

物理技术辅助脑卒中康复的临床指南

中国中医药信息学会抗衰老分会

通信作者:李婷,Email:t.li619@foxmail.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4181.2019.02.002



扫一扫下载指南原文

脑卒中(Stroke),又称中风,是一种由于脑血管突发性的栓塞或出血引起的脑部神经细胞坏死疾病。近年来随着医学水平的提高,其死亡率大大降低,但致残率极高。2016 年全球疾病负担(GBD)数据显示^[1],脑卒中是造成我国寿命年损失(YLL)的第一位病因。近年来,我国卒中患病率显著增高,目前已达 1 590/10 万人^[2]。根据《中国脑卒中防治报告 2018》^[3],我国 40~74 岁居民首次脑卒中标化发病率平均每年增长 8.3%。据推测,2030 年我国脑血管病事件发生率将比 2010 年升高约 50%^[4]。我国脑卒中防治仍然面临巨大挑战,防治体系亟待进一步加强。

据报道约 70%~80%脑卒中存活者会遗留下永久性功能障碍,是影响日常生活活动能力主要因素。脑卒中存活患者的功能障碍主要包括运动功能障碍、吞咽功能障碍、认知功能障碍、情感功能障碍、感觉功能障碍、言语和语言障碍、二便障碍及心肺功能障碍等^[5]。这些功能障碍严重影响患者的日常生活能力,使患者的生活质量下降^[6]。

运动控制训练早已在康复临床中广泛开展,经临床实践证明其对脑卒中、脊髓损伤等患者效果确切^[7-9],但具有费时、费力、不同患者之间方法不一、缺乏定量评价指标、难以进行横向对比研究等诸多缺点^[10];近几年来,临床上引入了一些新的治疗思路,并涌现出一批新的技术,特别是在康复训练中引入物理疗法促进康复,这些物理疗法的加入克服了传统方法的一些缺点,例如以机器人辅助治疗技术为代表的生物力学与人机共融技术辅助康复的迅速发展让人们看到了新的康复之路^[10]。除此之外,以激光电磁刺激等光电磁治疗技术也广泛应用在临床治疗上。

经典康复训练疗法配合现代物理疗法必将取得更加明显的康复效果。在辅助康复训练中,针对不同类型的脑卒中后功能障碍,物理技术手段与传统康复疗法相结合,可取得更加明显的效果,提高

康复训练的成功率^[11]。脑卒中存活者的功能障碍包括运动功能障碍、吞咽功能障碍、认知功能障碍、情感障碍、感觉功能障碍、言语和语言障碍、排泄障碍和心肺功能障碍,其中前 4 种障碍不仅严重影响患者生活质量,还显著缩短卒中患者的生存时间,给家庭及社会带来沉重的负担。目前,临床上针对前 4 种障碍的物理技术手段相对较多。因此,本临床指南选择为上述 4 种障碍的物理辅助康复训练疗法做主要推荐。

1 辅助运动障碍康复技术推荐

运动障碍是脑卒中最普遍引起的功能障碍,结合治疗的方式也相对较多,治疗技术较成熟的包括重复经颅磁刺激、调制中频电刺激、脑电仿生电疗、激光穴位照射、机器人辅助治疗和经皮神经电刺激疗法。

1.1 重复经颅磁刺激疗法

1.1.1 原理概述

经颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation, TMS)属于非侵入性脑刺激技术(non-invasive brain stimulation, NIBS)的一种,是利用强电流通过线圈产生变化的磁场透过颅骨在皮质表面形成微弱的感应电流达到刺激脑组织(主要为皮质)的一种 NIBS 技术。NIBS 技术对运动障碍的恢复主要是建立在半球交互抑制理论的基础上。

半球交互抑制理论认为,正常健康人双侧大脑半球间的活动是通过胼胝体相互抑制处于平衡状态的,而脑卒中后这种相互抑制的平衡状态被打破,表现为患侧大脑兴奋性下降而健侧大脑兴奋性相对提高,并对患侧大脑的抑制性输出增多,这种健侧对患侧的过度抑制不利于患侧功能的恢复^[12]。NIBS 技术可以通过兴奋患侧或抑制健侧半球活动重新建立双侧大脑半球间的平衡关系,从而达到改善运动功能的效果。

重复经颅磁刺激(repetitive TMS, rTMS)是一种

无创电磁技术方法,可以最少在几分钟内改变人类皮层的兴奋性。尤其是在 1 Hz 低频 rTMS 刺激下,应用于健侧 M1 的 rTMS 可诱导 M1 的兴奋性下调^[3]。研究表明,低频(≤ 1 Hz)刺激对神经起到抑制的作用,而高频(>1 Hz)刺激则起到兴奋的作用。有研究指出,高频 rTMS 是辅助康复的有效方法,但也有研究者认为高频结合低频将取得最好的康复效果。本指南分别推荐了高频和低频刺激的操作方法,具体方法的选择应根据患者情况而定。

1.1.2 操作步骤

(一)刺激部位选择。采用经颅磁治疗仪(例如:YRDCCY 经颅磁刺激器),刺激拍子选用“8”字形线圈。首先经大脑皮质刺激,于偏瘫侧手部大鱼际处进行记录,表面电极应安放到手部大鱼际肌肉的肌腹上,在安放电极之前应先用酒精对肌腹表面皮肤进行消毒,以便将误差降到最低,找到获得运动诱发电位(motor evoked potential, MEP)最大波幅的相应部位,进行持续 rTMS 刺激,刺激部位位于患侧大脑半球运动皮质。若患者皮质脊髓束受损,患侧无法获得 MEP 波形,则在健侧手部大鱼际处进行记录,在获得 MEP 最大波幅的相应部位,进行定位,然后取其相对于人体正中矢状面的对称点为刺激点^[4]。

(二)刺激强度。高频 rTMS 刺激的刺激强度在 80%到 120%运动阈值(motor threshold, MT)之间,即随着接受高频 rTMS 治疗的时间增加,患者的刺激强度由 80%MT 每日增加 5%MT,逐渐增至 120%MT,之后维持在 120%MT 的刺激强度进行治疗。低频 rTMS 刺激的刺激强度在 80%~100%MT 之间,即随着接受低频 rTMS 治疗的时间增加,患者的刺激强度由 80%MT 每日增加 5%MT,逐渐增加到 100%MT,之后维持在 100%MT 的刺激强度进行治疗^[5]。

