

·循证医学·

不同刺激方式的经颅直流电刺激对脑卒中患者上肢运动功能和日常生活活动能力的影响:网状meta分析*

李若薇¹ 夏 渊¹ 李永杰¹ 卢 悦¹ 扈 盛^{1,2}

脑卒中,又称脑血管意外,是由各种血管性病因(包括出血和缺血)引起的一种急性或局灶性脑功能障碍,持续时间超过24h^[1]。它具有高发病率、高死亡率、高致残率的特点,其临床体征主要为姿势控制异常、肌张力、肌力异常、平衡功能下降等。有研究指出^[2],我国脑卒中现患人数1000万以上,其中约二分之一以上的患者存在上肢功能障碍,严重降低了患者的生存质量和日常生活活动能力。因此,如何安全、高效的改善脑卒中患者上肢运动功能和日常生活活动能力成为临床的热点与难点。

经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)作为一种非侵入性的脑刺激方法,可通过阳极向阴极提供微弱的恒定电流改变跨膜电位,进而达到增强或者抑制大脑皮质活动的效果^[3]。既往研究表明^[4],脑卒中后大脑半球的交互抑制平衡被破坏,即患侧半球兴奋性降低,健侧半球过度兴奋。而tDCS可重建或恢复这种交互抑制平衡,促进患者神经功能恢复。tDCS按照电极片刺激位置的不同可分为阳极刺激、阴极刺激和双极刺激三种刺激方式^[5]。近年来以上刺激方式对脑卒中患者上肢运动功能和日常生活活动能力的疗效已得到不同程度的证实^[6-8]。以上证据的获取均是通过各刺激方式与对照组(假刺激、常规物理治疗)对比得来,但不同刺激之间尚缺乏有效的比较。而网状meta分析能够实现多种干预方法进行直接或者间接的比较^[9]。因此,本研究通过网状meta分析比较不同刺激方式的经颅直流电刺激对卒中后患者上肢运动功能和日常生活活动能力(activities of daily living, ADL)的影响,以期为临床治疗提供依据。

1 资料与方法

本研究已在INPLASY上注册,注册号为INPLASY2020120021(DOI:10.37766/inplasy2020.12.0021)。

1.1 文献的纳入和排除标准

研究设计:选择不同刺激方式的tDCS治疗脑卒中后上肢运动功能和ADL能力的随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)和随机交叉试验(randomized crossover

design, RCD)。

研究对象:纳入的受试者均符合《各类脑血管疾病诊断要点》^[10]中的脑卒中诊断标准,并经过CT和MRI进一步确诊;患者年龄>18岁,性别、病程不限;意识清晰,无认知功能障碍。

干预措施:各刺激组包含阳极、阴极、双极tDCS中的一种,其余干预组包括物理治疗组和假刺激组。其中物理治疗组接受常规康复治疗;假刺激组在治疗时不输入刺激电流,但仪表盘正常显示。

结局指标:①上肢运动功能评定:采用上肢Fugl-Meyer量表(upper extremity Fugl-Meyer assessment, UE-FMA)、Wolf上肢运动功能测试(wolf motor function test, WMFT)、Jebsen-Taylor手功能测试(Jebsen Taylor hand function, JTHF),其中UE-FMA和WMFT评分越高表示患者上肢功能越好。JTHF以秒(s)为单位,时间越短表明手功能越好。②ADL能力评定:采用改良Barthel指数(modified Barthel index, MBI)。

排除标准:①文献多次发表;②数据无法提取;③无法获取全文;④缺乏结局指标。

1.2 检索策略

系统检索ProQuest、PubMed、Embase、Cochrane Library、Scopus、Web of Science、知网、万方、维普数据库中关于经颅直流电刺激治疗脑卒中患者的RCT或者RCD,检索时间为建库至2020年6月。检索策略为主题词和自由词结合的方法。

中文检索词包括:经颅直流电刺激、经颅直流电、tDCS等,具体检索式(以知网为例):(经颅直流电 OR 经颅直流电刺激 OR tDCS)AND (脑卒中OR 脑血管意外 OR 脑中风OR 脑血管中风 OR 偏瘫 OR 卒中)。英文检索词包含:Stroke、Transcranial Direct Current Stimulation、tDCS等,具体检索式(以PubMed为例):(RCT OR Randomized controlled trial OR trial OR randomized OR clinical OR cross over) AND (stroke[MeSH] OR cerebrovascular acci-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.03.020

*基金项目:国家重点研发计划项目(2019YFF0301703)

1 武汉体育学院,湖北省武汉市,430079; 2 通讯作者

第一作者简介:李若薇,女,硕士研究生;收稿日期:2020-11-30

dent OR CVA OR Brain Vascular Accident OR hemiplegia) AND (Transcranial Direct Current Stimulation OR tDCS OR anodal OR cathodal OR dual) AND(Upper Extremity OR Upper Limb OR Upper Extremity function OR Motor function OR Upper extremity and hand motor function OR Activities of daily living OR ADL)。

1.3 文献筛选、资料提取

由两位评审员分别使用Endnote X7进行文献筛选。首先进行文献剔除,再按照提前设定的纳入标准阅读文献的标题和摘要,进而确定最终的纳入文献。

在Excel中进行资料收集,提取的文献资料信息包括:第一作者和发表年份、发表国家、样本量、年龄、干预措施(试验组和对照组)、干预时长、结局指标。

1.4 纳入研究的方法学质量评估

根据Cochrane手册设立的风险偏倚评估标准^[11],由两位作者(夏和李)独立的对纳入文献进行方法学质量评价。如果遇到分歧,由研究小组集体讨论解决。

1.5 统计学分析

运用Stata14.0对数据进行频率学网状meta分析和图形绘制^[12]。结局指标为连续性变量,且被同一量表评定,故采用加权均数差(weighted mean difference, WMD)和95%可信区间(confidence interval, CI)作为效应量。首先绘制各干预措施之间直接比较的网络证据图;再通过环不一致性检验评价各结局指标闭环的一致性,当环不一致性因子的95%CI包含0时,表明直接证据和间接证据之间具有较好的一致性。通过两两比较森林图展示网状meta分析结果。根据累计曲线下面积值绘制累计排序概率图,用于判断最佳刺激方式。比较一校正漏斗图用于检验发表偏倚和小样本效应。

2 结果

2.1 文献检索结果

对中英文数据库初次检索,共获取相关文献1493篇,使用Endnote X7剔除重复文献629篇,剩余864篇。通过初次阅读文献标题、摘要,筛选出93篇文献;经进一步全文分析剔除文献48篇,最终获得45项研究^[13-57],共1638例受试者。

2.2 纳入文献的基本特征

纳入的45篇文献于2005年—2020年发表,共1638例患者。纳入的研究为随机对照试验和随机交叉试验,语种为中英文。其中28篇涉及阳极tDCS,17篇文献涉及阴极tDCS,11篇文献涉及双极tDCS。具体的纳入文献的基本特征见表1。

