

经颅直流电刺激改善维持性血液透析患者注意力和执行力的临床观察*

陈黎艳¹ 王梦寰¹ 李汶汶¹ 邢红霞¹ 朱美玲¹ 林 枫¹ 江钟立^{1,2}

摘要

目的:探索经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)改善维持性血液透析(maintenance hemodialysis, MHD)患者注意力和执行力,降低跌倒风险的作用。

方法:本研究招募MHD患者36例,采用随机数字表法将患者随机分为对照组(n=18)和治疗组(n=18)。治疗组患者在每次透析期间使用tDCS治疗20min,每周3次,共2周的治疗,对照组进行假刺激。两组患者在治疗前后均采用蒙特利尔认知评估量表(Montreal Cognitive Assessment, MoCA)评估认知功能,使用无线APDM运动监测惯性传感器系统采集步态时空参数(步速、步幅、转弯时间、转弯角度及转弯峰值角速度)观察行为学的变化。

结果:治疗前两组患者各项测试得分均无显著差异($P>0.05$)。治疗后治疗组患者的MoCA总分显著提高($P<0.05$),其中MoCA量表的视空间与执行力、注意力、定向得分显著升高($P<0.05$)。治疗组转弯角度和转弯峰值角速度的差值较对照组显著提高($P<0.05$)。多元线性逐步回归分析结果表明,MHD患者治疗后的转弯峰值角速度与MoCA总分和tDCS干预有关,标准回归系数分别为0.581、0.402($P<0.05$)。

结论:tDCS显著改善了MHD患者的注意力和执行力,步行中转弯角度及转弯峰值角速度的提高与认知功能的改善有关。

关键词 维持性血液透析;经颅直流电刺激;认知功能;转弯角度;转弯峰值角速度

中图分类号:R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2023)-09-1221-06

Transcranial direct current stimulation improves the attention and executive function in patients with maintenance hemodialysis/CHEN Liyan, WANG Menghuan, LI Wenwen, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2023, 38(9): 1221—1226

Abstract

Objective: To investigate the effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) on the improvement of attention and executive function which reduced the risk of falls in the patients with maintenance hemodialysis (MHD).

Method: Thirty-six patients with MHD were randomized into the control group (CG, n=18) and the treatment group (TG, n=18). The patients in the TG were treated with tDCS for 20min at each dialysis session three times a week for 2 weeks. The patients with CG were treated with sham-tDCS. The scale of Montreal Cognitive Assessment scale (MoCA) was assessed before and after treatment. The wireless APDM motion monitoring inertial sensor system was used to collect the temporal and spatial parameters of the gait (gait speed, stride length, turning time, turning angle and peak angular velocity) for observing the changes of the gait behavior.

Result: There was no significant difference in the scores of MoCA between the two groups before treatment ($P>0.05$). After treatment, the total score of MoCA in the TG was significantly higher than that in the CG

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.09.007

*基金项目:国家重点研发计划项目(2020YF2008505)

1 南京医科大学附属逸夫医院,江苏省南京市,211100; 2 通讯作者

第一作者简介:陈黎艳,女,硕士研究生; 收稿日期:2022-11-24

($P<0.05$). The factor scores of visuospatial executive function, attention and orientation in MoCA increased significantly in the TG after treatment ($P<0.05$). The difference values of the turning angle and turning peak velocity before and after treatment in the TG were significantly higher than that in the CG ($P<0.05$). The results of stepwise multiple linear regression showed that the total score of MoCA and tDCS were significantly correlated to turning peak velocity with the standard partial regression coefficients of 0.581 and 0.402 respectively ($P<0.05$).

Conclusion: The treatment of tDCS can significantly improve the attention and executive function in the patients with MHD. The increases in turning angle and peak angular velocity during walking are concerned with the improvement of cognitive function.

