

· 脑卒中专题 ·

神经功能恢复模型指导下的经颅磁刺激在脑卒中后上肢运动功能 康复中的应用进展

张若 古剑雄

524002 湛江, 广东医科大学第一临床医学院(张若); 524002 湛江, 广东医科大学附属医院
康复科(古剑雄)

通信作者: 古剑雄, Email: kfkjx@163.com

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2023.05.003

【摘要】 经颅磁刺激技术作为一种无创性脑刺激技术,可调节皮层兴奋性,促进功能代偿,已广泛应用于脑卒中后上肢运动功能障碍的康复治疗中,并在神经功能恢复模型理论指导下,形成了多种经颅磁刺激治疗方案。现通过阐述不同神经功能恢复模型指导下的经颅磁刺激方案的临床应用现状,比较不同经颅磁刺激治疗方案的疗效、影响治疗效果的因素及临床应用等方面进行综述,以期为临床治疗提供参考。

【关键词】 卒中; 经颅磁刺激; 神经功能恢复模型; 上肢运动功能障碍; 综述

Progress in the application of transcranial magnetic stimulation under the guidance of neurological recovery model in upper limb motor dysfunction after stroke

Zhang Ruo, Gu Jianxiong

The First Clinical Medical School of Guangdong Medical University, Zhanjiang 524002, China (Zhang R);
Department of Rehabilitation Medicine, Affiliated Hospital of Guangdong Medical University, Zhanjiang
524002, China (Gu JX)

Corresponding author: Gu Jianxiong, Email: kfkjx@163.com

【Abstract】 Transcranial magnetic stimulation as a non-invasive brain stimulation technique, can regulate cortical excitability and promote functional compensation, which has been widely used in the rehabilitation of upper limb motor dysfunction after stroke. Under the guidance of neural function recovery model theory, different treatment programs of transcranial magnetic stimulation appeared. This paper describes the clinical application of transcranial magnetic stimulation under the guidance of different neurofunctional recovery models, and compares the curative effect, influencing factors and clinical application of different transcranial magnetic stimulation regimens, to provide reference for clinical treatment.

【Key words】 Stroke; Transcranial magnetic stimulation; Neural function recovery model; Upper limb motor dysfunction; Review

脑卒中(stroke)是具有高致死及高致残率的脑血管疾病,上肢运动功能障碍是脑卒中后常见的功能障碍,占55%~75%^[1],其中只有11%~14%的患者能够实现完全康复^[2]。上肢运动功能障碍与脑血管病变导致的对应皮层损伤及由此引起的脑兴奋性和连通性改变有关。目前没有直接修复受损脑组织的方法,临床主要通过调节双侧大脑兴奋性及促进功能代偿及重组实现上肢运动功能恢复。

基于脑损伤及恢复机制,目前主要有3种神经功能恢复模型理论,分别为以调节兴奋性为主的半球间竞争模型,主张促进代偿的代偿模型,及在前两者基

础上提出“结构保留度”的双相平衡模型^[3]。在3种神经功能恢复模型指导下,经颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation, TMS)可通过不同刺激模式、作用于不同部位,调节双侧大脑半球兴奋性或促进代偿以恢复上肢运动功能。

近年来,越来越多的学者研究TMS在改善上肢运动功能方面的疗效,目前国内外的研究已发现TMS治疗可改善脑卒中后亚急性期上肢运动功能障碍患者的上肢运动功能^[4-5],但TMS治疗受其自身参数及患者个体因素影响,目前尚未形成个体化TMS治疗方案。本综述主要在脑卒中后功能恢复模

