchers at home and abroad have conducted laboratory and clinical studies on the treatment of PSS from multiple aspects. This article conducts a literature retrieval and review on the research

*通讯作者。

progress of the pathogenesis and treatment of PSS.

Keywords

Post-Stroke Spasm, Pathogenesis, Treatment, Rehabilitation

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. 定义及流行病学

脑卒中后痉挛(Post-stroke spasm, PSS)是脑卒中后常见的并发症,主要表现为肌肉挛缩、肌张力增高、腱反射亢进、异常姿势或运动模式、局部疼痛及伴随的自主神经症状等,严重影响脑卒中患者的自主生活能力[1]-[3]。据统计,卒中患者中,PSS的总发生率为19%~92%,卒中后6个月的发生率为42.6%,卒中后1年的发生率为38% [4] [5]。脑卒中后上肢痉挛发生概率及治疗难度高于下肢[6],近79%的上肢痉挛患者主要表现为肘关节肱二头肌肌张力增高[7] [8]。

目前PSS的发病机制尚不完全明确,但有研究对此进行探讨及实验。目前部分研究认为卒中后上运动通路损伤导致对脊髓牵张反射的抑制作用减弱或消失是PSS发生的重要机制[9]。此外,还有其他针对PSS发病机制的研究正在进行。

PSS影响脑卒中患者康复进程、影响日常生活,临床上目前使用改良的Ashworth量表(Modified Ashworth Scale, MAS)来评估偏瘫肢体痉挛程度:0:无痉挛;I:偏瘫肢体被动运动结束时肌张力轻度增加;I+:偏瘫肢体中肌肉张力轻度增加少于被动运动的一半;II:偏瘫肢体大部分被动运动的肌张力明显增加;III:肌肉张力明显增加,导致运动障碍;IV:四肢僵硬[10]。

关于PSS的治疗,国内外研究者从药物及非药物等方面对治疗PSS展开多项实验室及临床研究。本文对PSS的发病机制及治疗的研究进展进行文献检索及综述。

2. 发病机制

PSS具有速度依赖性增强的特征,临床可见牵张反射及腱反射过度活跃,属于上运动神经元综合征的表现之一。其发生主要与卒中后上运动神经通路受损,导致对脊髓牵张反射的正常抑制减弱或丧失有关[9]。目前国际研究普遍认为,下行纤维束对脊髓局部环路调控功能的改变是其中关键的病理生理机制之一[11]。关于卒中对脊髓上水平的影响机制可能包括下行纤维系统改变、神经可塑性、神经递质失衡等方面[12]。

卒中造成大脑皮层运动区上运动神经元损伤,使皮层运动投射区、皮质脊髓束及尾状核对髓质抑制中枢的兴奋作用下降;与此同时,对牵张反射具有易化功能的内侧网状脊髓束与前庭脊髓束仍保持活性[9] [13],这种抑制减弱与易化尚存的不平衡状态,导致脊髓水平原始反射过度释放,表现为牵张反射亢进,最终形成肌肉痉挛。在静态牵张反射方面,上肢屈肌与下肢伸肌等抗重力肌群尤为突出,加之卒中后相应拮抗肌肌力减弱、肌张力降低,从而呈现典型的上肢“挎篮样”屈曲及下肢“划圈样”步态。

此外,卒中病灶的位置与体积也被视为影响PSS发生及其严重程度的重要因素[14]。关于卒中病灶的部位,有研究指出,累及运动网络是PSS发生的先决条件,尤其当病变波及白质束、内囊及纹状体时更为关键[11];另有研究表明,PSS相关病灶定位于一个由双侧壳核与苍白球构成的功能连接网络[15],

其中壳核被认为是区分卒中患者是否出现痉挛的特异性“痉挛区域”，而不仅是常见的卒中部位[16]。在病灶体积方面，超过 3 cm³ 的病灶可能作为预测 PSS 发生的指标之一[17]。此外，皮质脊髓束(CST)的损伤程度也被发现与痉挛严重程度呈正相关[18]。