Author's address Sir Run Run Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing, 211100

Key word maintenance hemodialysis; transcranial direct current stimulation; cognitive function; turning angle; turning peak velocity

维持性血液透析(maintenance hemodialysis, MHD)是终末期肾脏病患者的肾脏替代治疗的重要方式之一。随着透析龄的增长,MHD患者通常会出现多器官障碍、多种代谢紊乱等并发症,使其生理功能不断下降、认知功能受损^[1]。

MHD的认知损害的发生率可达60%^[2],多发生在定向、注意力、视空间与执行力等维度。认知损害会降低MHD患者服药依从性、加重身心健康受损程度和增加死亡风险增加^[2],也是日常生活中MHD患者发生跌倒的主要危险因素^[3]。透析患者跌倒发生率为普通人群的4倍以上,比非透析人群更容易发生跌倒^[4]。跌倒可导致患者腕部骨折、关节脱位或脑损伤等风险,使患者出现更严重的功能减退,造成失能、感染、死亡等严重不良后果^[5]。跌倒与步行的协调稳定性有关,后者受大脑高级功能的调控。注意力、执行力的减退会导致行走时维持平衡和身体控制能力降低^[6],在复杂的步行中表现更为显著,例如步行中的转弯动作,转弯过程与注意力和执行力等密切相关^[7],转弯行走比直线行走需要消耗更多的认知资源,因此转弯行走时发生跌倒的概率远大于直线行走^[8]。

经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)是一种无创的神经刺激方法,通过将微弱电流作用于头皮,以调节皮层神经元的兴奋性^[10]。研究表明tDCS作用于左侧背外侧前额叶皮质(dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC)可改善患有轻度认知功能障碍的老年人的认知功能^[9]。因此,本研究假设tDCS可通过改善MHD患者的认知功能,提高MHD患者步行时的注意力和执行力,降

低MHD患者的跌倒风险。本研究旨在探索tDCS改善MHD患者注意力和执行力,降低跌倒风险的作用。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究招募了2022年6—9月在南京医科大学附属逸夫医院行MHD治疗的患者36例。

纳入标准:①年龄 ≥ 18 岁;②接受维持性血液透析 ≥ 3 个月,且透析频率 ≥ 3 次/周;③MoCA评分:10—26分;④可独立行走;⑤自愿参加并签署知情同意书者。

排除标准:①有明显精神及情绪异常,或既往有神经系统疾病和精神病病史;②有癫痫或惊厥病史;③严重痴呆或语言障碍不能配合完成量表测评者;④合并任何影响步行功能的神经或肌肉骨骼系统疾病;⑤过去一年中心绞痛、心肌梗死或心脏病手术病史者;⑥病情进行性加重者;⑦有tDCS禁忌证。本研究已获得南京医科大学附属逸夫医院伦理审查委员会批准(编号:2022-SR-006),所有受试者均在测试前签署了书面知情同意书。

1.2 方法

本研究采用随机对照平行试验,单盲,单中心。将36例MHD患者根据随机数字表法分按1:1比例随机分配为治疗组和对照组。

治疗组患者在透析时给予tDCS真刺激:采用Intelstim电刺激器(四川省智能电子实业有限公司)。2片电极片(5.0cm $\times$ 7.0cm)中阳极放置于左侧背外侧前额叶皮质区(对应国际脑电图10—20导联

系统中的F3点)^[10],阴极放置于对侧眶上区,治疗组电流强度为2mA,电流密度为0.057mA/cm²,持续时间20min/次,每周3次,共2周。

对照组患者在透析时给予tDCS假刺激,tDCS电极放置方式、电流强度和频率等刺激参数设置与治疗组一致,但对照组会在开始30s后结束刺激,给予初始刺激,达到致盲效果。

1.3 评定方法

1.3.1 认知功能评估:在治疗前、治疗2周后采用MoCA量表评估认知功能。MoCA评分包括注意力、执行力、记忆、语言、视结构技能、抽象思维,以及计算和定向力,量表总分为30分,如果受教育年限≤12年则加1分,最高分为30分。截断值为≥26分^[11]。