2.3 纳入研究的方法学质量评估

纳入文献的方法学评价见图1。20篇文献明确报告了随机序列(如信封法、电脑随机)具体的产生方法;20篇文献使用了分配隐藏方法;26篇文献对参与者或研究人员实施盲

法;21篇文献对结局指标评估者实施盲法;1篇文献未报告病例脱落原因;14篇文献存在选择性报告的可能性较小;未有充分的理由判断各研究是否存在其他偏倚。

2.4 网状meta分析

2.4.1 网络证据图:各结局指标的网络证据图见图2。其中两个圆圈之间有连线,表明两种干预措施之间存在直接比较,无连线则表示无直接比较;圆圈的大小代表此种干预方法纳入的样本量,线条的粗细代表两种干预措施之间纳入的研究数量。

2.4.2 环不一致性检验:本研究通过Inconsistency图检验结局指标的环不一致性。如图3所述,4个结局指标的环不一致性因子(IF)的95%CI均包含0,表明直接证据和间接证据之间具有较好的一致性。

2.4.3 网状meta分析结果:各结局指标的网状meta分析结果见图4。在UE-FMA指标方面,与假刺激组相比,阴极tDCS在提高UE-FMA评分方面更优,结果具有显著性差异($P < 0.05$);与物理治疗组相比,阳极、阴极、双极tDCS均明显提高UE-FMA评分,结果具有显著性差异($P < 0.05$);阳极tDCS与阴极tDCS之间具有显著性差异($P < 0.05$)。其余各组之间UE-FMA评分结果无显著性差异($P > 0.05$)。

在WMFT指标方面,阳极、阴极tDCS和物理治疗组之间具有显著性差异($P < 0.05$)。其余各组之间WMFT评分差异均无显著性差异($P > 0.05$)。

在JTHF指标方面,物理治疗组和假刺激组之间具有显著性差异($P < 0.05$);与物理治疗组相比,阳极、阴极、双极tDCS均明显降低JTHF完成时间,结果具有显著性差异($P < 0.05$)。其余各组之间JTHF完成时间无显著性差异($P > 0.05$)。

在MBI评分方面,与假刺激组相比,阴极tDCS在改善MBI评分方面更优,结果具有显著性差异($P < 0.05$);与物理治疗组相比,阴极和阳极tDCS在改善MBI评分方面更优,结果具有显著性差异($P < 0.05$);阳极tDCS与双极tDCS之间具有显著性差异($P < 0.05$)。

其余各组之间MBI评分差异均无显著性差异($P > 0.05$)。

2.4.4 累计概率排序结果:在UE-FMA、WMFT、MBI评分中,由于该分值是越高越好,故干预措施的累计曲线下面积值(SUCRA)越高,表明使用该方法的越能改善患者的上肢运动功能和ADL。结果显示阴极tDCS在各指标中的SUCRA值均最高,分别为96.8%、80.7%、98.3%,提示阴极tDCS可能最优,见图5、6和7。在JTHF测试中,由于该指标的值是越低越好,故干预措施的SUCRA越低,表明使用该方法的越能改善患者的上肢手功能。结果显示,阴极tDCS的SUCRA值最低(21.6%),提示阴极tDCS在改善手功能方面可能最优,见图8。

表1 纳入研究的基本特征

纳入研究	国家	样本量 (EG/CG)	年龄	干预措施 (EG/CG)	干预时长	结局指标
Achacheluee, 2018 ^[13]	伊朗	15	40—80	阳极 tDCS/假阳极 tDCS	1次	①
Rossi, 2012 ^[14]	意大利	50(25/25)	50—83	阳极 tDCS/假阳极 tDCS	5次	①④
Allman C, 2016 ^[15]	英国	24(11/13)	37—79	阳极 tDCS/物理治疗	9次	①
Kim, 2010 ^[16]	韩国	18(5/6/7)	38—72	阴极 tDCS/阳极 tDCS/假刺激	5次/周,共2周	①④
Pavlova, 2017 ^[17]	瑞典	11(5/6)	35—84	阳极 tDCS/物理治疗	2次/天,共4周	①
Ilić NV, 2016 ^[18]	塞尔维亚	25(14/11)	40—67	阳极 tDCS/物理治疗	5次/周,共2周	①③
Bornheim, 2019 ^[19]	比利时	50(25/25)	39—80	阳极 tDCS/物理治疗	5次/周,共4周	①②
华强, 2020 ^[20]	中国	80(40/40)	40—70	阳性 tDCS/物理治疗	5次/周,共4周	①④
郑婵娟, 2019 ^[21]	中国	81(41/40)	40—80	阳性 tDCS/物理治疗	5次/周,共4周	①②④
尹昱, 2015 ^[22]	中国	80(40/40)	40—70	阳极 tDCS/物理治疗	5次/周,共4周	①④
郭丽云, 2018 ^[23]	中国	42(21/12)	40—70	阳极 tDCS/物理治疗	5次/周,共4周	①④
王成秀, 2016 ^[24]	中国	83(47/46)	40—60	阳极 tDCS/物理治疗	5次/周,共8周	①④
金景, 2019 ^[25]	中国	90(45/45)	50—70	阳极 tDCS/物理治疗	5次/周,共8周	①
陈慧, 2020 ^[26]	中国	52(26/26)	45—75	阳极 tDCS/物理治疗	6次/周,共4周	①④
Fusco, 2014 ^[27]	意大利	11(5/6)	18—83	阴极 tDCS/物理治疗	5次/周,共2周	①④
Nair, 2011 ^[28]	美国	14(7/7)	40—76	阴极 tDCS/物理治疗	5次	①
Wu, 2013 ^[29]	中国	90(45/45)	15—70	阴极 tDCS/物理治疗	5次/周,共4周	①④
Cha, 2014 ^[30]	韩国	20(10/10)	40—70	阴极 tDCS/物理治疗	5次/周,共4周	①②
Ochi, 2013 ^[31]	日本	9	50—70	阳极 tDCS/阴极 tDCS	5次	①
Rocha, 2015 ^[32]	巴西	21(7/7/7)	41—71	阳极 tDCS/阴极 tDCS/物理治疗	3次/周,共4周	①
Hesse, 2011 ^[33]	德国	96(32/32/32)	18—79	阳极 tDCS/阴极 tDCS/物理治疗	5次/周,共6周	①④
邹飞, 2020 ^[34]	中国	80(40/40)	40—60	阴极 tDCS/物理治疗	5次/周,共5周	①②
Alisar, 2019 ^[35]	土耳其	32(16/16)	18—75	双级 tDCS/物理治疗	5次/周,共3周	①④
Jin, 2019 ^[36]	中国(香港特别行政区)	30(10/10/10)	40—60	双级 tDCS/物理治疗	5次/周,共2周	①
Koh, 2017 ^[37]	中国(台湾省)	25(14/11)	43—70	双级 tDCS/物理治疗	3次/周,共8周	①④
Lee, 2015 ^[38]	韩国	24(12/12)	-	双级 tDCS/物理治疗	5次/周,共4周	①
Mazzoleni, 2019 ^[39]	意大利	39(20/19)	50—83	双级 tDCS/物理治疗	5次/周,共6周	①④
Oveisgharan, 2017 ^[40]	伊朗	20(10/10)	40—80	双级 tDCS/假双级 tDCS	5次/周,共2周	①
Straudi, 2016 ^[41]	意大利	24(12/12)	18—75	双级 tDCS/假双级 tDCS	5次/周,共2周	①②
Kim, 2009 ^[42]	韩国	10	28—75	阳极 tDCS/假刺激	1次	②
Koo, 2018 ^[43]	韩国	24(12/12)	48—60	阳性 tDCS/假刺激	10次	②④
Shaheiwola, 2018 ^[44]	中国	30(15/15)	35—70	阳极 tDCS/物理治疗	5次/周,共4周	②
Bradnam, 2012 ^[45]	新西兰	12	38—80	阳极 tDCS/阴极 tDCS/假刺激	1次	②
Lindenberg, 2010 ^[46]	美国	20(10/10)	40—70	双级 tDCS/物理治疗	5次	①②
Mortensen, 2016 ^[47]	丹麦	15(8/7)	44—76	阳极 tDCS/物理治疗	5次	③
Fleming, 2017 ^[48]	英国	24	34—81	阳极 tDCS/阴极 tDCS/双极 tDCS/假刺激	1次	③
Fregni, 2005 ^[49]	英国	12(6/6)	-	阴极 tDCS/假刺激	5次/周,共4周	③
Boggio, 2007 ^[50]	美国	9(4/5/4)	45—70	阳极 tDCS/阴极 tDCS/假刺激	4次/5次/4次	③
Mahmoudi H, 2011 ^[51]	伊朗	10	40—87	阳极 tDCS/阴极 tDCS/双极 tDCS/假刺激	1次	③
Cho, 2015 ^[52]	韩国	27(14/13)	40—70	双级 tDCS/物理治疗	3次/周,共6周	③
Kim, 2016 ^[53]	韩国	30(15/15)	40—70	阳极 tDCS/物理治疗	5次/周,共6周	④
Rabadi, 2017 ^[54]	美国	16(8/8)	50—70	阴极 tDCS/物理治疗	5次/周,共2周	④
邓家丰, 2019 ^[55]	中国	93(47/46)	40—70	阳极 tDCS/物理治疗	5次/周,共2周	④
Khedr, 2013 ^[56]	埃及	40(14/13/13)	38—75	阳极 tDCS/阴极 tDCS/物理治疗	6次	④
Yi, 2016 ^[57]	韩国	30(10/10/10)	39—82	阳极 tDCS/阴极 tDCS/假刺激	5次/周,共3周	④