3. 治疗研究进展

3.1. 西医治疗

3.1.1. 药物治疗

目前临床已证实多种药物对缓解痉挛有效，并投入广泛应用，如巴氯芬、替扎尼定、盐酸乙哌立松、氯硝西洋、肉毒素及丹曲林等。

巴氯芬是其中常用的口服抗肌张力增高药物，其主要作用机制为激动 GABA- β 受体，从而抑制兴奋性递质的释放，降低脊髓内单突触和多突触反射的传递，最终达到减轻肌肉僵硬和痉挛的治疗目的[19]。然而，其副作用包括乏力、疲倦、肌肉无力以及影响认知功能等，这些副作用限制了药物的长期使用。

替扎尼定作为中枢性骨骼肌松弛剂，可通过激活运动神经元突触前膜的 α_2 肾上腺素受体，抑制兴奋性神经递质释放，从而降低运动反射。研究显示，其与巴氯芬均能有效缓解肌肉痉挛，且替扎尼定表现出更高的安全性。临床上也常常将替扎尼定与巴氯芬联合使用。

盐酸乙哌立松主要作用于中枢系统，通过抑制肌梭传入神经(Ia 纤维)活动及 γ -运动神经元自发冲动，间接缓解肌紧张[20]。郭天龙等[21]比较发现，盐酸乙哌立松、巴氯芬与替扎尼定三者的疗效相当，但盐酸乙哌立松的耐受性可能更具优势。然而此类口服药物因其非选择性，没有特定作用于痉挛局部，在缓解局部肌肉痉挛的同时，可能出现大范围肌肉松弛，甚至影响康复训练。

肉毒素局部注射在美国指南推荐等级高于口服药物及其他治疗，为 I 级推荐，其作用于周围神经末梢，选择性地与胆碱能神经末梢的糖蛋白相结合，抑制乙酰胆碱的释放，产生“化学去神经作用”，可以明显缓解肌肉过度收缩等相关症状[22]。其优势在于精准，能够选择性地放松痉挛肌肉，且疗效可维持 3~6 月。相对口服药物而言，肉毒素局部注射起效慢但持续时间长，患者依从性高。

除了抗痉挛类药物外，还有部分神经保护药物可能对 PSS 有治疗作用：1. 溶脑素：连续 10 天每天静脉输注 30 mL 溶脑素或安慰剂改良 Rankin 量表的初步改善显著，然而，第 90 天结局未显示增强[23]，溶脑素在评估结果和远期预后方面的疗效仍不清楚，需要更多的临床研究来阐明溶脑素的确切机制和作用[16]。2. 干细胞：卒中后静脉注射 1~2 $\times 10^6$ cells/kg 同种异体脐带间充质干细胞(UC-MSCs)可改善患者的上肢和肌肉力量、痉挛和精细运动功能[24]，但给药时机、最佳剂量和免疫排斥是临床应用尚未解决的问题，基于干细胞的疗法的临床试验仍处于早期阶段[25]。

3.1.2. 非药物治疗

临床上，常规的物理治疗方法包括抗痉挛体位摆放、关节活动度训练以及痉挛肌肉的牵拉与伸展等，这些措施已在康复实践中广泛应用[26]。此外，近年来一些新型非药物疗法也逐渐显示出临床价值。

振动疗法作为一种通过特定频率振动源作用于人体的康复手段，被广泛用于改善下肢肌张力[27]。研究表明，改良的局部振动方案(即对痉挛肌施加长时间持续振动，同时对拮抗肌实施短时、间歇性振动)相较于常规局部振动，能更有效地缓解卒中患者的肢体肌痉挛和运动功能障碍[28]。

研究表明，重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)也被证实可用于治疗 PSS，并有助于减轻肌张力增高症状。与振动疗法不同，rTMS 是通过调控大脑活动自上而下影响外周肌肉，该治疗方法不仅可以用于痉挛的卒中患者，对其他脑卒中后康复患者也有一定的疗效。

生物反馈(BFB)疗法是一种常见的康复策略，通过将运动训练与感觉信息相结合，增加皮质脊髓兴奋

性并扩大受刺激身体区域的运动皮层表征, 帮助患者重新学习和控制原本感受不到的肌肉活动。与常规治疗相比, 患者每周接受 2 次为期 6 周的肌反馈训练, 可显著改善 PSS 患者的痉挛[29]。该项治疗适合患者存在一定自主收缩能力但不会正确发力时使用, 它无法替代药物有直接降低肌张力的效果, 但能通过改善运动控制一定程度上对肌痉挛有所改善。