1.3.2 步态评估:主要选取步速(m/s)、步幅(m)、转弯角度(°)、转弯时间(s)、转弯峰值角速度(°/s)5个步态参数进行分析。

使用无线APDM运动监测惯性传感器系统(APDM股份有限公司,波特兰,美国)进行步态评估,获得数据。在校准设备后,通过弹性带将6个传感器分别固定于胸部(胸骨柄处)、腰部(第5腰椎棘突处,L5)、双腕背面(桡骨粗隆水平)、双脚背面(第三跖趾关节近端处)。根据之前的研究对信号进行采样^[12],并将其传输到笔记本电脑上,通过相应的Mobility Lab™软件包进行自动处理和计算。

受试者被要求以自然舒适的步伐(受试者自行选择的自然速度)在一条15m长的走道上来回行走2min(用黄色胶带标记走道开始和结束的位置)。步态分析设备的所有操作由一名专业研究员负责,另有一名研究员负责保护受试者在测试过程中的安全。

1.4 统计学分析

使用SPSS 25.0统计软件进行统计分析,数据均进行正态性检验,计量资料采用均数±标准差表示,计数资料采用例数(百分比)表示。正态分布的计量资料,组内治疗前后比较使用配对 t 检验,组间比较采用两独立样本 t 检验。非正态分布的计量资料组内采用配对Wilcoxon检验,组间采用Mann-Whitney U检验,计数资料采用 χ^2 检验。MHD患者转弯角度与转弯峰值角速度参数采用Spearman相关分析。转弯参数与认知结果的相互关系分析采用多元逐步回归分析。 $P < 0.05$ 表示有显著性差异。

为了消除身高对步态参数的混杂影响,按照Schwe-sig R^[13]等方法,对不同性别的步速、步幅分别进行标准化处理:

标准化步速=步速/ $\sqrt{(\text{身高}/\text{平均身高})}$;

标准化步幅=步幅/(身高/平均身高)。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

治疗前两组受试者的年龄、性别、身高、体重、BMI、透析时间、肾病类型、血钙、血磷、肌酐、血浆滤过率、血红蛋白及文化程度等差异均无显著性($P > 0.05$),见表1。

2.2 两组患者治疗前后MoCA评分比较

治疗前,两组患者MoCA总分及各项得分差异均无显著性($P > 0.05$)。治疗2周后,治疗组的总分及其视空间与执行力、注意力、定向力得分显著高于对照组($P < 0.05$),见表2。

2.3 两组患者治疗前后步态参数比较

治疗前,两组患者各项步态参数结果差异均无显著性($P > 0.05$),治疗2周后,治疗组转弯角度、转弯峰

表1 两组患者一般资料

项目	治疗组 (n=18)	对照组 (n=18)	t 值/ χ^2 值/ Z 值	P 值
年龄(岁)	48±11.11	51±13.17	0.994	0.352
性别			0.000	1.000
男	12(66.7%)	12(66.7%)		
女	6(33.3%)	6(33.3%)		
身高(cm)	168.61±7.52	166.17±10.75	0.791	0.435
体重(kg)	61.34±12.12	62.23±12.24	0.218	0.829
BMI	21.47±3.32	22.48±3.46	0.891	0.379
透析时间(年)	4.81±3.37	4.83±4.59	0.348	0.728
肾病类型			6.063	0.104
肾小球肾炎	5(27.8%)	6(33.3%)		
高血压肾病	8(44.4%)	3(16.7%)		
糖尿病肾病	0	4(22.2%)		
其他	5(27.8%)	5(27.8%)		
Ca(mmol/L)	2.15±0.23	2.16±0.18	0.153	0.879
P(mmol/L)	1.83±0.62	1.99±0.76	0.701	0.488
POP(mmol/L)	282.32±9.20	276.80±7.98	1.921	0.063
肌酐(μ mol/L)	470.33±90.86	457.94±131.90	0.227	0.822
血红蛋白(g/L)	110.28±14.50	114.00±13.61	0.794	0.433
文化程度			5.573	0.089
小学及以下	1(5.6%)	4(22.2%)		
初中	5(27.8%)	9(50.0%)		
高中及以上	12(66.7%)	5(27.8%)		