(三)刺激频率。高频刺激在患者患侧半球给予患者(通常为 50 Hz)间断性爆发式刺激(intermittent and continuous theta-burst stimulation, iTBS)治疗 15 min, 15 d 为 1 疗程;低频刺激在患者健侧 M1 区进行大脑 1 Hz 的刺激 15 min, 15 d 为 1 疗程。

1.1.3 注意事项

rTMS 在运动障碍恢复上应用较多,为了尽可能防止引起不良反应,建议注意以下事项:①由于 rTMS 强磁场和感应电流原理,颅内金属植入物患者不适宜使用。②刺激时会引起局部短暂的疼痛、刺痛感等,及时观察患者反馈,在患者可忍受的情况下鼓励患者继续接受。③兴奋性 rTMS 存在诱发癫痫的风险,癫痫病史的患者应慎用^[6];诱发癫痫的频率大多是 10~25 Hz。④治疗中可能出现一过性头

痛,一般为可逆、暂时性的,可自然减轻或服用止痛药在短时间内消除。

1.2 调制中频电刺激疗法

1.2.1 原理概述

调制中频电刺激治疗是属于物理因子治疗中电疗法的一种,临床上可以帮助患者实现被动锻炼,防止肌肉萎缩,改善肌肉易疲劳性,恢复中枢神经系统支配功能,同时促进局部血液循环,促进神经、肌肉康复,多应用于偏瘫患者。由于其治疗电流、作用深度均大于低频,因此在用于大肌群如躯干肌的治疗时有一定的优势。在 6~8 kHz 的刺激范围内,肌肉收缩的阈值和痛阈有明显的分离现象,即在此频率内,肌肉收缩的阈值比痛阈要低得多。因此,利用这种频率就有可能使肌肉发生强烈地收缩而不引起疼痛,从而避免了患者由于出现疼痛而放弃电治疗^[7]。

1.2.2 操作方法

采用双极中频电治疗仪(例如:MTZ-F 型双极中频电治疗仪),工作频率在 2~6 kHz。患者呈侧卧、伸膝位。首先,应用 $\phi 28$ 自黏导电膜连接电极。然后,将电极片分别置于躯干屈曲双侧主动肌-腹直肌(脐旁左右 2 cm)和躯干屈曲双侧协同肌-腹外侧肌(脐旁左右 10 cm),采用指数波、方波交替治疗,20 min/次,1 次/天,40 d 为 1 疗程。

1.2.3 注意事项

恶性肿瘤、出血倾向、对电流不能耐受者禁用调制中频电刺激疗法。

1.3 脑电仿生电疗法

1.3.1 原理概述

脑电仿生电疗法,属于电刺激技术,通过模拟大脑 α 节律(8~12 Hz)和 β 节律(13~25 Hz),抑制病理性弥散性慢波和局限性尖波、棘波等,可应用于缺血性脑梗死患者,防止脑梗死患者的烦躁、抑郁、激动、抽搐等病理现象的发生。有利于疾病康复,脑电仿生电疗法能缓解脑血管痉挛、狭窄,改善脑循环及大脑缺血缺氧状态,有利于肢体功能的康复。

1.3.2 操作方法

可采用国产脑电仿生电刺激仪,输出功率为 25 W,频率 50 Hz。仿生模式频率 8~25 Hz,取双侧乳突穴双极并置,30 min/次,1 次/天,12 d 为 1 疗程^[8]。

1.3.3 注意事项

孕妇及皮肤过敏者慎用脑电仿生电疗法。

1.4 激光穴位照射疗法

1.4.1 原理概述

低能量激光穴位照射可通过经络产生生物刺

激效应,促进神经元的修复与代偿,刺激轴突生长,使中枢神经修复加快,同时减少血液中神经元特异性醇化酶(NSE),增强脑梗死后神经组织抗损失能力,改善神经功能缺损程度,使脑损伤修复加快,应用于脑血管疾病后的运动康复和缺血性脑梗死康复。氦氖激光能降低血黏度,抑制血小板活化,加快血液流速,清除体内自由基及体内中分子物质,改善细胞代谢,保护血管内膜,触发启动细胞内第二信使 Ca^{2+} ,有利于损伤血管的修复,促进肢体运动功能的恢复^[19],可应用于缺血性脑梗死康复。激光穴位照射将激光刺激技术与传统中医康复训练相结合,在对康复过程中通过对疼痛的缓解和运动功能的恢复同时作用而取得更好的康复疗效。

1.4.2 操作步骤

(一)疼痛治疗。采用激光治疗仪(例如:S-L 治疗仪)照射治疗。照射具体方法为在患者左右颈星状神经节固定照射各 10 min,输出功率为 70%,以照射 1 s、停顿 1 s 的周期进行,上肢瘫或伴有肩手综合征患者加照曲池、外关、合谷穴位,下肢瘫加照环跳、秩边、风池、阴陵泉、三阴交等穴位,1 次/天,7 d 为 1 疗程。疗程结束后休息 3 d,继续下 1 疗程。S-L 具有直线偏振光作用及辐射热作用,包括扩张血管,促进血液循环,促进激活物质循环而抑制神经刺激,从而起到抑制神经兴奋、松弛肌肉作用,使血管扩张血流增加,并促进激活物质产生和致痛物质的代谢清除,从而减轻或缓解疼痛,增强机体内环境的稳定功能,因而十分有益于脑血管疾病(cerebrovascular disease, CVD)后的运动康复^[19]。

(二)运动功能恢复。可采用国产 680-H 型氦氖激光治疗仪,波长 632.8 nm,脉冲 12 Hz,光纤末端输出功率 8 mW,光斑直径 0.3 cm。取双侧耳穴、头维穴、池旁穴等穴位,每次照射 4 个穴位,每穴 1 次/天,每次照射 10 min,12 d 为 1 疗程。

1.4.3 注意事项

应用激光穴位照射疗法的主要注意事项包括:

- ① 应严格执行无菌技术操作常规,严防交叉感染。
- ② 仪器搬运应避免撞击或过度震动,清洁、干燥保存。
- ③ 避免激光长时间直接照射入眼。
- ④ 患者有口腔黏膜白斑病及其增生病变、光照性皮肤病、系统性红斑狼疮等应避免使用^[20]。