信息化时代的新技术的推出也对 PSS 的治疗提供了新思路。临床研究表明 BCI 脑机接口康复技术可改善患者上肢痉挛程度, 提高患者运动功能[30]。实验研究表明机器人和虚拟现实(VR)等新技术的出现对康复有巨大帮助, 机器人训练(10 次, 每次持续 60 分钟, 每周 2 或 3 天)与肉毒杆菌毒素在运动恢复和减少痉挛方面的效果相等[31]。出院后, 患者在定制的康复锻炼计划的指导下, 开始与物理治疗师进行远程康复课程。他们在治疗期间接受了有关进行临床和虚拟评估的适当指导。远程康复和远程评估是安全的, 并且在增强常规物理治疗和 rESWT 对脑卒中后痉挛的影响方面具有长期疗效[16]。脑机接口康复作为新技术尚未在临床治疗投入使用, 其未来发展及与其他治疗的结合理论上可达到完美配合, 但其应用除了技术革新, 还需解决伦理与安全的基本问题, 脑机接口的投入使用是一场长跑, 需要多方接力, 稳扎稳打推进技术的进一步发展与应用。

3.2. 中医治疗

3.2.1. 针灸

针灸是 PSS 最常用的中医治疗手段, 其作用机制可能与调节下行运动神经功能、促进神经环路重建及改善突触可塑性有关[32]。

临床上, 杨慧琳等[33]观察针刺治疗 PSS 患者疗效, 并使用扩散加权成像检测患者两侧病灶及 CST 区各向异性分数(FA 值)以评估其神经纤维结构完整程度, 结果显示针刺可显著改善患者痉挛程度并提高病灶部位及患侧 CST 区 FA 值。钱跃等[34]的研究也得到了类似的结论, 提示针刺有助于改善 CST 损伤, 恢复结构完整性。

对于针刺穴位, 多项动物实验表明, 电针阳陵泉和曲池穴可能通过抑制 JAK2/STAT3 通路抑制炎症反应, 调节神经元兴奋/抑制平衡, 从而缓解脑卒中大鼠肢体痉挛[35]-[37]。实验研究表明, 电针腓腧穴(“申脉”、“照海”)可有效促进脑卒中肌痉挛大鼠神经功能的恢复, 提高大鼠运动功能和平衡能力[38]。临床实验表明, 火针(选穴: 内关、尺泽、曲池、少海、手三里、后溪。均为患侧)联合艾灸(选穴: 合谷、外关、肱中、天泉, 均为双侧。)治疗脑卒中后痉挛性肌张力障碍疗效较好, 其可通过 TLR4 信号通路调控中枢神经, 减少炎症反应及神经损伤, 改善痉挛状态、肌张力水平及表面肌电图, 缓解病情, 提升机体躯干控制能力、上肢功能。张琼帅[39]通过临床研究结果表明, 头穴丛刺联合运动疗法治疗 PSS 可明显减低患者患侧上肢及下肢的痉挛程度, 可明显提升患者的运动功能及日常生活活动能力。此外, 还有一些研究指出“热补针法”、“刺夹脊穴”[40]等, 对 PSS 的治疗有明显的疗效。

3.2.2. 中药

除外针灸的治疗, 临床上通过中药辅助治疗 PSS, 常用的方剂有大秦羌汤、血府逐瘀汤、芍药甘草汤等。常用的药物包括白芍、川芎、当归等。

大秦羌汤有祛风清热, 养血活血通络的功效, 是治疗风邪初中经络的常用方剂, 现代医学研究上, 网络药理学研究揭示了大秦羌汤通过多靶点、多通路等途径干扰 PSS 的内在分子机制[41], 其核心成分山奈酚、槲皮素等, 作用于 TP53、AKT1 等关键靶点进而调控 PI3K-Akt、MAPK 等信号通路来治疗 PSS。

血府逐瘀汤有活血化瘀, 行气止痛的功效, 有临床研究[42]将 42 例脑卒中后肌张力增高患者予巴氯芬片、血府逐瘀汤治疗, 结果提示血府逐瘀汤能在一定程度上改善患者的肌张力及运动功能。另有临床研究提示血府逐瘀汤熏蒸联合振动疗法对治疗 PSS 有显著的效果[43]。