型基础上,探讨TMS在脑卒中后上肢运动功能障碍患者中的临床应用现况,比较不同TMS治疗方案的疗效,讨论影响治疗效果的因素等,以寻找个体化的TMS治疗方案。

一、TMS作用原理

基于法拉第电磁感应原理,TMS可将线圈产生的脉冲磁场透过颅骨转化为感应电流,作用于大脑皮层,引起神经元兴奋性的变化,继而引发一系列生理生化反应以促进神经通路修复^[6]。根据作用模式不同,用于治疗TMS可分为重复经颅磁刺激(repetitive TMS, rTMS)、爆发模式脉冲刺激(theta burst stimulation, TBS),两者分别以低频rTMS(≤ 1 Hz)、连续性TBS(continuous TBS, cTBS)降低皮层兴奋性,高频rTMS(> 1 Hz)、间歇性TBS(intermittent TBS, iTBS)提高皮层兴奋性^[7]。

二、TMS应用的神经功能恢复理论

1.半球间竞争模型:正常状态下的双侧大脑半球存在经胼胝体抑制平衡,脑卒中的发生破坏了正常的经胼胝体抑制状态^[8],表现为患侧大脑半球的兴奋性降低,同时又受到健侧大脑半球的过度抑制,导致双侧大脑半球间平衡失调,从而出现运动功能障碍^[9]。研究半球间抑制状态的试验也发现,相较于健康人,脑卒中患者的双侧半球间抑制状态表现为异常^[9]。基于此,半球间竞争模型认为恢复运动功能的关键是重建双侧大脑半球间的交互抑制平衡,可应用抑制性TMS降低健侧半球的兴奋性,或兴奋性TMS提高患侧半球的兴奋性实现。

2.代偿模型:脑内存在广泛的功能连接网络,除了健侧初级运动皮层(primary motor cortex, M1)会影响患侧运动功能,辅助运动区、前运动区等次级运动区域在脑卒中后支持残余运动功能方面起着关键作用^[10]。因为未损伤区域的神经细胞可以通过侧芽发生的方式投射到失去神经支配的区域^[3],从而实现功能代偿。另外,从解剖供血来看,M1区为大脑中动脉供血,而运动前区为大脑前动脉供血,大脑中动脉较前动脉更易发生梗塞^[11],也保证了在M1区损伤后,运动前区可实现功能代偿。临床研究也发现脑损伤后,健侧大脑半球、辅助运动区及运动前区的大脑激活会增加^[12]。故代偿模型认为通过兴奋性TMS提高病灶外皮层兴奋性,促进侧芽发生可实现运动功能恢复。

3.双相平衡模型:在半球间竞争模型及代偿模型的临床应用中学者发现,两者的治疗策略不同。

半球间竞争模型主张抑制未受累半球活动,而代偿模型则认为该策略会降低未受累半球激活所起到的功能代偿作用,不利于功能恢复。为解决该矛盾,一种新的模型认为选择促进或抑制未受累半球活动是根据卒中后神经通路和连接所保留的程度即“结构保留度”所决定的,该模型认为结构保留度较高、损伤较轻时,半球间竞争模型占优势,以兴奋患侧大脑皮层为主;结构保留度较低、损伤重时,代偿模型为主导,以兴奋病灶之外的脑区为主,称为双相平衡模型^[13]。该功能恢复模型基于“结构保留度”,从患者病情严重程度制定TMS治疗方案,可使TMS治疗向着更加个体化方向发展。

三、TMS在上肢运动功能障碍中的应用

(一)基于半球间竞争理论模型的TMS治疗方案

1.非损伤侧半球的抑制性TMS刺激:抑制性TMS刺激主要包括低频rTMS及cTBS,主要作用于健侧M1区,降低健侧皮层兴奋性,从而间接增加患侧大脑半球皮质兴奋性以促进功能恢复。目前国内研究已经确定了低频rTMS可改善脑卒中后亚急性期患者的上肢运动功能,特别是手部运动功能^[4-5],但对于慢性患者其疗效不明。Kondo等^[14]的研究发现健侧M1区的低频rTMS和cTBS均可改善慢性脑卒中患者的上肢运动功能。但Harvey等^[15]进行的低频rTMS刺激与假线圈刺激的随机对照试验表明,与假线圈组相比,低频rTMS在改善慢性脑卒中患者上肢运动功能上没有显著优势。基于功能严重程度的研究也发现,相较于运动功能差的患者,轻、中度上肢运动功能障碍的患者对健侧的抑制性TMS刺激治疗更有效^[16]。