1.5 机器人辅助疗法

1.5.1 原理概述

机器人辅助疗法是应用生物力学和信息学技术,通过采集生物信号或仿生机械,以做出针对性的辅助治疗。康复机器人是一种医疗机器人,是工

程技术和医学技术的结合产物。目前日本、美国和欧洲在康复机器人研究领域处于领先地位。按照康复机器人机械部分中运动链组成分类,现有的机器人大致可以分为串联机器人和并联机器人。串联机器人是有一系列连杆通过转动关节或者移动关节串联而成,它的特点包括成本低、结构简单、承载能力小、在高速运动下动力学特性差。另外串联机器人在运动过程中位置误差会累积,影响机器人位置跟踪精度。并联机器人具有以下优势,结构刚性好、承载能力强、累积误差小、良好的动力学特性,随着近十年并联机器人的发展,并联机器人逐渐在国内外自动化产品行业占领市场。随着对康复机器人辅助研究的深入,康复机器人控制策略的恰当性正逐渐被关注,康复控制策略的核心就在与人机交互康复辅助过程中,人如何在其辅助下完成康复运动。根据康复辅助运动完成过程中人的主动用力程度的情况,可将运动分为被动运动、助力运动、主动运动和抗阻运动 4 类,亦可合并后三者,总分为被动运动和主动运动 2 大类。被动运动是指全靠机器力辅助来完成的运动;助力运动是指在外力的辅助下,通过患者主动收缩肌肉来完成的运动;主动运动是指运动时既不需要助力,亦不用克服外来阻力,整个动作通过患者主动收缩肌肉来完成;抗阻运动是指在动作进行过程中,须克服外力阻力才能完成的运动。康复治疗过程中,患者受到的完整疗程的康复训练一般是依次完成从被动、助力、主动、抗阻运动一系列的训练动作,其最优期望结果是,通过该训练能有效地增强肌力并恢复肌肉力量与形态。

1.5.2 操作步骤

(一)上肢康复机器人。目前,关于上肢康复机器人的辅助治疗效果仍存在争议,大部分研究提示上肢康复机器人的运用有利于恢复脑卒中患者的上肢运动功能。Meta 分析结果提示机器人辅助康复疗法可取得与传统康复疗法无显著差异的治疗效果,而将传统康复疗法与机器人辅助康复相结合时可取得与传统强化康复疗法相近的治疗效果。研究指出,上肢康复机器人辅助训练可在肌力、关节活动度、肌张力、联合运动、主动活动和运动协调性等多个方面产生有利效果,并可改善相应脑区的活跃程度。上肢康复中涉及的机器人辅助装置可分为外骨骼机器人、末端操作机器人、电刺激机器人、触觉机器人等 4 大类。其中外骨骼机器人和末端操作机器人在临床中应用于脑卒中康复最主要的类别。其中:①外骨骼机器人有效固定患者肢体并在多个运

动自由度上保证功能训练时的动作质量,改善运动模式并降低肌张力。②末端操作机器人可实现患者对机械臂的操纵和训练任务,可实现多自由度的灵活运动并且一定程度上限制了患者的代偿运动。③电刺激可根据患者病情选择性地作用于特定的肌肉,如三角肌、肱三头肌、肱二头肌、腕屈肌、腕伸肌等,可以降低肌张力,提高上肢和手的运动协调性,提高运动的精确度。④触觉机器人可给予患者不同的触觉刺激,同时配合各种反馈以促进患者感觉通路的重建。采用触觉感受器收集信号并转化为视觉信号反馈给患者以指导训练的方式可有助于处于慢性期和亚急性期患者运动功能的提高,该研究在采用功能性磁共振成像扫描患者头部时发现,此方法可激活大脑皮质运动^[8]。

(二)下肢康复机器人。大多采用减重步行辅助训练机器人,这种机器人一般利用仿生外骨骼机械腿,带动患者下肢进行运动训练。瑞士有公司最先推出此类产品,该类产品能够辅助下肢运动功能障碍患者在活动平板上进行步行训练;另外还有公司设计了牵引机械手式训练设备,该类设备通过多个机械手与患者大腿、小腿相连,使之协调摆动从而完成整个步态过程;其它的机器人训练设备还包括活动踏板式和运动平板驱动的辅助训练装置。由于脑卒中偏瘫患者异常步态的主要因素多为踝关节控制异常,因此上述训练装置通过牵引患者足踝部,以保证其踝关节运动轨迹与正常步态踝关节运动轨迹相吻合。操作示例:通常机器人辅助步行训练持续 4 周(12~20 次)以上才会显现疗效;训练时减重幅度一般从体质量的 30%~40%水平开始,以后每次训练时则以一定幅度递减直至患者可以耐受的最大极限;步行速度一般有快速、慢速两种选择,也有研究以患者可耐受的最快速度作为训练靶速度。Hornby 等设定步行速度从 2.0 km/h 开始,以后训练时每次递增 0.5 km/h,最后达到 3.0 km/h 的靶速度。需要指出的是,目前没有统一的靶速度标准,一般训练时的靶速度是患者感觉最舒适的最大速度,训练时间一般持续 4 周左右^[10]。

1.5.3 注意事项

应用机器人辅助疗法的主要注意事项包括:

① 治疗师应较全面地了解和掌握下肢康复机器人,使机器人治疗更好地应用于临床。② 治疗师要在详细评估患者的功能状态后,为其设定肢体位置,选择适合的游戏及游戏难度,从而帮助患者更好的进行康复训练。③ 治疗师应根据患者的运动能力不断地调整治疗参数,如:在患者主动能力不足时提供

更大的辅助治疗,在有能力完成动作时,适当减小辅助,以便充分发挥患者残存的功能,使患者在精确控制的情况下最大限度地发挥自主运动能力,获得最佳的康复训练效果。④ 训练过程中要注意观察患者血压、心率等基本生命体征变化,血压控制在 220 mmHg/110 mmHg 水平以下,训练过程中心率一般控制在 70%~85%的靶心率之内(靶心率为 220-年龄),但是临床上一般简单的用心率增加程度来判断运动量是否合适,运动中或运动后心率增加 10%~20%就可以继续锻炼,小于 10%可以提高运动强度,大于 20%则需要降低运动强度^[21]。