白芍有柔肝止痛的功效, 肝主筋, 白芍可柔肝舒筋, 对痉证的治疗有一定的疗效。芍药甘草汤有调和肝脾, 缓急止痛的功效, 李宇霄[44]通过网络药理学研究发现芍药甘草汤对 PSS 药物有效活性成分与关键靶点对接活性良好。动物实验表明[45], 芍甘木瓜汤能够改善大鼠的神经行为学, 降低肌张力, 甘草甜素能减轻偏瘫大鼠肢体痉挛状态, 并对神经元有保护作用[46]。另有研究表明, 白芍络石方可有效治疗脑梗死后痉挛性瘫痪[47]。

栝楼桂枝汤具有调和营卫, 柔筋缓痉的功效, 研究表明, 其多种活性成分通过抗炎、抗氧化、神经营养等药理作用, 从治疗中枢神经系统及外周肌肉组织两方面有效缓解 PSS [48]。

3.2.3. 其他

研究表明, 太极推拿治疗 PSS 中尤其是上肢肌张力增高临床效果显著, 其中, 太极推拿头枕部联合肢体部疗效更为突出, 操作参照《太极推拿》一书中的头枕部手法及肢体部手法操作步骤进行[13] [49]。

肌骨超声引导下的针刀治疗也能明显改善 PSS, 临床研究表明, 在肌骨超声引导下, 在体表定位相关肌肉、韧带的起止点, 每次在上下肢各选 2~3 点予以针刀治疗, 结合康复训练治疗能在治疗期间有效地缓解 PSS, 促进患者随意运动及协调运动能力的恢复提高[50]。

此外, 临床研究表明, 中药穴位贴敷(应用的中药如丹参、附子、当归、干姜、三七、血竭等具有搜风通络、温阳益气、促进血运、活血化瘀等功效), 可有效改善卒中后患者肢体痉挛症状。

3.3. 中西医结合治疗

临床上使用中西医结合协同治疗 PSS 有明显的疗效。

肉毒素局部注射作用局限于注射靶点, 临床上, 我们使用活血通络的中药外用湿热敷, 可改善局部血液循环, 缓解软组织挛缩, 临床个体研究提示可以降低肉毒素再注射频率。此外, 巴氯芬、替扎尼定、盐酸乙哌立松等肌松类药物容易使患者出现乏力、肌无力等情况, 临床上使用黄芪[51]就能巧妙改善症状、缓解副作用。

针刺治疗联合经颅电刺激在理论上, 两者联合应用形成“一针一磁”的中枢调控模式: rTMS 精准神经调控, 针刺通过多靶点、整体性调节, 临床上显示对痉挛的改善优于单一疗法。

4. 总结

PSS 是脑卒中后的常见并发症, 严重影响脑卒中患者的自主生活能力。卒中后上运动通路损伤导致对脊髓牵张反射的抑制作用减弱或消失被认为是 PSS 发生的重要机制, 卒中病灶的部位及体积也被认为对于 PSS 的发生程度起到决定性的作用。西医治疗方面, 药物上, 临床上已被证实有效且在应用的药物包括巴氯芬、替扎尼定、盐酸乙哌立松、氯硝西洋、肉毒素、丹曲林等, 此外, 部分神经保护药物例如溶脑素和干细胞可能对 PSS 有治疗作用, 还需要更多临床及实验室研究深入探讨其作用。非药物治疗上, 常用的物理治疗手段已经被广泛应用, 改良局部振动治疗方案、重复经颅磁刺激、生物反馈疗法、BCI 脑机接口康复技术等临床个案研究上均取得明显疗效, 其广泛应用还需更多循证依据。中医治疗方面, 针灸、中药、太极推拿治疗、针刀治疗、中药穴位贴敷等均在临床取得不同程度的疗效。

基金项目

浙江省中医药学会中医药临床科研项目(NO.ZJWXSJ-2025-2025-004)。

参考文献

- [1] Rakers, F., Weise, D., Hamzei, F., Musleh, R., Schwab, M., Jacob, J., *et al.* (2023) The Incidence and Outpatient Medical