抑制性TMS刺激对慢性及重度上肢运动功能障碍患者的疗效提示,通过简单的兴奋调节并不能促进所有肢体功能障碍患者的恢复。一方面可能与慢性及重度功能障碍患者脑结构损伤较重有关,此时简单的兴奋调节并不能恢复原有的兴奋抑制平衡状态及双侧大脑的连通性;另一方面也提示随着病程增加,双侧大脑半球间的兴奋性逐渐由动态变化发展到相对稳定状态,此时给予刺激很难引起双侧大脑半球兴奋性的改变。提示在进行TMS治疗前应判断患者脑损伤严重程度及兴奋性变化情况以制定更有针对性的TMS治疗方案。

2.损伤侧半球的兴奋性TMS刺激:兴奋性TMS刺激包括高频rTMS及iTBS,主要作用于患侧大脑皮层提高其兴奋性,从而促进运动功能恢复。目前

大量研究表明损伤侧高频rTMS可改善亚急性期脑卒中患者的上肢运动功能^[4-5],但有研究发现其疗效不如健侧的抑制性低频rTMS^[17]。Wang等^[18]的研究发现,与患侧高频兴奋性rTMS相比,健侧低频抑制性rTMS刺激更能改善脑卒中后亚急性期患者的上肢运动功能及日常生活能力,提示在进行兴奋调节时,降低健侧的兴奋性更能调节双侧大脑的兴奋抑制平衡。

对于慢性患者,兴奋性TMS刺激疗效不明。Tang等^[19]的系统分析表明兴奋性TMS刺激仅可改善脑卒中后3个月内患者的上肢运动功能,而Chen等^[20]的研究发现iTBS可改善慢性卒中患者的上肢运动功能。对于重度功能障碍患者,相较于其他刺激,Xia等^[21]表明 ≥ 10 Hz的高频rTMS可能更有效。从目前的研究来看,多数研究都支持损伤侧的兴奋性TMS可改善亚急性脑卒中患者的上肢运动功能,提示早期进行兴奋性调节是有效的,而对于慢性及重度功能障碍患者,与健侧抑制性TMS一样,其疗效是否受损伤程度、病程长短及TMS相关治疗参数影响仍需更多研究确定。

3. 兴奋性与抑制性TMS联合刺激:除了同一半球的单一刺激,研究也发现双侧半球的双重刺激也可改善上肢运动功能。章闻捷等^[22]的研究发现,与单一的低频或高频rTMS相比,同时进行高-低频交互刺激更能改善患者上肢运动功能,并有研究发现对急性期患者来说其疗效可持续至治疗结束后3个月^[23]。其机制可能与健侧抑制性和患侧兴奋性rTMS耦联更有助于调节皮质兴奋性,两者联合应用具有协同作用相关^[24]。除了考虑双重刺激的频率,Wang等^[25]研究发现当刺激模式相同时,预先进行健侧的抑制性TMS刺激比先行患侧的TMS刺激更能改善患者的上肢运动功能,考虑先行健侧的TMS刺激更能启动大脑半球的功能。从上述研究可发现,联合TMS刺激可改善脑卒中患者的上肢运动功能,但目前研究较少,仍需进行大样本研究验证。另外,因联合刺激为两种不同性质的TMS刺激作用于不同部位,两种刺激作用的时序及次序不同都可能带来不同的治疗效果,因此在进行联合TMS刺激时应考虑联合刺激的时序及次序。

4. 强化单侧TMS作用的预刺激:TMS不仅可双侧同时应用,也有研究在同侧大脑半球先后行兴奋性或抑制性TMS刺激,以增加抑制性或兴奋性刺激作用,称为预刺激。Cassidy等^[26]在低频磁刺激之前在健侧进行高频rTMS预刺激,改善了患者的上肢