1.6 经皮神经电刺激疗法

1.6.1 原理概述

由于此方法存在不成熟因素,所以本指南对此方法只作概述,不作推荐。经皮神经电刺激(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)又称周围神经粗纤维电刺激疗法,以刺激感觉纤维为主,主要是通过皮肤将特定的低频脉冲电流输入人体以治疗疼痛的电疗方法,用于改善上肢功能,并可以减缓肩痛。

1.6.2 操作方法

采用频率为 100 Hz、脉宽为 200 μ s、强度为感觉阈 2~3 倍的 TENS 连续刺激痉挛肌 30 min,能显著降低肌张力^[22],TENS 可以通过重复性刺激或肢体的功能性活动来达到脑的可塑性的目的,这一过程可理解为使用依赖可塑性^[23]。近年来,国内外有文献报道 TENS 的这一可能的脑可塑性机制,与增加脑电活动、改善体感诱发电位、激活脑细胞的功能活动有关。运用频率为 100 Hz、脉宽为 200 μ s 的 TENS 单次刺激偏瘫侧上肢肩髃、曲池、外关、合谷穴 45 min 能改善脑卒中患者偏瘫上肢的体感诱发电位^[24]。

1.6.3 技术缺陷

TENS 疗法的技术缺陷包括:① TENS 治疗参数不统一,如刺激的时间、频率、强度、选择的穴位等。② 适应证如何选择问题,有学者报道 TENS 治疗并不能改善慢性期脑卒中患者上肢的疼痛和痉挛。③ 缺乏规范的治疗方案,尽管诸多研究表明 TENS 疗法有效,但并没有统一的治疗方案,如联合何种康复手段能使患者获得更大的治疗收益以及如何分期治疗。④ 评价体系多样化,评价效果可比性偏低,仅上肢功能的评价就有 Fugl-Meyer 评分、Wolf 运动功能评分(Wolf motor function test, WMFT)、手运动功能评分、盒和模块测试等评价方式。⑤ 近远期疗效难以明确,近期及远期的治疗效果有待进一步证实,并应该与其他康复治疗方法进行比较,其

应用于辅助上肢康复的临床实践并不普遍^[25]。

1.6.4 技术展望

TENS 作为一种有效的康复手段,不但能缓解疼痛,还能通过低频脉冲电流刺激瘫痪肌肉防止肌肉萎缩,并向中枢输入皮肤感觉、运动觉和本体感觉等信息冲动,从而促进中枢神经系统的功能重组和可塑性,帮助中枢运动控制功能的恢复和正常运动模式的重建,值得进一步探究。

2 辅助吞咽功能障碍康复技术推荐

吞咽功能障碍主要是脑干与吞咽功能有关的颅神经核受损引起的延髓麻痹或双侧皮质延髓束损害产生的假性延髓麻痹引起^[26-27],是卒中及脑外伤等疾病常见的并发症,在某些患者甚至是唯一或突出的症状^[28-29]。辅助吞咽功能障碍康复技术物理辅助疗法主要包括中频电磁综合治疗、神经肌肉电刺激和重复经颅磁刺激(rTMS)疗法。

2.1 中频电磁综合治疗

2.1.1 原理概述

此种方法的载体为传统中医,利用了中低频脉冲信号的多变性和超渗透力、传感力,在技术优于原始中医疗法的基础上,实现了针灸、拔罐、刮痧、按摩、足底信息反射、电疗、磁疗等综合性治疗作用^[30]。

2.1.2 操作方法

(一)电磁针灸法。将触头固定在穴位上,利用电磁脉冲信号的多变性、渗透力、传感力达到银针刺穴的效果,每次每组穴位 1~2 min;

(二)电磁刮痧法。将一个触头固定在一个穴位上,另一个触头单方向在经络上进行刮推运动,或两个触头一起在经络上进行单方向刮推,每次每组刮 5~10 min;

(三)足底反射法。用一个塑料盆装好温水,将两个极板接通主机,放在盆内,调整输出,以舒适为宜;1 次/天,20 min/次;

(四)仿中医电子按摩法。用温水将布垫浸湿,极板放入布垫内在相应的穴位或痛点上,用绑带固定,调整输出,以患者耐受为宜,1 次/天,20 min/次,10 d 为 1 疗程。脑卒中后吞咽功能障碍患者取穴为:内关—外关,通里—通里,风池—风池,上廉泉—哑门,金津—玉液。

2.1.3 注意事项

中频电磁综合治疗的注意事项为:①上述方法应结合传统康复训练(口周肌训练、颈部放松疗法、冰刺激等)进行康复治疗。②上述方法并非一起进行,应根据患者具体情况和适应状况个体化选择。

2.2 神经肌肉电刺激

2.2.1 原理概述

通过电刺激完整的外周运动神经来激活肌肉的活动,主要目的是强化肌力,恢复其运动控制能力。健康人的吞咽运动需要口腔及咽喉部多组肌群的参与。电刺激仪产生的低频电流能在运动终板处使外周神经发生去极化,引起肌肉收缩,并通过大量的重复刺激训练增强肌力,从而改善或恢复吞咽功能^[31]。

2.2.2 操作方法

(一)电刺激仪疗法。使用电刺激仪(如:美国 Vitalstim 电刺激仪),刺激强度为 5~11 mA,输出脉冲频率为 30~80 Hz,输出波形为双相方形,最大输出强度为 25 mA(标准差 $\pm 10\%$),波宽为 700 ms,有 2 个输出通道,每个输出通道有 2 个电极,共 4 个治疗电极。采用 2 对电极沿颈前正中中线垂直排列放置,这种方法适用于大多数吞咽功能障碍患者;采用 1 对电极并列放置于额下,另 1 对电极放置于瘫痪侧面神经颊支上,适用于口腔期吞咽功能障碍患者。治疗刺激强度以患者咽部有“抓握、挤压感”,并伴有轻度强迫吞咽动作为准;电刺激治疗宜每日 1 h,每周 5 次,共治疗 10~15 次^[31]。