注:BMI:身体质量指数;Ca(血钙)正常参考值:2.11—2.52mmol/L;P(血磷)正常参考值:0.85—1.51mmol/L;肌酐正常参考值:57—97 μ mol/L;POP(血浆渗透压)正常参考值:280—310mmol/L

值角速度的差值较对照组显著提高($P<0.05$),见表3。

2.4 MHD患者转弯参数相关性分析

图1显示MHD患者治疗前转弯角度与转弯峰

表2 两组患者MoCA比较分析					
项目	治疗组(n=18)		对照组(n=18)		组间比较
	$\bar{x}\pm s$	P值	$\bar{x}\pm s$	P值	P值
MoCA总分					
治疗前	23.39±2.09		24.17±2.26		0.291
治疗后	26.67±1.94	0.000 ^{①②}	24.06±2.07	0.767	0.000
视空间和执行力					
治疗前	3.56±1.15		3.56±0.92		0.637
治疗后	3.94±0.87	0.109 ^②	3.28±1.02	0.166	0.039
命名					
治疗前	2.67±0.59		2.83±0.51		0.242
治疗后	2.94±0.24	0.025 ^①	2.83±0.51	1.000	0.531
注意					
治疗前	5.50±0.79		5.67±0.69		0.469
治疗后	5.78±0.43	0.160 ^②	5.17±0.86	0.046 ^①	0.013
语言					
治疗前	2.17±0.79		2.06±0.73		0.191
治疗后	2.28±0.67	0.414	2.22±0.73	0.257	0.849
抽象					
治疗前	1.44±0.62		1.44±0.78		0.776
治疗后	1.72±0.46	0.059	1.44±0.62	1.000	0.153
延迟回忆					
治疗前	1.89±1.53		2.22±1.73		0.573
治疗后	3.67±1.46	0.002 ^①	3.00±1.61	0.026 ^①	0.168
定向					
治疗前	5.78±0.43		5.89±0.32		0.378
治疗后	6.00±0.00	0.046 ^{①②}	5.72±0.46	0.180	0.018

注:MoCA:蒙特利尔认知评估量表;①与组内治疗前比较 $P<0.05$;
②与对照组同时时间点比较 $P<0.05$

表3 两组患者步态参数比较					
项目	治疗组(n=18)		对照组(n=18)		组间比较
	$\bar{x}\pm s$	P值	$\bar{x}\pm s$	P值	P值
标准化步速(m/s)					
治疗前	1.08±0.16		1.12±0.15		0.432
治疗后	1.13±0.16 ^①	0.039	1.13±0.13	0.539	0.989
差值	0.05±0.10		0.01±0.09		0.180
标准化步幅(m)					
治疗前	1.18±0.13		1.22±0.12		0.371
治疗后	1.21±0.14	0.119	1.22±0.11	0.829	0.762
差值	0.03±0.07		0.00±0.07		0.331
转弯角度(°)					
治疗前	173.82±7.86		176.75±4.30		0.198
治疗后	177.71±6.61	0.126	173.00±10.07	0.067	0.121
差值	3.44±9.08 ^②		-4.11±8.90		0.024
转弯时间(s)					
治疗前	2.57±0.33		2.49±0.39		0.487
治疗后	2.57±0.30	0.969	2.44±0.36	0.495	0.265
差值	0.00±0.34		-0.04±0.23		0.675
转弯峰值角速度(°/s)					
治疗前	2.60±0.33		2.90±0.68		0.101
治疗后	2.72±0.42	0.097	2.79±0.55	0.158	0.648
差值	0.12±0.29 ^②		-0.11±0.31		0.029