运动功能。在TBS模式中,预刺激同样可改善患者上肢运动功能^[27]。值得注意的是上述两个研究纳入的均为慢性期患者,若该种刺激方式对慢性期患者有效,可弥补单一兴奋或抑制性TMS刺激对慢性期患者的疗效。但目前相关研究较少,其机制是否与预刺激对兴奋或抑制性刺激的增强作用有关需要进一步的大样本研究来证实。

(二) 基于代偿理论模型的TMS治疗方案

运动前区与上肢运动功能恢复密切相关,基于MRI的研究发现上肢运动结局和皮质脊髓束(cortico spinal tract, CST)内的皮质投射相关,特别是来自腹侧运动前区和背侧运动前区的皮质投射,两者可预测运动功能结局^[28]。结合磁共振的研究发现rTMS治疗后M1区的皮质可塑性在空间上相对受限,而运动前区发生了皮质重塑^[29],提示运动前区在一定程度上参与功能恢复。临床研究上,周哲等^[30]选择高频rTMS刺激作用于患者的运动前区,提高了患者的上肢运动功能;另外也有研究发现,作用于健侧M1区的高频rTMS在提高脑卒中后重度上肢运动功能障碍患者肢体功能方面优于健侧低频rTMS^[31]。上述两个试验分别纳入了长病程及重度功能障碍患者,且均表现出良好的康复治疗效果,证明了代偿模型的可行性及其在改善长病程及重度功能障碍患者功能上的优势,但相关试验较少,需进行更多随机对照试验。

(三) 基于双相平衡理论模型的TMS治疗方案

选择双相平衡理论模型主要通过“结构保留度”即神经通路和连接所保留的程度决定,临床多以CST为观察指标。CST完整性与运动功能恢复密切相关,CST损伤越小,运动功能恢复越好,CST可预测运动功能恢复^[32]。基于磁共振的研究也发现,半球间同位脑区的经胼胝体神经纤维束微结构连接损伤程度与病灶同侧CST损伤及上肢运动障碍程度之间呈正相关^[33]。王璐等^[34]基于CST完整性的TMS研究发现,健侧低频rTMS刺激更有助于CST完整性高的患者上肢运动功能恢复,而对于CST完整性低的患者,健侧高频rTMS刺激或许更有效。查煌宏等^[35]对重度上肢运动功能障碍患者健侧M1区实施高频rTMS也发现患者上肢运动功能较治疗前改善,但该试验未设置健侧的低频TMS刺激对照,不能比较其相较于健侧的低频TMS刺激在改善肢体运动功能方面的优势。以双相平衡理论为指导的TMS治疗需判断“结构保留度”,除了通过CST完整性判断,也可同查煌宏等以上肢运动功能障碍严重

程度评分判断。另外, TMS不仅可作为一项治疗技术, 其单脉冲及成对脉冲模式可评估大脑皮层功能及兴奋性^[5], 可考虑作为判断“结构保留度”的间接指标。

四、不同神经恢复模型指导下的TMS治疗方案的比较

1. 从临床应用分析: 半球间竞争模型及代偿模型主要基于脑卒中后兴奋调节及神经可塑性选择, 在此基础上通过简单的损伤部位进行TMS刺激部位的确定, 更简单易行, 但未进一步考虑到患者病情严重程度, 导致不同程度损伤患者进行了相同的TMS治疗, 也使得疗效不一。而双相平衡模型在前两者基础上, 提出“结构保留度”概念, 首先对不同程度功能障碍患者进行分层, 可进行更加个体化的TMS治疗, 也解决了临床选择调节兴奋或促进代偿的TMS治疗的矛盾。

2. 从治疗效果分析: 以调节兴奋为主的半球间竞争模型更加适合亚急性期轻、中度上肢运动功能障碍的患者^[18], 而对于重度功能障碍的患者, 代偿模型指导的TMS治疗方案似乎更有效, 同时也证明了“双相平衡”理论的可行性。但3种功能模型指导的TMS治疗对于慢性上肢运动功能患者的有效性有待进一步研究。