(二)神经肌肉电刺激疗法(NMES)。采用神经损伤治疗仪(如:KT90A 型神经损伤治疗仪),患者取仰卧位,频率为 0.7 Hz,电流强度以能引起明显的肌肉收缩反应为标准。采用 4 个 3 cm $\times$ 3 cm 的片状硅胶电极。电极放置方法 1:治疗时患者头部保持中立位,通道 1 将 2 个电极沿正中中线垂直排列于喉结上方,通道 2 将 2 个电极沿正中中线垂直排列于喉结下方,此放置方法对大部分吞咽功能障碍患者均适合;电极放置方法 2:治疗时患者头部保持中立位,通道 1 将 2 个电极紧邻舌骨上方水平排列,通道 2 将 2 个电极沿正中中线垂直排列,最上方的电极放置于甲状上切迹上方,最下方的电极放置于甲状上切迹下方,此放置方法适合咽期吞咽功能障碍的患者。电极放好后打开电源,同时或交替开通 2 个通道。患者首先会感觉刺痛,强度增加时痛感会更强,随后有轻度烧灼感,接着是抓挠感,表明运动收缩达到适宜水平,保持该强度的刺激,嘱咐患者做吞咽动作。1 次/天,20 min/次,15 d 为 1 疗程,疗程间隔 3~5 d,每 2 疗程检测其康复状况^[32]。

2.2.3 注意事项

神经肌肉电刺激的注意事项为:①治疗强度和电极贴放的位置由治疗师根据患者的感觉、吞咽功能障碍类型和病情程度等进行个体化调节。②吞咽

功能障碍的评定应从询问病史开始,观察患者吞咽水的情况是检查的重要步骤。③此方法结合传统冰刺激疗法以取得更优效果。

2.3 重复经颅磁刺激(rTMS)疗法

2.3.1 原理概述

基本原理与运动障碍的康复一致,但除了大脑半球交互抑制理论外,NIBS 技术认为吞咽功能障碍的治疗还建立在健侧代偿机制的基础上,健侧代偿机制认为,吞咽受双侧神经支配,脑卒中吞咽功能障碍的恢复有赖于患侧功能的恢复和健侧的代偿功能。一侧大脑半球损伤后,损伤半球对吞咽活动调控的输出减少,健侧相对活动增强^[33],通过胼胝体对损伤半球产生抑制作用而不利患侧的恢复,所以健侧的代偿能力对吞咽功能的恢复也十分重要。

2.3.2 操作方法

(一)吞咽功能障碍脑卒中治疗。低频刺激:频率 1 Hz,100%~200%静息运动阈值 (relaxed motor threshold,rMT)的强度刺激健侧半球 20 min,14 d 为 1 疗程;高频刺激:频率 5 Hz,90%~100%rMT 的强度刺激患侧半球,每分钟刺激 10 s,总计 20 min,假刺激组同样的设计,刺激线圈与头皮垂直,14 d 为 1 疗程^[10]。

(二)一侧大脑半球梗死治疗。频率 3 Hz,通过“8”线圈的图形,线圈的中心位于 2 个半球的临时食道皮质区域(刺激的最佳位置约为 3 cm 前和 6 cm 外的顶点)刺激强度设定为未受影响半球第一块背侧骨间肌(FDI)rMT 的 130%。每组刺激持续 10 s,1 组/min,每次刺激包括 10 组,每天训练 10 min,5 d 为 1 疗程^[34]。

2.3.3 说明

近期的临床观察报告还发现小脑 rTMS 对于中风后吞咽困难具有一定的治疗潜力^[35-36],值得尝试;待大量的临床病例试验完成后形成临床指南。

3 认知功能障碍康复技术推荐

认知功能的障碍明显影响了脑卒中患者的预后。卒中后认知功能障碍的患者因其部分或完全丧失了对自身患病状况的认识能力、对自己的病情漠不关心,与智能无障碍者对自身病情高度关注,积极寻求有效治疗、认真进行功能训练、争取尽快康复的状况形成了鲜明的对比。因而,尽早发现脑卒中患者的认知功能损害,寻求能改善智能障碍的有效治疗,在康复期的功能训练中增强智能训练,将在很大程度上改善伴发血管性痴呆患者的预后状况^[37]。其采用的主要辅助疗法有重复经颅磁治疗和

高压氧治疗。

3.1 重复经颅磁治疗

3.1.1 原理概述

rTMS 通过调节皮层兴奋性,改善脑血流和脑代谢,调节离子平衡;并能促进突触重塑,抑制细胞程序性死亡,影响多种神经递质的传递等机制干预皮层功能网络重建。

3.1.2 操作方法

(一)高频刺激。采用经颅磁刺激仪器(如:丹麦 DantecMagproX100 经颅磁刺激仪),配套 75 mm 的“8”字形线圈。患者取舒适半卧位,头部尽量避免活动。刺激部位为左侧前额叶背外侧皮质(dorsolateral prefrontal cortex,DLPFC),按 10-20 国际脑电记录系统将线圈置于 F3 点,线圈中心点与患者头皮表面相切,刺激频率为 10 Hz,刺激强度为 80%静息运动阈值,刺激时间 5 s,间隔时间 25 s,每日刺激 20 min,共 2 000 脉冲,1 次/天,5 d/周,4 周为 1 疗程^[38]。

(二)低频刺激。在右额叶前部背外侧皮质区,频率为 1 Hz,95%MT,20 min/次,10 个序列,10 d 为 1 疗程。

3.1.3 注意事项

重复经颅磁治疗的注意事项为:①由于 rTMS 强磁场和感应电流原理,颅内有金属植入物患者不适宜使用。②刺激时通常引起局部短暂的疼痛、刺痛感等,在病患可忍耐的情况下不需做处理。③左额叶完全损伤者不宜采取该治疗方法;有兴奋性 rTMS 诱发癫痫的风险,癫痫病史的患者应慎用^[39];诱发癫痫的频率多为 10~25 Hz。④头痛是 rTMS 治疗后常见的不适症状,目前考虑与头皮及头部肌肉紧张性收缩有关,可应用镇痛剂予以缓解。⑤因 rTMS 对听力有暂时的影响,故受试者和操作者需戴耳罩以保护听力。⑥大脑兴奋性的改变也可以看做是一种应激,因此患者在治疗后应适当休息。⑦在治疗时必须要有专业医师或治疗师在旁,如出现副作用,应及时停止治疗,给予对症处理^[40]。