注:EG:试验组;CG:对照组;tDCS:经颅直流电刺激;①UE-FMA评分;②WMFT评分;③JTHF评分;④改良 Barthel指数(MBI);“-”表示未提及

综上所述所有结局指标可得,在tDCS的刺激方式选择方面,阴极刺激可作为改善脑卒中患者上肢运动功能和日常活动能力的的首选刺激方式。

2.4.5 发表偏倚检验:由图9可知,各指标的漏斗图不完全对称,且部分黑点落在漏斗图底部及漏斗图外侧,提示本研究可能存在一定的小样本效应以及发表偏倚,研究结果需谨慎解释。

3 讨论

脑卒中作为一种严重的脑血管疾病,已成为我国居民第一大死亡原因,对人们健康构成巨大威胁^[58]。既往研究^[59]表明,tDCS作为一种新的有前景的神经康复治疗手段,通过弱电流直

接作用于脑皮质,可调节脑的兴奋性和可塑性,具有无创、安全、副作用少的优点。目前尚无研究比较不同刺激方式的tDCS对脑卒中患者上肢运动功能和日常活动能力影响的差异,因此,本研究通过网状meta分析的方法对用于卒中患者不同的tDCS刺激进行疗效评价,进而为临床治疗提供依据。

卒中后上肢功能障碍相较于下肢恢复速度较慢,康复效果往往不尽人意。超过一半的上肢运动功能障碍患者在卒中后几个月或几年仍存在问题,严重影响生活质量,因此上肢运动功能的恢复是康复的核心^[60]。上肢Fugl-Meyer评分量表(UE-FMA)、Jebsen-Taylor手功能测试(JTHF)和Wolf上肢运动功能测试(WMFT)被广泛用于评估上肢运动功能,并

图1 偏倚风险总结图

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Achacheluee, 2018	?	?	?	?	?	?	?
Alisar, 2019	?	?	?	?	?	?	?
Boggio2007	?	?	?	?	?	?	?
Bornheim 2019	?	?	?	?	?	?	?
Bradnam 2012	?	?	?	?	?	?	?
Cha 2014	?	?	?	?	?	?	?
Cho 2015	?	?	?	?	?	?	?
Claire 2016	?	?	?	?	?	?	?
Fleming 2017	?	?	?	?	?	?	?
fregni 2005	?	?	?	?	?	?	?
Fusco2014	?	?	?	?	?	?	?
Gyoung Yi 2016	?	?	?	?	?	?	?
Hesse 2011	?	?	?	?	?	?	?
Jin,2019	?	?	?	?	?	?	?
Khedr 2013	?	?	?	?	?	?	?
Kim, 2016	?	?	?	?	?	?	?
Kim 2009	?	?	?	?	?	?	?
Kim 2010	?	?	?	?	?	?	?
Koh, 2017	?	?	?	?	?	?	?
Koo 2018	?	?	?	?	?	?	?
Lee, D.2015	?	?	?	?	?	?	?
Lindenberg,2010	?	?	?	?	?	?	?
mahmoudi hooman2011	?	?	?	?	?	?	?
Mazzoleni, 2019	?	?	?	?	?	?	?
Meheroz Rabadi 2017	?	?	?	?	?	?	?
Mortensen 2016	?	?	?	?	?	?	?
Nair 2011	?	?	?	?	?	?	?
Nela ilic 2016	?	?	?	?	?	?	?
Ochi 2013	?	?	?	?	?	?	?
Oveisgharan, 2017	?	?	?	?	?	?	?
Pavlova 2017	?	?	?	?	?	?	?
Rocha 2015	?	?	?	?	?	?	?
Rossi 2012	?	?	?	?	?	?	?
Shaheiwola 2018	?	?	?	?	?	?	?
Sofia Straudi 2016	?	?	?	?	?	?	?
Wu 2013	?	?	?	?	?	?	?
华强 2020	?	?	?	?	?	?	?
尹昱 2015	?	?	?	?	?	?	?
王成秀 2016	?	?	?	?	?	?	?
邓家丰 2019	?	?	?	?	?	?	?
邹飞 2020	?	?	?	?	?	?	?
郑婵娟 2019	?	?	?	?	?	?	?
郭丽云 2018	?	?	?	?	?	?	?
金景 2019	?	?	?	?	?	?	?
陈慧 2020	?	?	?	?	?	?	?