3. 从影响治疗效果的因素分析: TMS治疗效果与患者损伤部位、病情严重程度、病程、年龄等有关。3种神经功能恢复模型都考虑到了损伤部位对康复治疗效果的影响, 从目前的研究来看, 不管是损伤部位或是未损伤部位, 经TMS刺激后可一定程度上促进上肢运动功能恢复。从病情严重程度来看, 双相平衡模型考虑到了功能障碍严重程度对肢体功能恢复的影响, 并由此解决了选择半球间竞争模型或代偿模型的难题。另外基于双相平衡模型可推测出, 由于轻、中度患者损伤较重度功能障碍患者损伤小, 选择半球间竞争模型指导的TMS治疗效果可能优于选择代偿模型指导的TMS治疗效果。但对于双侧大面积损伤及辅助运动区损伤的患者来说, 选择代偿模型也不能很好促进功能恢复。另外对于特定运动功能区的损伤, 无法通过代偿恢复。从病程来看, 双侧大脑半球间的兴奋性是动态变化的, 并不一直保持“健高患低”的状态。基于近红外光谱的研究发现脑卒中后亚急性期大脑半球的活动是动态变化的^[36]; 对于慢性期患者, 研究发现双侧大脑半球间兴奋保持相对稳定和对称, 此时施加TMS刺激并不能引起兴奋性的改变^[3]。故对半球间竞争模型

指导的TMS治疗来说, 需关注兴奋性的动态变化, 选择最佳的治疗时机。

五、小结与展望

神经功能恢复模型影响并指导临床TMS治疗方案的制定, 基于不同的功能恢复模型可有不同的TMS治疗方案, 并取得不同的康复疗效。同时, 随着神经功能恢复模型理论的发展, TMS治疗方案也朝着个体化方向发展。然而, TMS治疗受患者个体及自身参数等多种因素影响, 导致很难制订个体化的TMS治疗方案。为制订更加个体化的TMS治疗方案, 建议在制定TMS治疗方案时可从患者个体因素出发, 对不同时期、不同功能障碍程度患者进行分层, 并考虑到兴奋性变化、损伤部位及大小对治疗效果的影响, 最后研究不同TMS参数对上肢运动功能恢复的疗效, 以此制订更加个体化的TMS治疗方案。同时, 为了更好地选择TMS治疗方案及判定治疗效果, 也需要结合更多影像技术及手段, 如通过弥散张量成像技术确定CST完整性, 借助近红外光谱追踪兴奋性变化, 结合经颅超声观察脑血流变化情况。另外, 为了对比不同神经功能恢复模型指导下的TMS治疗方案的疗效、治疗策略的优劣等, 需要进行更多大样本的随机对照试验, 为临床TMS治疗方案的制定及优化提供科学依据。

利益冲突 文章所有作者共同认可文章无相关利益冲突

作者贡献声明 文章的构思、撰写与修改为张若, 参与拟题、修订与审校为古剑雄

参 考 文 献

- [1] Lu Y, Xia Y, Wu Y, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation for upper limb motor function and activities of daily living in patients with stroke: a protocol of a systematic review and Bayesian network meta-analysis [J]. *BMJ Open*, 2022, 12(3): e051630. DOI: 10.1136/bmjopen-2021-051630.
- [2] Jin Y, Zhao Y. Post-stroke Upper Limb Spasticity Incidence for Different Cerebral Infarction Site [J]. *Open Med (Wars)*, 2018, 13: 227-231. DOI: 10.1515/med-2018-0035.
- [3] 俞风云, 朱玉连, 王卫宁, 等. 经颅磁刺激在脑卒中患者中的应用及机制研究进展 [J]. *中国康复医学杂志*, 2021, 36(8): 1030-1034. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2021.08.026.
- [4] Lefaucheur JP, Aleman A, Baeken C, et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): an update (2014-2018) [J]. *Clin Neurophysiol*, 2020, 131(2): 474-528. DOI: 10.1016/j.clinph.2019.11.002.
- [5] 中国医师协会神经调控专业委员会电休克与神经刺激学组. 重复经颅磁刺激治疗专家共识 [J]. *转化医学杂志*, 2018, 7(1): 4-9. DOI: 10.3969/j.issn.2095-3097.2018.01.002. Chinese Society of ECT & Neurostimulation. Chinese experts