3.2 高压氧治疗

高压氧是指机体在高于 1 个大气压(1.0 atm)的环境中吸入的纯氧或高浓度氧,高压氧疗法属于特殊的物理因子治疗方法,主要以高气压下增加获得氧气供应的组织细胞,在改善语言能力、计算力、记忆力和抑郁方面有显著疗效,所以在本指南做特殊推荐,治疗方法可参考如下,即对卒中后认知功能障碍患者每天进行 0.2 MPa 高压氧治疗 90 min,连续 20 d。高压氧治疗能增加机体氧的弥散,使在一般常压下氧气无法到达的组织细胞也能获得足够

的氧气供应,有利于改善损伤组织缺氧状况,使脑缺血损伤所致的血中脂质颗粒和斑块减少,血栓溶解或缩小,对脑卒中后认知功能障碍也具有促进恢复作用^[41]。

4 情感障碍康复技术推荐

情感障碍是脑卒中常见的并发症之一,主要包括脑卒中后抑郁(post stroke depression, PSD)、脑卒中后焦虑及脑卒中后焦虑和抑郁共病^[42]。目前已有研究证实 PSD、焦虑直接影响脑卒中患者的生活质量、躯体功能和认知功能康复,甚至可引起脑卒中再发,并且 PSD 与焦虑常互为关联,若出现 PSD 焦虑共病,病死率远高于单独的脑卒中后焦虑。因此,及早关注脑卒中后情感障碍将有利于提高脑卒中患者的生活质量及促进功能恢复,并降低致残率和病死率^[43],遂推荐脉冲电磁场治疗和经颅磁疗+乳突仿生电刺激作为辅助康复方式。

4.1 脉冲电磁场治疗

4.1.1 原理概述

脉冲电磁场是由脉冲发生器产生的脉冲电流所产生的一种交变电磁场。利用脉冲发生器的可调性可产生特定频率、特定大小、特定长度的脉冲电流,从而产生特定的脉冲电磁场。电磁场照射对脑部组织的血脑屏障通透性影响较大,可以使得血脑屏障开放,有利于改善脑缺血、缺氧。加速能量合成,增加脑细胞的功能和活性,从而改善海马组织细胞功能,有利于脑卒中后抑郁患者的情感康复;且无痛、无创,克服老龄者除本身疾病外,常合并有心肺肝肾等多脏器慢性疾病,身体状况差,对药物的不良反应大,常不易接受的缺点,极大地提高临床疗效。

4.1.2 操作方法

采用脉冲电磁场(如:XT-2000B 型脉冲电磁场),患者平躺,以强化治疗头部为主。脉冲电磁场强度 2~4 T,频率扫描方式 1~100 Hz,阶梯式自动循环扫描方式,强度 90%的阈刺激强度。20~30 min/次,共治疗 20 次,分 2 个疗程:第 1 疗程 10 次,1 次/天;第 2 疗程 10 次,1 次/隔日,时间 1 个月^[44]。

4.1.3 注意事项

脉冲电磁场治疗的注意事项为:①脑出血未完全吸收的患者慎用。②有精神病史及家族史慎用。③有癫痫病史慎用。④体内有金属性植入物者慎用。

4.2 经颅磁疗+乳突仿生电刺激

4.2.1 原理概述

交变电磁场作用于额叶、双侧颞叶及枕叶;通过

耳后乳突穴的仿真生物电颅外刺激小脑顶核,影响相应脑区神经细胞的电活动,改变细胞膜对离子的通透性,使神经细胞的微环境改变,导致细胞的兴奋性发生改变,从整体上改变大脑皮层的兴奋与抑制过程^[45]。

4.2.2 操作方法

使用磁刺激仪(如:丹麦 maglel-25 型磁刺激仪),输出频率 20 Hz,70%强度阈值刺激左前额皮质,每次治疗连续刺激 100 次,每 5 次治疗隔 1 天,每次治疗间隔 2 min,7 d 为 1 疗程^[46]。

4.2.3 注意事项

使用经颅磁疗联合乳突仿生电刺激治疗的注意事项为:①治疗过程中可能会伴有明显的头晕、疲劳、肌肉酸痛以及记忆力受损。②少数出现头部剧烈疼痛,应及时停止。

5 总结

综上所述,以电、磁、力、光等为代表的物理技术辅助手段在临床康复治疗的应用将大大提高脑卒中后障碍患者各类功能的康复训练效率,电、磁、光等无痛无创的康复治疗手段对于患者康复训练过程的体验也将有大幅度改善,从而提升康复训练的效果,技术手段的参数随着研究的改进将进一步明确。其中一些较成熟的技术在临床中越来越普及,如经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)也是 NIBS 的一种,目前就有被临床专家观察发现比较适用于吞咽功能障碍、认知功能障碍(尤其是失语症),待进一步系统临床研究后再形成临床指南。而对于一些新兴的不成熟技术,如经皮神经刺激,随着现代医学的不断发展,其适应症、操作方法将会进一步明确,为脑卒中后各类功能障碍患者带来更新颖更有效的治疗手段。

编写组成员:李婷,蒲江波,王依倩

专家组成员:感谢中国中医药信息学会抗衰老分会、中国生物医学工程学会的专家们和其他临床专家们对《物理技术辅助脑卒中康复的临床指南》的修改、完善和审核。

包 赞(南方医科大学南方医院副主任医师)

常有军(四川省八一康复中心·四川省康复医院副院长)

陈学武(皖南医学院弋矶山医院脊柱骨科主治医师)

代金荣(金荣整形美容集团专家组组长)

达 晶(宝鸡市中心医院老年心脑血管病科主治医师)

丁明晖(中山大学附属第一医院康复医学科副主任医师)

范广明(朝阳市中心医院神经外科主任医师)

付 涛(朝阳市中心医院神经外科主治医师)

何红晨(华西医院康复中心副主任)