具有良好的信效度。本研究通过以上三个指标评估不同刺激方式的tDCS对脑卒中患者上肢功能的影响。两两比较结果显示,与物理治疗组相比,三种刺激方式的tDCS可显著提高UE-FMA评分和降低JTHF完成时间;在指标WMFT方面,阳极和阴极tDCS的评分更高,结果具有显著性差异。双极tDCS的WMFT得分虽然与物理治疗组相比无显著性差异,但却具有明显增高的趋势,这可能与纳入研究较少有关。综上结果可得各刺激方式的tDCS均能有效提高脑卒中患者的上肢运动功能,其改善原因可能与大脑两侧半球神经网络重新得以平衡有关。既往研究显示^[61],卒中后大脑两个半球的交互性抑制平衡被破坏,连通性进而降低,具体表现为患侧大脑皮质因病灶导致兴奋性降低,健侧半球对患侧半球的交互抑制增强。而阳极tDCS通过作用于患侧皮质可提高其患侧半球M1区的兴奋性;阴极tDCS作用于健侧皮质可抑制健侧半球M1区的兴奋性;双极tDCS通常则是恢复大脑半球间的连通性和网络效率,矫正半球间的不平衡^[62]。无论是阳极、阴极还是双极刺激,均是通过大脑皮质的调节使两侧半球的兴奋性重新恢复平衡,从而促进卒中后运动功能的恢复。在各刺激方式的比较中,阴极刺激与其他两种刺激相比的效应值均最高,且各指标累计排序概率图也均显示阴极tDCS可能是改善脑卒中患者上肢运动功能的最佳刺激方法。这可能是由于阴极tDCS通过抑制健侧M1区的过度激活使肌张力降低更为显著,并增强损伤侧半球的相关活动,从而加速分离运动的出现,促进上肢运动功能的恢复^[63]。Felice等^[64]研究表明阴极刺激在改善痉挛方面优于双极刺激,且疗效持续时间更长。还有研究证实^[49,65],与阴极刺激相比,阳极刺激可能会导致患侧运动皮质的强激活从而导致运动的恢复不良。因此相较于其它刺激方式,阴极tDCS的刺激特性可能导致更有效的促进上肢功能恢复。另外,通过漏斗图发现本研究可能存在一定的发表偏倚和小样本效应,这也提示研究结果需谨慎对待。

此外,本研究还通过改良Barthel指数(MBI)评定患者的日常生活活动能力。MBI作为目前临床应用最广泛的一种评定ADL能力的方法,具有良好的信效度和灵敏度^[66]。研究结果显示,与假刺激、物理治疗和双极刺激相比,阴极tDCS在提高MBI评分方面更优,且在概率排序中SUCRA值高达98.3%。相似地,阴极tDCS在上肢运动功能结局中的排序同样最优,与MBI概率排序一致。Branco^[67]和Fujita^[68]等学者指出上肢运动功能和ADL能力呈明显正相关,因此阴极刺激对上肢运动功能的改善可能进一步导致ADL能力的提高。本研究四项结局指标均指向阴极tDCS可能更能获益,这也提示阴极刺激可作为改善脑卒中患者上肢运动功能和日常生活能力的首选刺激方式。

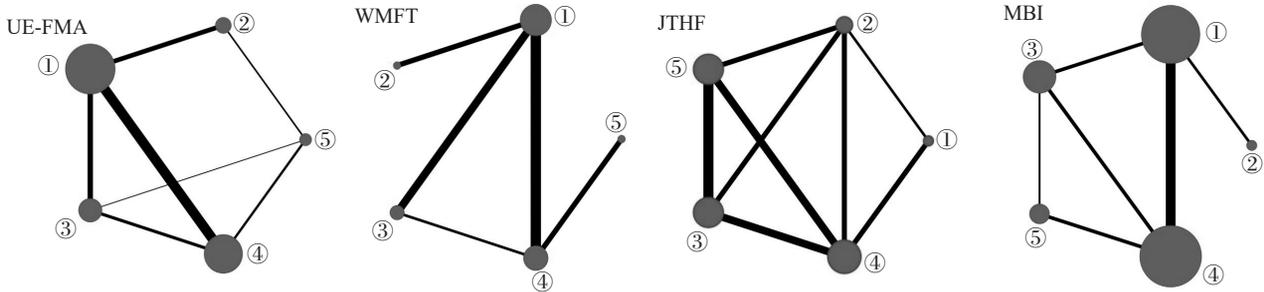
本研究的局限性:①本研究只纳入了中英文文献,可能存在语言偏倚;②未纳入灰色数据库文献;③漏斗图提示本次研究可能存在发表偏倚和小样本偏倚;④假刺激研究纳入较少,故可能影响检验效度,一定程度上也削弱了论证力度;⑤tDCS电流强度、电流密度及电极刺激面积大小不完全一致,可能导致潜在的异质性。

综上所述,临床上在采用tDCS改善脑卒中功能障碍时可首选阴极tDCS,以抑制健侧大脑皮质M1区的过度激活,进而缓解上肢肌张力,促进上肢运动功能和ADL能力的改善。为确保研究结果的科学性,还需要进行更多的高质量、大样本的RCT试验。

参考文献

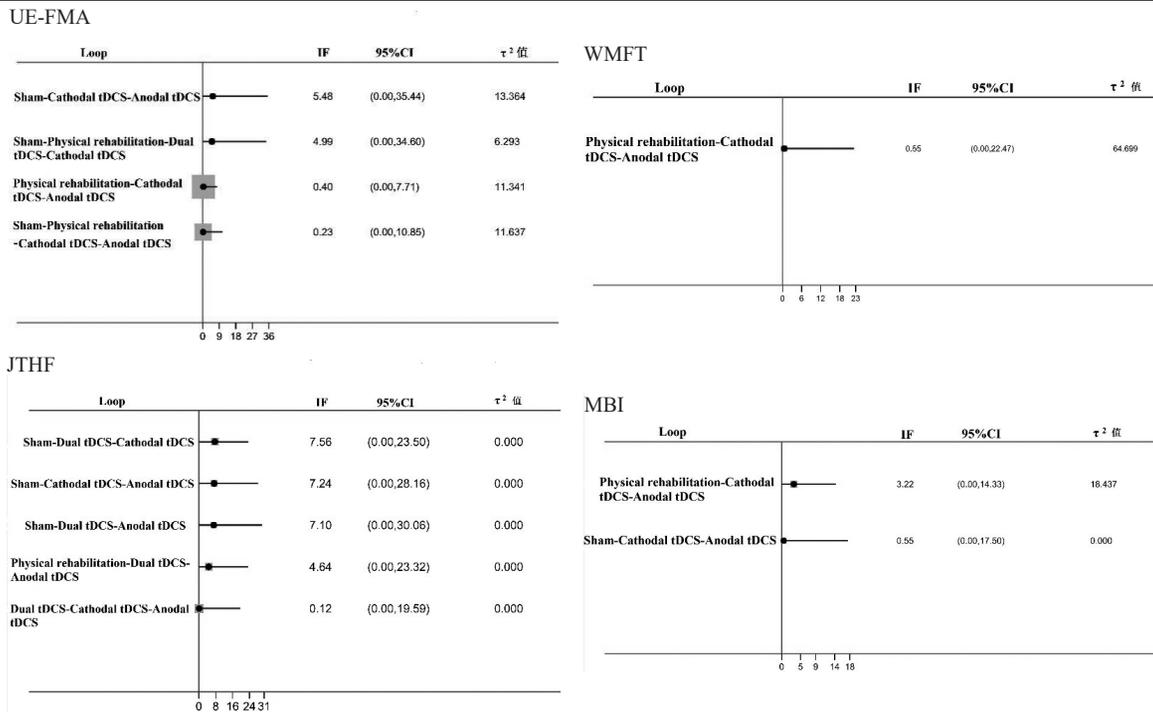
[1] Connell LA, Smith MC, Byblow WD, et al. Implementing biomarkers to predict motor recovery after stroke[J]. NeuroRehabilitation, 2018,43(1):41—50.
 [2] 《中国脑卒中防治报告2019》概要[J]. 中国脑血管病杂志, 2020, 17(5):272—281.