注:①与组内治疗前比较 $P<0.05$;②与对照组同时时间点比较 $P<0.05$

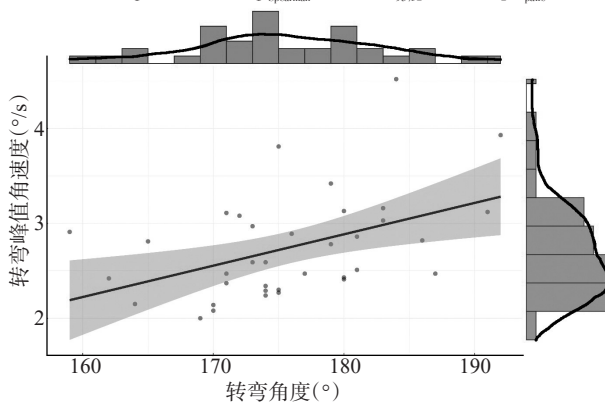
值角速度成正相关($r=0.49, P<0.05, n=36$)。

2.5 MHD患者转弯参数与认知功能的回归模型

以tDCS、治疗后MoCA得分为自变量,治疗后转弯峰值角速度为因变量,转弯峰值角速度= $0.581\times$ MoCA+ $0.402\times$ tDCS,逐步回归分析结果 R^2 值:0.239;
 F 值:5.192; P 值:0.011。

图1 转弯角度与转弯峰值角速度相关性散点图

$$S = 3996.23, p = 2.67e-03, \hat{\rho}_{\text{Spearman}} = 0.49, CI_{95\%}[0.18, 0.71], n_{\text{pairs}} = 36$$



3 讨论

认知功能损害是慢性肾脏病患者常见的累及中枢神经系统的并发症,并且伴随着慢性肾脏病严重程度的增加,认知功能也会逐渐下降^[14],慢性肾脏病患者的认知能力下降的原因是多方面的,例如血管功能障碍、炎症刺激、尿毒症毒素、脑血流量自动调节受损等^[1]。对于MHD患者而言,血液透析本身也可能引起认知功能的下降,其原因可能是急性血流动力学改变而导致血压的波动,使血管内容量下降,进而引起脑血流灌注压下降,造成脑缺血性损害。因此,血液透析患者的认知功能损害现象较未透析的慢性肾脏病患者更常见^[15]。

MHD患者认知功能障碍主要表现在注意力、执行力、记忆功能、定向力、视空间功能、语言能力和感知功能等方面^[16-17]。其中注意力、执行力的下降会降低MHD患者处理信息的能力,导致MHD患者日常生活出现反应迟钝、思考缓慢、警觉力降低等表现^[16]。本研究中两组MHD患者的透析龄、肾病类型、血钙、血磷、肌酐等一般情况基本一致,两组患者治疗前的认知功能评分结果基本相同,因此,两组患

者的认知水平相似。高小玲等^[11]对已存在轻度认知功能障碍的MHD患者行MoCA测试,发现患者的视空间与执行力、注意和计算功能、语言功能、延迟回忆以及抽象力等方面,与认知功能正常的患者相比表现更差。本研究中,治疗组MHD患者在进行tDCS治疗后,其MoCA量表的视空间与执行力、注意力及定向力等维度有明显进步。因此,本研究治疗组的认知功能改善的维度与高小玲等研究的MHD患者认知功能受损维度相似。MoCA量表涵盖了注意力、执行力、定向力、记忆、语言、视结构技能、抽象思维、计算力等八个重要的认知领域,并且测试时间较短,对检测轻度认知功能障碍的敏感性高^[18],更适合在临床上对MHD患者进行早期的轻度认知功能障碍的筛查,对发现认知功能障碍的患者进行及时干预,预防严重并发症的发生^[19]。