候 磊(电子科技大学外骨骼机器人测评专家)
 胡晓华(浙江省武警杭州医院康复中心副主任,副主任医师)
 胡 勇(香港大学医学院骨科学系资深专家)
 江 涌(西南医科大学附属医院副院长,神经外科副主任医师)
 李 乐(中山大学附属第一医院康复科研究员)
 李 婷(中国医学科学院生物医学工程研究所智能诊疗技术实验室主任,研究员)
 李汉增(深圳北大医院分院疼痛科副主任医师)
 梁 军(天津医科大学总医院康复医学中心治疗师长)
 栾永昕(吉林大学第一医院神经外科副教授)
 蒲江波(中国医学科学院生物医学工程研究所神经工程室副研究员)
 邱炳辉(南方医科大学南方医院神经外科副主任医师,神经外科 ICU 主任)
 邱 静(电子科技大学外骨骼机器人临床测试专家)
 邵雪非(皖南医学院弋矶山医院神经外科副主任医师)
 汤锋武(天津市神经创伤修复实验室截瘫中心主任)
 万春晓(天津总医院重症康复中心主任)
 王依倩(天津医科大学生物医学工程系研究助理)
 王 毅(天津骨科医院神经内科主任,副主任医师)
 严欣欣(中国医学科学院阜外医院主治医师)
 杨细平(中国武警特色医学中心神经外科主治医师)
 苑杰华(四川省八一康复中心·四川省康复医院运动治疗中心副治疗师长)
 殷 娜(武警特色医学中心神经外四科主管康复治疗师)
 张安仁(原成都军区总医院康复医学科主任,成都顾连康复医院医疗院长)
 张馨予(武警后勤学院卫生勤务学系人体机能教研室副主任)
 赵军舰(河北武警总队唐山医院外科主任医师)
 赵明亮(武警特色医学中心神经修复医学科主任)
 赵 宁(海南省人民医院医疗报健中心主任医师)
 周金芳(河北省武警总队医院副主任医师)
利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] GBD 2016 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980-2016: a systematic analysis for the global burden of disease study 2016[J]. Lancet, 2017, 90 (10100): 1151-1210. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32152-9.
- [2] Wenzhi W, Bin J, Haixin S, et al. Prevalence, incidence, and mortality of stroke in China[J]. Circulation, 2017, 135: 759-771. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.025250.
- [3] 王陇德, 刘建民, 杨弋, 等. 我国脑卒中防治仍面临巨大挑战——《中国脑卒中防治报告 2018》概要[J]. 中国循环杂志, 2019, 34(2): 105-119.
- [4] Kim AS, Cahill E, Cheng NT. Global stroke belt: geographic variation in stroke burden worldwide[J]. Stroke, 2015, 46(12): 3564-3570. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.008226.
- [5] Shindo K. Effects of neurofeedback training with an

- electroencephalogram-based brain computer interface for hand paralysis in patients with chronic stroke: a preliminary case series study[J]. J Rehabil Med, 2011, 43(10): 951-957. DOI: 10.2340/16501977-0859.
- [6] 章慧燕, 卢青英. 物理治疗加针刺对脑卒中患者肢体运动机能康复的研究[J]. 中国康复, 2000(2): 78-79. DOI: 10.3870/j.issn.1001-2001.2000.02.006.
- [7] 王彤, 王翔, 陈旗等. 减重平板训练对瘫痪后步行障碍患者的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2002, 24(2): 98-101. DOI: 10.3760/j.issn:0254-1424.2002.02.011.
- [8] Plummer P, Behrman AL, Duncan PW, et al. Effects of stroke severity and training duration on locomotor recovery after stroke: a pilot study[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2007, 21 (2): 137-151. DOI: 10.1177/1545968306295559.
- [9] Barbeau H. Locomotor training in neurorehabilitation: emerging rehabilitation concepts[J]. Neurorehabil Neural Repair. 2003, 17(1): 3-11. DOI: 10.1177/0888439002250442.
- [10] 吴涛, 江迪锦, 许志生等. 下肢辅助机器人训练在脑卒中患者康复中的应用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2011, 33(2): 155-157. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2011.02.026.
- [11] Cha HG, Kim MK. Effects of strengthening exercise integrated repetitive transcranial magnetic stimulation on motor function recovery in subacute stroke patients: A randomized controlled trial [J]. Technol Health Care, 2017, 25(3): 521-529. DOI: 10.3233/THC-171294.
- [12] 袁英, 汪洁, 吴东宇. 非侵入性脑刺激技术在吞咽障碍治疗中的应用[J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27(10): 945-948. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2012.10.027.
- [13] Takeuchi N, Chuma T, Matsuo Y, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation of contralesional primary motor cortex improves hand function after stroke[J]. Stroke, 2005, 36(12): 2681-2686. DOI: 10.1161/01.str.0000189658.51972.34.
- [14] 纪爱辉. 重复经颅磁刺激治疗对脑卒中患者运动功能及 MEP 的影响[D]. 济南: 山东大学, 2014.
- [15] Avenanti A, Coccia M, Ladavas E, et al. Low-frequency rTMS promotes use-dependent motor plasticity in chronic stroke: A randomized trial[J]. Neurology, 2012, 78(4): 256-264.
- [16] Auvichayapat N, Rotenberg A, Gersner R, et al. Transcranial direct current stimulation for treatment of refractory childhood focal epilepsy[J]. Brain Stimul, 2013, 6(4): 696-700. DOI: 10.1016/j.brs.2013.01.009.
- [17] 王岩, 张立峰, 丁学等. 调制中频电刺激联合常规康复治疗对脑卒中偏瘫患者躯干屈曲功能恢复的影响[J]. 南昌大学学报(医学版), 2012, 52(7): 19-21, 24. DOI: 10.3969/j.issn.1000-2294.2012.07.006.
- [18] 王荣贵, 张铁燕, 张春波. 脑电仿生电疗法并激光穴位照射对缺血性脑卒中患者肢体功能康复的影响[J]. 中国冶金工业医学杂志, 2014, 31(5): 613-614.
- [19] 罗韵文, 罗文浩, 黄本友. 超激光疼痛治疗仪对脑卒中后运动功能干预结果分析[J]. 中国组织工程研究, 2001, 5(4): 88. DOI: 10.3321/j.issn:1673-8225.2001.02.069.
- [20] 韦兴昌, 刘开祥. 低能量氩—氦激光血管内照射疗法[J]. 中华理疗杂志, 1995(1): 45-48.
- [21] Hornby TG, Campbell DD, Kahn JH, et al. Enhanced gait-related