图2 网络证据图



注:UE-FMA: 上肢Fugl-Meyer量表, WMFT: Wolf上肢运动功能测试, JTHF: Jebsen-Taylor手功能测试, MBI: 改良 Barthel指数。
①物理治疗;②双极tDCS;③阴极tDCS;④阳极tDCS;⑤假刺激。

图3 环不一致性检验

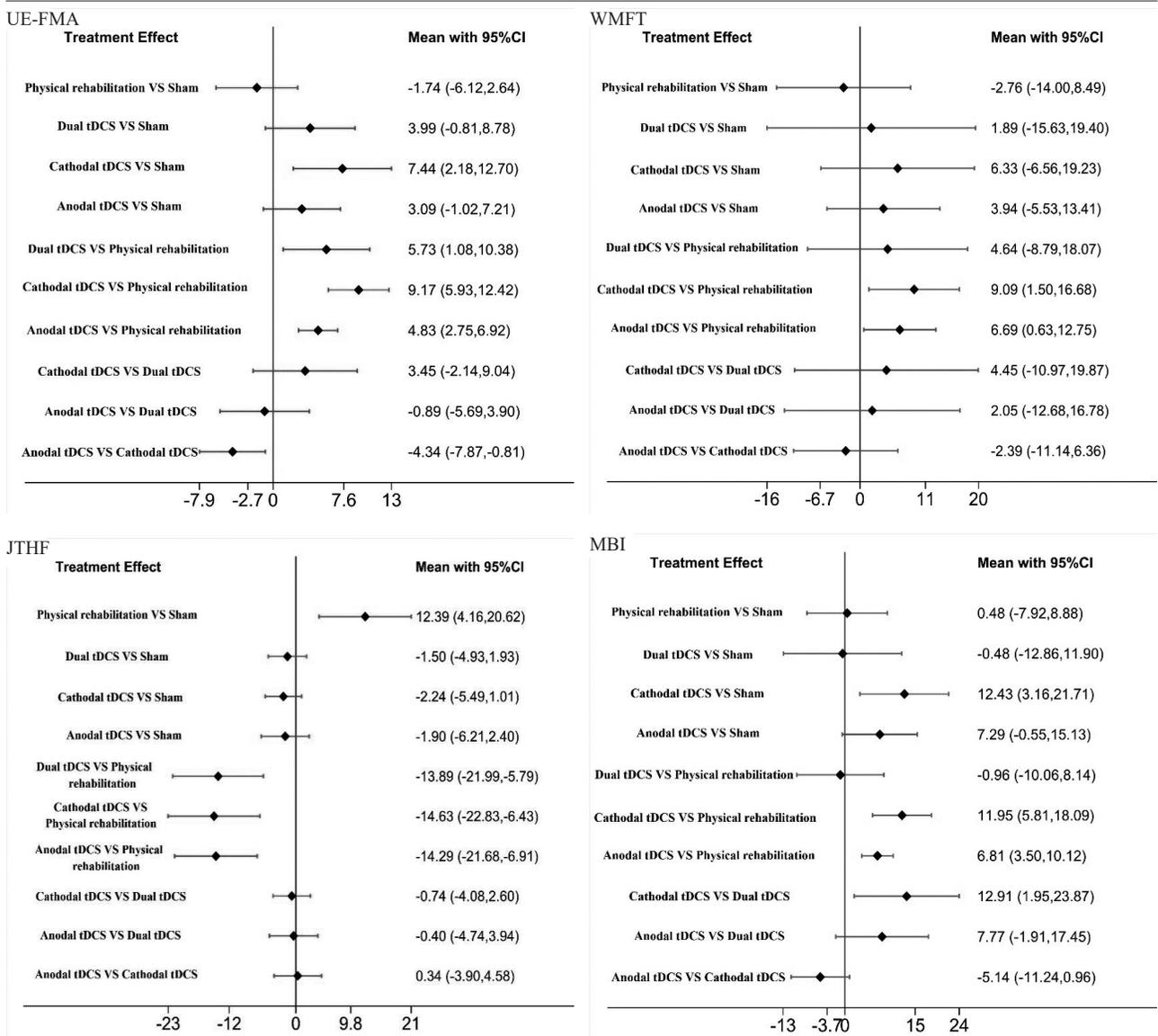


注:UE-FMA: 上肢Fugl-Meyer量表, WMFT: Wolf上肢运动功能测试, JTHF: Jebsen-Taylor手功能测试, MBI: 改良 Barthel指数; Sham: 假刺激, Physical rehabilitation: 物理治疗, Dual tDCS: 双极tDCS, cathodal tDCS: 阴极tDCS, Anodal tDCS: 阳极tDCS。

[3] 黄金, 吕娇娇, 黄灵燕. 非侵入性脑刺激对运动能力的影响研究进展[J]. 神经解剖学杂志, 2020, 4(36):469—472.
 [4] 夏文广, 郑婵娟, 王娟. 经颅直流电刺激在脑卒中康复应用中的研究进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(8):637—640.
 [5] 乔淇淇, 王新, 康灵, 等. 经颅直流电刺激技术对运动表现影响的国外研究进展[J]. 体育科学, 2020, 40(6):83—95.
 [6] Kang N, Weingart A, Cauraugh JH. Transcranial direct current stimulation and suppression of contralesional primary motor cortex post-stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. Brain Inj, 2018, 32(9):1063—1070.
 [7] Elsner B, Kugler J, Pohl M, et al. Transcranial direct current stimulation (tDCS) for improving activities of daily living, and physical and cognitive functioning, in people after

stroke[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2016, 3(3):CD009645.
 [8] 李懿, 屈云, 苟巍, 等. 阳极经颅直流电刺激治疗脑卒中后手功能障碍的meta分析[J]. 中国康复医学杂志, 2016, 9(31):1001—1007.
 [9] Slee A, Nazareth I, Bondaronek P, et al. Pharmacological treatments for generalised anxiety disorder: a systematic review and network meta-analysis[J]. Lancet, 2019, 393(10173):768—777.
 [10] 中华神经科学会中华神经外科学会. 各类脑血管疾病诊断要点[J]. 中华神经科杂志, 1996, 29(6):60—61.
 [11] 李永杰, 扈盛. 水中运动训练对脑卒中患者下肢肢体功能和日常生活活动能力影响的meta分析[J]. 中国康复医学杂志, 2019, 10(34):1209—1215.