- consensus on repetitive transcranial magnetic stimulation[J]. *Translational Medicine Journal*, 2018, 7(1): 4-9.
- [6] 董心, 郑洁皎, 许光旭, 等. 《经颅磁刺激操作指南》团体标准解读[J]. *中国标准化*, 2021, 63(14): 89-93. DOI: 10.3969/j.issn.1002-5944.2021.14.024.
- Dong X, Zheng JJ, Xu GX, et al. Interpretation of association standard of transcranial magnetic stimulation[J]. *Chinese Standardization*, 2021, 63(14): 89-93.
- [7] 朱萍, 钟燕彪, 徐曙天, 等. 不同范式重复性经颅磁刺激的作用机制及改善脑卒中后运动功能的研究进展[J]. *中国康复*, 2019, 34(11): 605-609. DOI: 10.3870/zgkf.2019.11.012.
- [8] Simonetta-Moreau M. Non-invasive brain stimulation(NIBS) and motor recovery after stroke[J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2014, 57(8): 530-542. DOI: 10.1016/j.rehab.2014.08.003.
- [9] Büttefisch CM, Wessling M, Netz J, et al. Relationship between interhemispheric inhibition and motor cortex excitability in subacute stroke patients[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2008, 22(1): 4-21. DOI: 10.1177/1545968307301769.
- [10] 杨雅雯, 王继先, 潘文秀, 等. 重复经颅磁刺激促进脑卒中后上肢运动功能恢复的影响因素分析[J]. *中国康复*, 2021, 36(1): 50-55. DOI: 10.3870/zgkf.2021.01.011.
- [11] 贾建平, 陈生弟. *神经病学*[M]. 8版. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 195.
- [12] Harrington RM, Chan E, Rounds AK, et al. Roles of lesioned and nonlesioned hemispheres in reaching performance poststroke[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2020, 34(1): 61-71. DOI: 10.1177/1545968319876253.
- [13] Di Pino G, Pellegrino G, Assenza G, et al. Modulation of brain plasticity in stroke: a novel model for neurorehabilitation[J]. *Nat Rev Neurol*, 2014, 10(10): 597-608. DOI: 10.1038/nrneurol.2014.162.
- [14] Kondo T, Yamada N, Momosaki R, et al. Comparison of the effect of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation with that of theta burst stimulation on upper limb motor function in poststroke patients[J]. *Biomed Res Int*, 2017, 2017: 4269435. DOI: 10.1155/2017/4269435.
- [15] Harvey RL, Edwards D, Dunning K, et al. Randomized sham-controlled trial of navigated repetitive transcranial magnetic stimulation for motor recovery in stroke[J]. *Stroke*, 2018, 49(9): 2138-2146. DOI: 10.1161/STROKEAHA.117.020607.
- [16] Bertolucci F, Chisari C, Fregni F. The potential dual role of transcallosal inhibition in post-stroke motor recovery[J]. *Restor Neurol Neurosci*, 2018, 36(1): 83-97. DOI: 10.3233/RNN-170778.
- [17] Zhang L, Xing G, Fan Y, et al. Short- and long-term effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on upper limb motor function after stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Rehabil*, 2017, 31(9): 1137-1153. DOI: 10.1177/0269215517692386.
- [18] Wang C, Zeng Q, Yuan Z, et al. Effects of low-frequency (0.5 Hz) and high-frequency (10 Hz) repetitive transcranial magnetic stimulation on neurological function, motor function, and excitability of cortex in ischemic stroke patients[J]. *Neurologist*, 2023, 28(1): 11-18. DOI: 10.1097/NRL.0000000000000435.