- improvements after therapist-versus robotic-assisted locomotor training in subjects with chronic stroke: a randomized controlled study[J]. *Stroke*, 2008, 39(6): 1786-1792. DOI: 10.1161/STROKEAHA.107.504779.
- [22] Cho HY, Sung, In T, Hun Cho K, et al. A single trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) improves spasticity and balance in patients with chronic stroke[J]. *Tohoku J Exp Med*, 2013, 229(3): 187-193. DOI: 10.1620/tjem.229.187.
- [23] Motta-Oishi AA, Magalhães FH, Mícolis de Azevedo F. Neuromuscular electrical stimulation for stroke rehabilitation: Is spinal plasticity a possible mechanism associated with diminished spasticity?[J]. *Med Hypotheses*, 2013, 81(5): 784-788. DOI: 10.1016/j.mehy.2013.08.013.
- [24] 张恒利. 经皮穴位神经电刺激治疗急性缺血性脑卒中上肢功能障碍的疗效观察[J]. *中国中医急症*, 2012, 21(9): 1475-1476. DOI: 10.3969/j.issn.1004-745X.2012.09.057.
- [25] 唐朝正, 贾杰. 经皮电神经刺激在脑卒中后上肢功能障碍中的应用[J]. *中国康复理论与实践*, 2014(4): 306-310. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2014.04.002.
- [26] 李树真, 赵曦光. 康复护理学[M]. 北京: 人民军医出版社, 2007: 8-9.
- [27] 大西幸子, 孙启良, 赵峻. 摄食·吞咽功能障碍康复实用技术[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2000.
- [28] Daniels SK, Ballo LA, Mahoney MC, et al. Clinical predictors of dysphagia and aspiration risk: Outcome measures in acute stroke patients[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2000, 81(8): 1030-1033. DOI: 10.1053/apmr.2000.6301.
- [29] Dziewas R, Ritter M, Schilling M, et al. Pneumonia in acute stroke patients fed by nasogastric tube[J]. *Hebei Medicine*, 2015, 75(6): 852-856. DOI: 10.1136/jnnp.2003.019075.
- [30] 冯丽萍, 吕秀东, 宋宏颖, 等. 中低频电磁综合治疗脑卒中后吞咽功能障碍临床观察[J]. *中国中医急症*, 2013, 22(8): 1404-1405. DOI: 10.3969/j.issn.1004-745X.2013.08.069.
- [31] 伍少玲, 燕铁斌, 马超, 等. 神经肌肉电刺激结合功能训练改善脑卒中后吞咽功能障碍的临床疗效观察[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2007, 29(8): 537-539. DOI: 10.3760/j.issn:0254-1424.2007.08.009.
- [32] 林子玲, 陈凯, 黄裕桂. 神经肌肉电刺激辅助治疗脑卒中后吞咽功能障碍的效果[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2011, 33(6): 467-468.
- [33] Li S, Luo C, Yu B, et al. Functional magnetic resonance imaging study on dysphagia after unilateral hemispheric stroke: a preliminary study[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2009, 80(12): 1320-1329. DOI: 10.1136/jnnp.2009.176214.
- [34] Khedr EM, Abo-Elfetoh N. Therapeutic role of rTMS on recovery of dysphagia in patients with lateral medullary syndrome and brainstem infarction[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2010, 81(5): 495-499. DOI: 10.1136/jnnp.2009.188482.
- [35] Vasant DH, Sasegbon A, Michou E, et al. Rapid improvement in brain and swallowing behavior induced by cerebellar repetitive transcranial magnetic stimulation in poststroke dysphagia: A single patient case-controlled study [J]. *Neurogastroenterol Motil*, 2019: e13609. DOI: 10.1111/nmo.13609.
- [36] Sasegbon A, Watanabe M, Simons A, et al. Cerebellar repetitive transcranial magnetic stimulation restores pharyngeal brain activity and swallowing behaviour after disruption by a cortical virtual lesion [J]. *J Physiol*, 2019, 597(9): 2533-2546. DOI: 10.1113/JP277545.
- [37] 王艳, 唐强, 李娟. 脑卒中后认知功能障碍及治疗的研究进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2008, 23(2): 182-183. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2008.02.034.
- [38] 尹明宇, 罗婧, 胡昔权等. 高频重复经颅磁刺激对脑卒中后认知功能障碍的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(7): 17-23. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2018.07.003.
- [39] Auvichayapat N, Rotenberg A, Gersner R, et al. Transcranial direct current stimulation for treatment of refractory childhood focal epilepsy[J]. *Brain Stimul*, 2013, 6(4): 696-700. DOI: 10.1016/j.brs.2013.01.009.
- [40] 户东梅, 程肖蕊, 周文霞等. 重复经颅磁刺激对脑卒中后认知功能障碍治疗的研究进展[J]. *生理科学进展*, 2012, 43(6): 411-416. DOI: 10.3969/j.issn.0559-7765.2012.06.003.
- [41] 夏圣梅, 孙洪波, 杨凤民, 等. 高压氧对脑卒中后认知功能障碍疗效观察[J]. *中国老年学杂志*, 2004, 24(8): 707-708. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2004.08.015.
- [42] Sagen U, Vik TG, Moum T, et al. Screening for anxiety and depression after stroke: comparison of the hospital anxiety and depression scale and the montgomery and asberg depression rating scale[J]. *J Psychosom Res*, 2009, 67(4): 325-32. DOI: 10.1016/j.jpsychores.2009.03.007.
- [43] 张艳芳, 乾栋梁, 王力群, 等. 脑卒中后情感障碍的研究进展[J]. *医学综述*, 2013, 19(6): 1049-1051. DOI: 10.3969/j.issn.1006-2084.2013.06.031.
- [44] 龙耀斌. 脉冲电磁场治疗对脑卒中后抑郁状态和神经功能康复的影响[J]. *广西医科大学学报*, 2010, 27(4): 589-590. DOI: 10.3969/j.issn.1005-930X.2010.04.036.
- [45] 于艳馥. 脑功能障碍治疗仪辅助治疗脑卒中后焦虑的效果分析[J]. *齐齐哈尔医学院学报*, 2010, 31(9): 1365. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1256.2010.09.013.
- [46] 王晓明, 杨德本, 喻元凤等. 重复经颅磁刺激治疗重型抑郁症的对照研究[J]. *中国组织工程研究*, 2004, 8(9): 1770-1771. DOI: 10.3321/j.issn:1673-8225.2004.09.019.