图4 网状meta分析结果



注:UE-FMA: 上肢Fugl-Meyer量表, WMFT: Wolf上肢运动功能测试, JTHF: Jebsen-Taylor手功能测试, MBI: 改良 Barthel指数; Sham: 假刺激, Physical rehabilitation: 物理治疗, Dual tDCS: 双极tDCS, cathodal tDCS: 阴极tDCS, Anodal tDCS: 阳极tDCS。

图5 各干预措施对UE-FMA评分影响的累积排序概率图

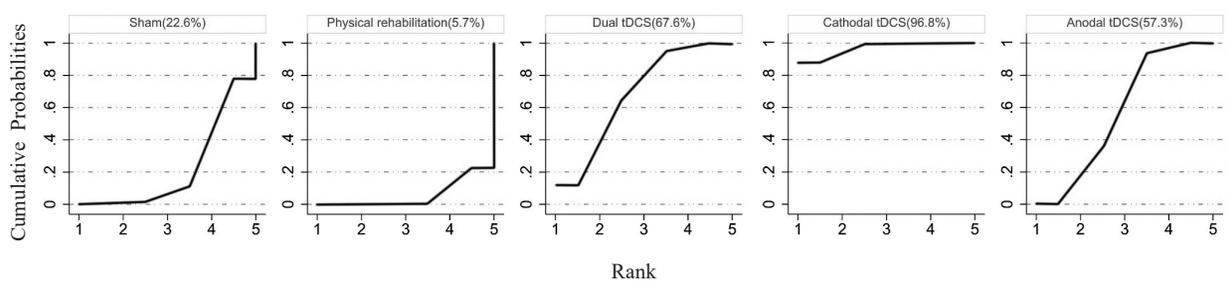


图6 各干预措施对WMFT评分影响的累积排序概率图

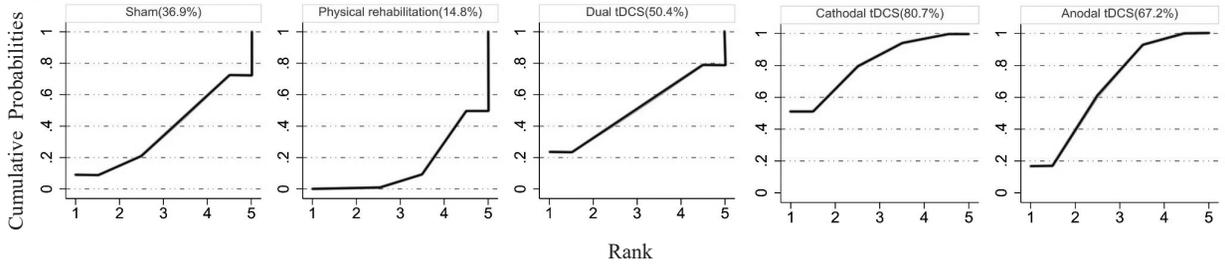


图7 各干预措施对MBI影响的累积排序概率图

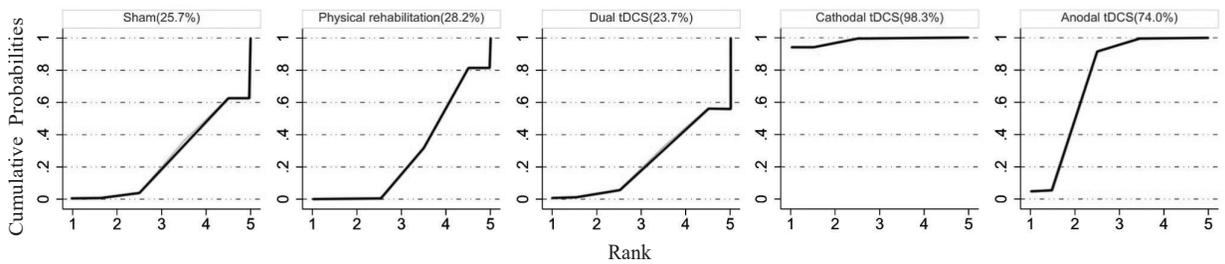


图8 各干预措施对JTHF评分影响的累积排序概率图

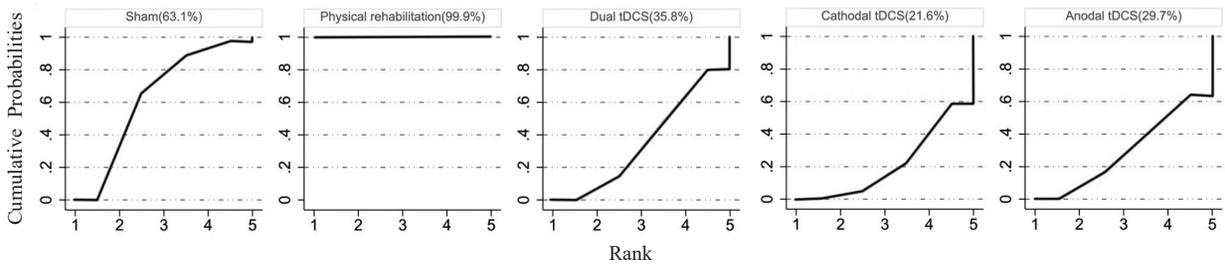
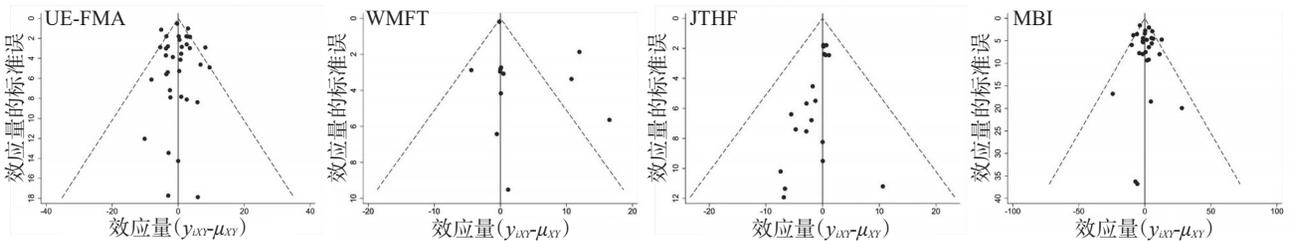


图9 比较-校正漏斗图



[12] Li X, Wang R, Xing X, et al. Acupuncture for myofascial pain syndrome: a network meta-analysis of 33 randomized controlled trials[J]. Pain Physician, 2017, 20(6): e883—e902.
 [13] Achacheluee ST, Rahnama L, Karimi N, et al. The effect of unihemispheric concurrent dual-site transcranial direct current stimulation of primary motor and dorsolateral prefrontal cortices on motor function in patients with sub-acute stroke [J]. Front Hum Neurosci, 2018, 12: 441.
 [14] Rossi C, Sallustio F, Di Legge S, et al. Transcranial direct current stimulation of the affected hemisphere does not accelerate recovery of acute stroke patients [J]. Eur J