- [19] Tang ZQ, Han KY, Wang RR, et al. Excitatory repetitive transcranial magnetic stimulation over the ipsilesional hemisphere for upper limb motor function after stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. *Front Neurol*, 2022, 13: 918597. DOI: 10.3389/fneur.2022.918597.
- [20] Chen YJ, Huang YZ, Chen CY, et al. Intermittent theta burst stimulation enhances upper limb motor function in patients with chronic stroke: a pilot randomized controlled trial[J]. *BMC Neurol*, 2019, 19(1): 69. DOI: 10.1186/s12883-019-1302-x.
- [21] Xia Y, Xu Y, Li Y, et al. Comparative efficacy of different repetitive transcranial magnetic stimulation protocols for stroke: a network meta-analysis[J]. *Front Neurol*, 2022, 13: 918786. DOI: 10.3389/fneur.2022.918786.
- [22] 章闻捷, 杨威, 沈一吉, 等. 高-低频交互重复经颅磁刺激对偏瘫肩痛的应用研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2022, 37(3): 352-356. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2022.03.011.
- [23] Long H, Wang H, Zhao C, et al. Effects of combining high- and low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on upper limb hemiparesis in the early phase of stroke[J]. *Restor Neurol Neurosci*, 2018, 36(1): 21-30. DOI: 10.3233/RNN-170733.
- [24] Chen Q, Shen D, Sun H, et al. Effects of coupling inhibitory and facilitatory repetitive transcranial magnetic stimulation on motor recovery in patients following acute cerebral infarction[J]. *NeuroRehabilitation*, 2021, 48(1): 83-96. DOI: 10.3233/NRE-201606.
- [25] Wang CP, Tsai PY, Yang TF, et al. Differential effect of conditioning sequences in coupling inhibitory/facilitatory repetitive transcranial magnetic stimulation for poststroke motor recovery[J]. *CNS Neurosci Ther*, 2014, 20(4): 355-363. DOI: 10.1111/ens.12221.
- [26] Cassidy JM, Chu H, Anderson DC, et al. A comparison of primed low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation treatments in chronic stroke[J]. *Brain Stimul*, 2015, 8(6): 1074-1084. DOI: 10.1016/j.brs.2015.06.007.
- [27] Zhang JJ, Bai Z, Fong KNK. Priming intermittent theta burst stimulation for hemiparetic upper limb after stroke: a randomized controlled trial[J]. *Stroke*, 2022, 53(7): 2171-2181. DOI: 10.1161/STROKEAHA.121.037870.
- [28] Saltão da Silva M, Baune N, Belagaje S, et al. Clinical imaging-derived metrics of corticospinal tract structural integrity are associated with post-stroke motor outcomes: a retrospective study[J]. *Front Neurol*, 2022, 13: 804133. DOI: 10.3389/fneur.2022.804133.
- [29] Tamura K, Osada T, Ogawa A, et al. MRI-based visualization of rTMS-induced cortical plasticity in the primary motor cortex[J]. *PLoS One*, 2019, 14(10): e0224175. DOI: 10.1371/journal.pone.0224175.
- [30] 周哲, 沈夏锋, 熊莉, 等. 运动前区高频重复经颅磁刺激对脑卒中上肢功能康复的疗效[J]. *中国康复理论与实践*, 2020, 26(6): 697-702. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2020.06.014.
- Zhou Z, Shen XF, Xiong L, et al. Effects of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation to premotor areas on upper limb motor dysfunction after stroke[J]. *Chin J Rehabil Theory Pract*, 2020, 26(6): 697-702.