- Care of Patients with Post-Stroke Spasticity. *Deutsches Ärzteblatt International*, **120**, 284-285. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2023.0004>
- [2] 杨俊驰, 王东岩, 谭信哲, 等. 针刺调控 mTOR 相关信号通路治疗脑卒中后痉挛作用机制研究进展[J]. 针灸临床杂志, 2025, 41(8): 100-105.
 - [3] Wissel, J., Manack, A. and Brainin, M. (2013) Toward an Epidemiology of Poststroke Spasticity. *Neurology*, **80**, S13-S19. <https://doi.org/10.1212/wnl.0b013e3182762448>
 - [4] Urban, P.P., Wolf, T., Uebele, M., Marx, J.J., Vogt, T., Stoeter, P., et al. (2010) Occurrence and Clinical Predictors of Spasticity after Ischemic Stroke. *Stroke*, **41**, 2016-2020. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.110.581991>
 - [5] Malhotra, S., Pandyan, A., Rosewilliam, S., Roffe, C. and Hermens, H. (2010) Spasticity and Contractures at the Wrist after Stroke: Time Course of Development and Their Association with Functional Recovery of the Upper Limb. *Clinical Rehabilitation*, **25**, 184-191. <https://doi.org/10.1177/0269215510381620>
 - [6] Parikh, R.J., Sutaria, J.M., Ahsan, M., Nuhmani, S., Alghadir, A.H. and Khan, M. (2022) Effects of Myofascial Release with Tennis Ball on Spasticity and Motor Functions of Upper Limb in Patients with Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Medicine*, **101**, e29926. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000029926>
 - [7] Doussoulin, A., Rivas, C., Bacco, J., Sepúlveda, P., Carvallo, G., Gajardo, C., et al. (2020) Prevalence of Spasticity and Postural Patterns in the Upper Extremity Post Stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, **29**, Article ID: 105253. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105253>
 - [8] Thibaut, A., Chatelle, C., Ziegler, E., Bruno, M., Laureys, S. and Gosseries, O. (2013) Spasticity after Stroke: Physiology, Assessment and Treatment. *Brain Injury*, **27**, 1093-1105. <https://doi.org/10.3109/02699052.2013.804202>
 - [9] Li, S. and Francisco, G.E. (2015) New Insights into the Pathophysiology of Post-Stroke Spasticity. *Frontiers in Human Neuroscience*, **9**, Article 192. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00192>
 - [10] Chen, C., Chen, C., Chen, H., Wu, C., Lin, K., Hsieh, Y., et al. (2020) Responsiveness and Minimal Clinically Important Difference of Modified Ashworth Scale in Patients with Stroke. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, **55**, 754-760. <https://doi.org/10.23736/s1973-9087.19.05545-x>
 - [11] Ri, S., Kivi, A., Urban, P., Wolf, T. and Wissel, J. (2020) Site and Size of Lesion Predict Post-Stroke Spasticity: A Retrospective Magnetic Resonance Imaging Study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, **52**, jrm00065. <https://doi.org/10.2340/16501977-2665>
 - [12] 陈楠, 华艳, 白玉龙. 卒中后痉挛状态发生机制的研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2021, 27(5): 588-594.
 - [13] 伍潇潇. 基于神经电生理技术探讨太极推拿治疗脑卒中后上肢肌张力增高状态的临床观察及机制研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 湖北中医药大学, 2024.
 - [14] Lee, K.B., Hong, B.Y., Kim, J.S., Sul, B., Yoon, S.C., Ji, E., et al. (2019) Which Brain Lesions Produce Spasticity? An Observational Study on 45 Stroke Patients. *PLOS ONE*, **14**, e0210038. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210038>
 - [15] Qin, Y., Qiu, S., Liu, X., Xu, S., Wang, X., Guo, X., et al. (2022) Lesions Causing Post-Stroke Spasticity Localize to a Common Brain Network. *Frontiers in Aging Neuroscience*, **14**, Article 1011812. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.1011812>
 - [16] Chen, B., Yang, T., Liao, Z., Sun, F., Mei, Z. and Zhang, W. (2025) Pathophysiology and Management Strategies for Post-Stroke Spasticity: An Update Review. *International Journal of Molecular Sciences*, **26**, Article 406. <https://doi.org/10.3390/ijms26010406>
 - [17] Ri, S., Glaess-Leistner, S. and Wissel, J. (2021) Early Brain Imaging Predictors of Post-Stroke Spasticity. *Journal of Rehabilitation Medicine*, **53**, jrm00169. <https://doi.org/10.2340/16501977-2803>
 - [18] Cho, M.J., Yeo, S.S., Lee, S.J. and Jang, S.H. (2023) Correlation between Spasticity and Corticospinal/Corticoreticular Tract Status in Stroke Patients after Early Stage. *Medicine*, **102**, e33604. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000033604>
 - [19] 何思佳, 杨信才. 脑卒中偏瘫患者肌肉痉挛治疗的研究进展[J]. 医学研究与教育, 2021, 38(2): 26-31.
 - [20] 谢敏, 陈伟, 周小炫, 等. 电子灸联合乙哌立松治疗中风后上肢痉挛的疗效观察[J]. 按摩与康复医学, 2022, 13(13): 1-3, 7.
 - [21] 郭天龙, 刘景隆, 郭宇. 3 种口服抗痉挛药物对脑卒中后肢体痉挛的疗效比较[J]. 中国康复理论与实践, 2012, 18(5): 453-455.
 - [22] Prazeres, A., Lira, M., Aguiar, P., Monteiro, L., Vilasbôas, Í. and Melo, A. (2018) Efficacy of Physical Therapy Associated with Botulinum Toxin Type a on Functional Performance in Post-Stroke Spasticity: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial. *Neurology International*, **10**, Article No. 7385. <https://doi.org/10.4081/ni.2018.7385>
 - [23] Muresanu, D.F., Heiss, W., Hoemberg, V., Bajenaru, O., Popescu, C.D., Vester, J.C., et al. (2016) Cerebrolysin and Recovery after Stroke (CARS): A Randomized, Placebo-Controlled, Double-Blind, Multicenter Trial. *Stroke*, **47**, 151-

159. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.115.009416>
- [24] Ercelen, N., Karasu, N., Kahyaoglu, B., Cerezci, O., Akduman, R.C., Ercelen, D., *et al.* (2023) Clinical Experience: Outcomes of Mesenchymal Stem Cell Transplantation in Five Stroke Patients. *Frontiers in Medicine*, **10**, Article 1051831. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1051831>
- [25] Zhang, Y., Dong, N., Hong, H., Qi, J., Zhang, S. and Wang, J. (2022) Mesenchymal Stem Cells: Therapeutic Mechanisms for Stroke. *International Journal of Molecular Sciences*, **23**, Article 2550. <https://doi.org/10.3390/ijms23052550>
- [26] 骆伟, 王坤, 李小萍. 物理疗法为主的综合康复治疗对脑卒中后肌张力增高患者的疗效[J]. 心血管康复医学杂志, 2020, 29(3): 272-276.
- [27] 伍丹丹, 严隽陶. 振动疗法在康复临床中的应用及研究进展[J]. 现代中西医结合杂志, 2020, 29(4): 452-456.
- [28] 沈显山. 局部振动在脑卒中偏瘫康复的应用及神经机制研究[D]: [博士学位论文]. 合肥: 安徽医科大学, 2024.
- [29] Vieira, D., Silva, M.B., Melo, M.C. and Soares, A.B. (2016) Effect of Myofeedback on the Threshold of the Stretch Reflex Response of Post-Stroke Spastic Patients. *Disability and Rehabilitation*, **39**, 458-467. <https://doi.org/10.3109/09638288.2016.1146359>
- [30] 郑晓钰. 针刺联合 BCI 脑机接口康复技术对脑型肝豆状核变性患者上肢痉挛性肌张力障碍的干预作用及对血清 Glu、GABA 的影响[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 安徽中医药大学, 2024.
- [31] Pennati, G.V., Da Re, C., Messineo, I., *et al.* (2015) How Could Robotic Training and Botulinum Toxin Be Combined in Chronic Post Stroke Upper Limb Spasticity? A Pilot Study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, **51**, 381-387.
- [32] 开心, 吕晓琳, 孙美琦, 等. 针刺治疗脑卒中后痉挛性偏瘫的分子生物学机制研究进展[J]. 湖北中医杂志, 2024, 46(1): 55-58.
- [33] 杨慧琳, 胡纪可. 牵引技术结合针刺治疗脑梗塞后肌痉挛的临床疗效及作用机制研究[J]. 四川中医, 2017, 35(12): 213-216.