Neurol, 2013, 20(1): 202—204.
 [15] Allman C, Amadi U, Winkler AM, et al. Ipsilesional anodal tDCS enhances the functional benefits of rehabilitation in patients after stroke[J]. Sci Transl Med, 2016, 8(330): 330re1.
 [16] Kim DY, Lim JY, Kang EK, et al. Effect of transcranial direct current stimulation on motor recovery in patients with subacute stroke [J]. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 2010, 89(11): 879—886.
 [17] Pavlova EL, Lindberg P, Khan A, et al. Transcranial direct current stimulation combined with visuo-motor training

- as treatment for chronic stroke patients [J].*Restor Neurol Neurosci*,2017,35(3):307—317.
- [18] Ilić NV, Dubljanin-Raspopović E, Nedeljković U, et al.Effects of anodal tDCS and occupational therapy on fine motor skill deficits in patients with chronic stroke [J].*Restor Neurol Neurosci*,2016,34(6):935—945.
- [19] Bornheim S, Croisier JL, Maquet P, et al.Transcranial direct current stimulation associated with physical-therapy in acute stroke patients - a randomized, triple blind, sham-controlled study [J].*Brain Stimul*,2020,13(2):329—336.
- [20] 华强, 夏文广, 李冰冰, 等. 经颅直流电刺激联合虚拟情景互动训练对脑梗死偏瘫上肢功能及ADL的影响[J].*中国康复*,2020,35(1):15—18.
- [21] 郑婵娟, 夏文广, 段臻, 等. 经颅直流电刺激对脑卒中后上肢及手功能恢复的随机对照研究[J].*中国康复*,2019,34(12):623—626.
- [22] 尹昱, 左秀芹, 吕艳玲, 等. 经颅直流电刺激对脑卒中患者上肢运动功能障碍的疗效[J].*中国康复理论与实践*,2015,21(7):830—833.
- [23] 郭丽云, 降凌燕, 赵亚路. 经颅直流电刺激结合感觉功能训练对脑卒中后感觉障碍的疗效观察[J].*中国康复*,2018,33(6):472—475.
- [24] 王成秀, 杨凤翔, 邹伟庚. 经颅直流电刺激联合常规康复治疗在脑卒中偏瘫上肢运动功能和失语症康复中的作用[J].*中国实用神经疾病杂志*,2016,19(4):48—49.
- [25] 金景, 蒋苏, 潘晓励, 等. 经颅直流电刺激联合康复训练对脑卒中偏瘫患者认知能力及肢体运动功能的影响[J].*中华物理医学与康复杂志*,2019,41(6):415—417.
- [26] 陈慧, 蔡倩, 徐亮, 等. 经颅直流电刺激联合镜像疗法对脑卒中患者上肢运动功能的影响[J].*中国康复理论与实践*,2020,26(3):301—305.
- [27] Fusco A, Assenza F, Iosa M.The ineffective role of cathodal tDCS in enhancing the functional motor outcomes in early phase of stroke rehabilitation: an experimental trial [J]. *BioMed Research International*, 2014,2014:547290.
- [28] Nair DG, Renga V, Lindenberg R, et al.Optimizing recovery potential through simultaneous occupational therapy and non-invasive brain-stimulation using tDCS[J].*Restor Neurol Neurosci*,2011,29(6):411—420.
- [29] Wu D, Qian L, Zorowitz RD, et al.Effects on decreasing upper-limb poststroke muscle tone using transcranial direct current stimulation: a randomized sham-controlled study[J].*Arch Phys Med Rehabil*,2013,94(1):1—8.
- [30] Cha HK, Ji SG, Kim MK, et al.Effect of transcranial direct current stimulation of function in patients with stroke [J].*J Phys Ther Sci*,2014,26(3):363—365.
- [31] Ochi M, Saeiki S, Oda T, et al.Effects of anodal and cathodal transcranial direct current stimulation combined with robotic therapy on severely affected arms in chronic stroke patients [J].*J Rehabil Med*,2013,45(2):137—140.
- [32] Rocha S, Silva E, Foerster Á, et al.The impact of transcranial direct current stimulation (tDCS) combined with modified constraint-induced movement therapy (mCIMT) on upper limb function in chronic stroke: a double-blind randomized controlled trial [J].*Disabil Rehabil*, 2016, 38(7):653—660.
- [33] Hesse S, Waldner A, Mehrholz J, et al.Combined transcranial direct current stimulation and robot-assisted arm training in subacute stroke patients: an exploratory, randomized multicenter trial[J].*Neurorehabilitation and Neural Repair*,2011,25(9):838—846.
- [34] 邹飞, 王礼强, 刘波. 阴极经颅直流电刺激对脑卒中偏瘫患者上肢功能康复的影响[J].*中国康复医学杂志*,2020,35(6):732—734.
- [35] Alisar DC, Ozen S, Sozay S.Effects of bihemispheric transcranial direct current stimulation on upper extremity function in stroke patients; a randomized double-blind sham-controlled study [J].*J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2020, 29(1):104454.
- [36] Jin M, Zhang Z, Bai Z, et al.Timing-dependent interaction effects of tDCS with mirror therapy on upper extremity motor recovery in patients with chronic stroke: a randomized controlled pilot study [J].*J Neurol Sci*, 2019, 405(1):116436.
- [37] Koh CL, Lin JH, Jeng JS, et al.Effects of transcranial direct current stimulation with sensory modulation on stroke motor rehabilitation: a randomized controlled trial[J].*Arch Phys Med Rehabil*,2017,98(12):2477—2484.
- [38] Lee DG, Lee DY.Effects of adjustment of transcranial direct current stimulation on motor function of the upper extremity in stroke patients [J].*J Phys Ther Sci*,2015,27(11):3511—3513.
- [39] Mazzoleni S, Tran VD, Dario P, et al.Effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) combined with wrist robot-assisted rehabilitation on motor recovery in subacute stroke patients: a randomized controlled trial[J].*IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*,2019,27(7):1458—1466.
- [40] Oveisgharan S, Organji H, Ghorbani A.Enhancement of motor recovery through left dorsolateral prefrontal cortex stimulation after acute ischemic stroke[J].*J Stroke Cerebrovasc Dis*,2018,27(1):185—191.
- [41] Straudi S, Fregni F, Martinuzzi C, et al.tDCS and robotics on upper limb stroke rehabilitation: effect modification by stroke duration and type of stroke tDCS[J].*Neural Plasticity*,2016,2016:5068127.
- [42] Kim DY, Ohn SH, Yang EJ, et al.Enhancing motor performance by anodal transcranial direct current stimulation in subacute stroke patients[J].*American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*,2009,88(10):829—836.
- [43] Koo WR, Jang BH, Kim CR.Effects of anodal transcranial direct current stimulation on somatosensory recovery after stroke: a randomized controlled trial[J].*American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*,2018,97(7):507—513.
- [44] Shaheiwola N, Zhang B, Jia J, et al.Using tDCS as an add-on treatment prior to FES therapy in improving upper limb function in severe chronic stroke patients: a randomized controlled study[J].*Front Hum Neurosci*,2018,12:233.
- [45] Bradnam LV, Stinear CM, Barber PA, et al.Contralesional hemisphere control of the proximal paretic upper limb following stroke[J].*Cereb Cortex*,2012,22(11):2662—2671.
- [46] Lindenberg R, Renga V, Zhu LL, et al.Bihemispheric brain stimulation facilitates motor recovery in chronic stroke patients[J].*Neurology*,2010,75(24):2176—2184.
- [47] Mortensen J, Figlewski K, Andersen H.Combined transcranial direct current stimulation and home-based occupational therapy for upper limb motor impairment following intracerebral hemorrhage: a double-blind randomized controlled trial[J].*Disabil Rehabil*,2016,38(7):637—643.
- [48] Fleming MK, Rothwell JC, Sztrihai L, et al.The effect of transcranial direct current stimulation on motor sequence