· 脑卒中专题 ·

衍生血小板相关比值与缺血性脑卒中预后相关性的研究进展

刘倍良 王玉芬

046000 长治医学院研究生院(刘倍良); 046000 长治医学院附属和平医院神经内科(王玉芬)

通信作者: 王玉芬, Email: 3385314799@qq.com

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2023.05.004

【摘要】 缺血性脑卒中是卒中常见的类型, 具有高复发率、高致残率的特点, 已成为患者死亡和残疾的主要原因之一。血小板在缺血性脑卒中发病机制中扮演着重要角色。近年来研究发现血小板相关比值在预测缺血性脑卒中的预后和转归方面具有重要的临床价值。现就平均血小板体积与血小板(MPV/PC)比值、血小板与淋巴细胞比值(PLR)、平均血小板体积与淋巴细胞比值(MPVLR)、血小板与中性粒细胞比值(PNR)、红细胞分布宽度与血小板比值(RPR)等衍生血小板相关比值与缺血性脑卒中预后相关性的研究进展进行综述。

【关键词】 缺血性脑卒中; 血小板; 比值; 预后; 综述

Research progress on the correlation between derived platelet-related ratios and prognosis of ischemic stroke

Liu Beiliang, Wang Yufen

Graduate School, Changzhi Medical College, Changzhi 046000 China (Liu BL); Department of Neurology, Heping Hospital Affiliated to Changzhi Medical College, Changzhi 046000, China (Wang YF)

Corresponding author: Wang Yufen, Email: 3385314799@qq.com

【Abstract】 Ischemic stroke is the common type of stroke, with the characteristics of high recurrence rate and high disability, and has become one of the main causes of death and disability. Platelet plays an important role in the pathogenesis of ischemic stroke. In recent years, studies have found that platelet related ratio has important clinical value in predicting the prognosis and outcome of ischemic stroke. In this review, we summarize the recent development of prognostic relevance between derived platelet-related ratios and ischemic stroke, such as the mean platelet volume-to-platelet count (MPV/PC) ratio, platelet-to-lymphocyte ratio (PLR), mean platelet volume-to-lymphocyte ratio (MPVLR), platelet-to-neutrophil ratio (PNR), red blood cell distribution width-to-platelet ratio (RPR).

【Key words】 Ischemic stroke; Blood platelets; Ratio; Prognosis; Review

- [31] Wang Q, Zhang D, Zhao YY, et al. Effects of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation over the contralesional motor cortex on motor recovery in severe hemiplegic stroke: A randomized clinical trial[J]. Brain Stimul, 2020, 13(4): 979-986. DOI: 10.1016/j.brs.2020.03.020.
- [32] Lin LY, Ramsey L, Metcalf NV, et al. Stronger prediction of motor recovery and outcome post-stroke by cortico-spinal tract integrity than functional connectivity[J]. PLoS One, 2018, 13(8): e0202504. DOI: 10.1371/journal.pone.0202504.
- [33] 郭苗, 徐国军, 余秋蓉, 等. 脑卒中后运动功能障碍与连接半球间同侧脑区的胼胝体结构损伤相关[J]. 磁共振成像, 2022, 13(6): 28-35. DOI: 10.12015/issn.1674-8034.2022.06.006.
- Guo M, Xu GJ, Yu QR, et al. Structural damage of the corpus callosum connecting interhemispheric homologous areas correlated with motor dysfunction after subcortical stroke[J]. Chin J Magn Reson Imaging, 2022, 13(6): 28-35.
- [34] 王璐, 钟明华, 高呈飞, 等. 基于双峰平衡恢复模型探究重复经颅磁刺激治疗脑卒中患者上肢运动功能障碍[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2022, 44(6): 503-508. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.06.005.
- Wang L, Zhong MH, Gao CF, et al. Corticospinal tract integrity and the upper limb motor functioning of stroke survivors treated with repetitive transcranial magnetic stimulation[J]. Chin J Phys Med Rehabil, 2022, 44(6): 503-508.
- [35] 查煌宏, 刘惠宇, 洪小娟, 等. 高频重复经颅磁刺激治疗重度脑卒中后上肢运动功能障碍的疗效观察[J]. 按摩与康复医学, 2022, 13(4): 25-27. DOI: 10.19787/j.issn.1008-1879.2022.04.008.
- [36] Urushidani N, Kinoshita S, Okamoto T, et al. Low-frequency rTMS and intensive occupational therapy improve upper limb motor function and cortical reorganization assessed by functional near-infrared spectroscopy in a subacute stroke patient[J]. Case Rep Neurol, 2018, 10(2): 223-231. DOI: 10.1159/000492381.

(收稿日期: 2022-11-26)

(本文编辑: 赵金鑫)