- [34] 钱跃, 谢波, 闫显栋. 醒脑开窍针法对缺血性脑卒中患者皮质脊髓束及运动功能影响的临床观察[J]. 中国中医药现代远程教育, 2024, 22(22): 133-136.
- [35] 何鑫, 赵健, 景伟, 等. 电针阳陵泉和曲池穴调控 JAK2/STAT3 信号通路改善大鼠脑卒中肢体痉挛[J]. 广州中医药大学学报, 2025, 42(2): 430-436.
- [36] 易丽贞. 基于 IL-6/JAK2/STAT3 信号通路探讨电针调控铁代谢对脑卒中肢体痉挛大鼠的机制研究[D]: [博士学位论文]. 长沙: 湖南中医药大学, 2024.
- [37] 黄麟荇. 基于 CKLF1/CCR4 轴研究针刺调控小胶质细胞极化对大鼠脑卒中肢体痉挛的作用[D]: [博士学位论文]. 长沙: 长沙: 湖南中医药大学, 2024.
- [38] 吴晓燕. 基于甘氨酸能神经递质信号传递相关因子探讨电针跷脉腧穴改善脑卒中后大鼠肢体痉挛的中枢机制研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都中医药大学, 2021.
- [39] 张琼帅. 头穴丛刺治疗中风后肢体痉挛的临床观察及其抗痉挛效应机理研究[D]: [博士学位论文]. 长春: 长春中医药大学, 2021.
- [40] 王雪飞, 赵因, 王麟鹏. 早期针刺夹脊穴治疗脑卒中后痉挛的机制探讨[J]. 吉林中医药, 2015, 35(4): 421-424.
- [41] 张铤彬. 基于网络药理学和分子对接探讨大秦芩汤治疗脑梗死后肌张力障碍的作用机制[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西中医药大学, 2025.
- [42] 李丽丽. 血府逐瘀汤治疗脑卒中后肌张力增高疗效及对患者运动功能的影响[J]. 陕西中医, 2021, 42(4): 449-451.
- [43] 陈文煜, 胡杰, 郑贺彬. 血府逐瘀汤熏蒸联合振动疗法治疗脑卒中恢复期下肢肌张力增高临床研究[J]. 新中医, 2022, 54(10): 51-54.
- [44] 李宇霄, 李润桥, 付思慧, 等. 基于网络药理学和分子对接探讨芍药甘草汤治疗脑梗死后痉挛性偏瘫的作用机制[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2021, 19(23): 4027-4035.
- [45] 韩珂, 张郎涛, 王晓鹏, 等. 芍药木瓜汤通过 BDNF/TrkB/CREB 信号通路改善脑卒中偏瘫痉挛状态大鼠神经行为学研究[J]. 药物评价研究, 2021, 44(10): 2161-2169.
- [46] 胡斌, 柴德君. 甘草甜素通过调节 PI3K/Akt/GSK3 β 信号通路对脑卒中偏瘫痉挛状态大鼠的痉挛状态的影响[J]. 中国临床药理学杂志, 2024, 40(12): 1779-1783.
- [47] 谢乐. 白芍络石方治疗脑梗死后痉挛性瘫痪的临床疗效及其对突触可塑性、BDNF/TrkB-KCC2 信号通路影响的研究[D]: [博士学位论文]. 长沙: 湖南中医药大学, 2017.
- [48] 郑雅, 王博龙. 栝楼桂枝汤治疗脑卒中后下肢痉挛的网络药理学研究[J]. 中草药, 2019, 50(22): 5499-5507.

- [49] 严连凤, 金宏柱. 推拿治疗脑卒中后痉挛[J]. 长春中医药大学学报, 2015, 31(2): 311-312.
- [50] 刘明辉. 针刀通过 Sdc1 介导 MAPK/Erk 通路缓解痉挛性偏瘫的疗效与机制研究[D]: [博士学位论文]. 广州: 广州中医药大学, 2023.
- [51] 高歌, 葛汝丽. 中医药治疗多发性硬化的研究进展[J]. 山东医学高等专科学校学报, 2026, 48(1): 11-13.