- learning and upper limb function after stroke[J].Clinical Neurophysiology,2017,128(7):1389—1398.
- [49] Fregni F, Boggio PS, Mansur CG, et al. Transcranial direct current stimulation of the unaffected hemisphere in stroke patients[J]. Neuroreport,2005,16(14):1551—1555.
- [50] Boggio PS, Nunes A, Rigonatti SP, et al.Repeated sessions of noninvasive brain DC stimulation is associated with motor function improvement in stroke patients[J].Restor Neurol Neurosci,2007,25(2):123—129.
- [51] Mahmoudi H, Borhani Haghighi A, Petramfar P, et al. Transcranial direct current stimulation: electrode montage in stroke[J].Disabil Rehabil,2011,33(15—16):1383—1388.
- [52] Cho HS, Cha HG.Effect of mirror therapy with tDCS on functional recovery of the upper extremity of stroke patients [J].J Phys Ther Sci,2015,27(4):1045—1047.
- [53] Kim KU, Kim SH, An TG.Effect of transcranial direct current stimulation on visual perception function and performance capability of activities of daily living in stroke patients[J].J Phys Ther Sci,2016,28(9):2572—2575.
- [54] Rabadi MH, Aston CE.Effect of transcranial direct current stimulation on severely affected arm-hand motor function in patients after an acute ischemic stroke:apilot randomized control trial[J].American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation,2017,96(10 Suppl 1):S178—S184.
- [55] 邓家丰, 张静娜, 肖府庭, 等.左背外侧前额叶阳极经颅直流电刺激对脑卒中后抑郁症的疗效观察[J].中国康复医学杂志,2019,34(5):556—561.
- [56] Khedr EM, Shawky OA, El-Hammady DH, et al.Effect of anodal versus cathodal transcranial direct current stimulation on stroke rehabilitation: a pilot randomized controlled trial [J].Neurorehabilitation and Neural Repair,2013,27(7):592—601.
- [57] Yi YG, Chun MH, Do KH, et al.The effect of transcranial direct current stimulation on neglect syndrome in stroke patients[J].Annals of Rehabilitation Medicine, 2016, 40(2):223—229.
- [58] GBD 2013 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age- sex specificall- cause and cause-specific mortality for 240causes of death, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013[J].Lancet,2015,385(9963):117—171.
- [59] 黄倩, 林一聪, 王玉平.经颅直流电刺激在认知障碍/痴呆治疗中的研究进展[J].中华医学杂志,2018,21(98):1720—1722.
- [60] Pollock A, Farmer SE, Brady MC, et al.Interventions for improving upper limb function after stroke[J].Cochrane Database Syst Rev,2014,2014(11):CD010820.
- [61] 唐朝正, 陈创, 丁政, 等.经颅直流电刺激应用于脑卒中上肢和手功能康复的研究进展[J].中华物理医学与康复杂志,2017,39(5):391—396.
- [62] 池林, 李红玲.经颅直流电刺激及其在脑损伤中的应用[J].中华物理医学与康复杂志,2018,40(5):385—388.
- [63] Stagg CJ, Bachtiar V, O'Shea J, et al.Cortical activation changes underlying stimulation-induced behavioural gains in chronic stroke[J].Brain,2012,135(1):276—284.
- [64] Del Felice A,Daloli V,Masiero S,et al.Contralesional cathodal versus dual transcranial direct current stimulation for decreasing upper limb spasticity in chronic stroke individuals: a clinical and neurophysiological study[J].Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases,2016,25(12):2932—2941.
- [65] Fregni F, Boggio PS, Nitsche M, et al. Anodal transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex enhances working memory[J]. Exp Brain Res,2005,166(1):23—30.
- [66] Chen XW, Shafei MN, Abdullah JM, et al.Reliability of telephone interview for assessment of long-term stroke outcomes: evidence from Interrater Analysis[J].Neuroepidemiology,2019,52(3—4):214—219.
- [67] Branco JP, Oliveira S, Páscoa Pinheiro J, et al.Assessing upper limb function: transcultural adaptation and validation of the portuguese version of the stroke upper limb capacity scale[J].BMC Sports Sci Med Rehabil,2017,9:15.
- [68] Fujita T, Sato A, Togashi Y, et al.Identification of the affected lower limb and unaffected side motor functions as determinants of activities of daily living performance in stroke patients using partial correlation analysis[J].J Phys Ther Sci,2015,27(7):2217—2220.

(上接第383页)

参考文献

- [1] 陈伟伟, 高润霖, 刘力生, 等.《中国心血管病报告2016》概要[J].中国循环杂志,2017,32(6):521—530.
- [2] 孙小斐, 沈维青.江苏省康复治疗技术专业人才需求现状及展望[J].职业技术,2017,16(11):5—9.
- [3] 国家心血管病中心,《冠状动脉旁路移植术后心脏康复专家共识》编写委员会.冠状动脉旁路移植术后心脏康复专家共识[J].中国循环杂志,2020,35(1):4—15.
- [4] 谢秋蓉, 罗庆禄, 梁杰, 等.《心肺系统疾病物理治疗》课程教学模式探析[J].康复教育医学,2016,31(8):911—913.
- [5] 赵艳, 郝连科.教育信息化环境下我国高校混合式教学模式设计与实施[J].通化师范学院学报,2018,39(277):95—98.
- [6] 艾雨兵, 贾让成, 周菊芝, 等.康复治疗技术专业教学资源库建设的逻辑起点、实施路径及推进策略[J].中国康复医学杂志,2019,34(5):579—583.
- [7] 缪萍, 潘翠环, 于瑞, 等.多媒体资源库建设在康复治疗学专业教学中的意义[J].西北医学教育,2014,22(6):1214—1216.
- [8] 张倩, 马秀鹏.后疫情时期高校混合式教学模式的构建与建议[J].江苏高教,2021(2)93—97.
- [9] 缪萍, 于瑞, 潘翠环, 等.康复治疗学专业多媒体资源库建设方法初探[J].中国高等医学教育,2015(5)57—58.
- [10] 喻鹏铭, 王玲, 胡佳, 等.基于“云论坛”的心肺物理治疗继续教育模式创新研究和探讨[J].广州医科大学学报,2020,48(3):54—57.
- [11] 中华人民共和国教育部.教育资源建设技术规范 CELTS-41.1[S].教育部教育信息化技术标准委员会.2002.
- [12] 张琦, 李洪霞, 马婷婷.世界物理治疗联盟国际课程认证背景下物理治疗专业教改初探—以首都医科大学康复医学院为例[J].中国康复理论与实践,2019,25(12):1480—1484.