认知功能和步态是相互关联的,认知能力受损会减少注意力资源的分配,从而损害姿势和步态的稳定性^[20]。转弯是一种复杂的行走方式,对认知功能的要求比直线行走更高,对于有认知功能障碍的患者在行转弯动作时需要消耗有限的认知资源,并且认知功能中的注意力、执行力与步行关系密切^[21]。因此,对于有认知障碍的MHD患者在行走中需要更多的注意力、执行力来完成转弯过程,并且转弯角度越大,需要花费的注意力与执行力就越多^[22],这加重了MHD患者的运动中的风险,因而转弯行走也进一步增加MHD患者日常生活中跌倒风险。所以MHD患者注意力与执行力下降会影响其步行稳定性,从而增加跌倒风险。

慢性肾脏疾病患者的许多脑区都会出现萎缩现象^[23],尤其在前额叶、额叶和颞叶皮层的影响最为常见,这些区域与认知功能的控制和步态的运动都存在相关性^[24]。额叶功能中的注意力和执行力在步态控制和调节时起着非常重要的作用^[25]。因血液透析患者出现认知功能损害与脑部血流低灌注有关,研究发现,tDCS可以通过提高神经元活动来增加神经元细胞代谢需求,引起血流动力学反应,增加脑血流量^[26]。因此,本研究推测tDCS可以通过提高MHD患者脑血流量,改善认知功能损害。本研究中治疗组MHD患者在接受tDCS的治疗后,其注意力、执行力、定向力均得到了改善,其中定向力包括的空间

感、位置感、方向感,也与注意力、执行力等密切相关,定向力提高也进一步加强了步行的稳定性。

步态分析结果显示,治疗组在接受治疗后的步速较治疗前显著提高,虽与对照组无显著性意义,但治疗组在转弯角度和转弯峰值角速度治疗前后的增量高于对照组。转弯角度和转弯峰值角速度的增大可以反映患者注意力和执行力的提升^[22],增量的提高也进一步说明MHD患者在步行时警觉性加强,从而提高转弯时步行的稳定性,避免发生碰撞或跌倒。转弯峰值角速度的回归分析显示,转弯峰值角速度的增大与tDCS治疗及其MoCA均呈正相关,由于MHD患者的转弯角度与转弯峰值角速度也存在正相关,因此,本研究推测tDCS作用于DLPFC可改善额叶功能中的注意力、执行力和定向力,从而提高MHD患者步行时的警觉性,加强步态调节能力,降低跌倒风险因素。

本研究尚存在一定的局限性,如未使用注意力和执行力等专门评定量表和事件相关电位等电生理检测指标,也缺乏后效应的随访观察,课题组将在后期研究中加以重视和调整。

综上所述,tDCS作用于DLPFC改善了MHD患者的注意力和执行力,步行中转弯角度及转弯峰值角速度的提高与认知功能的改善有关。

参考文献

- [1] Xie Z, Tong S, Chu X, et al. Chronic kidney disease and cognitive impairment: the kidney-brain axis[J]. *Kidney Diseases*, 2022, 8(4): 275—285.
- [2] Drew DA, Weiner DE, Tighiouart H, et al. Cognitive decline and its risk factors in prevalent hemodialysis patients [J]. *American Journal of Kidney Diseases*, 2017, 69(6): 780—787.
- [3] Song YH, Cai GY, Xiao YF, et al. Risk factors for mortality in elderly haemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Nephrology*, 2020, 21(1): 377.
- [4] 刘瑶. 血液透析患者跌倒的研究进展[J]. *中国血液净化*, 2016, 15(5): 309—311.
- [5] Wang HH, Wu JL, Lee YC, et al. Risk of serious falls between hemodialysis and peritoneal dialysis patients: a nationwide population-based cohort study[J]. *Scientific Reports*, 2020, 10(1): 7799.
- [6] van Schooten KS, Taylor ME, Close JCT, et al. Sensorimotor, cognitive, and affective functions contribute to the pre-

- diction of falls in old age and neurologic disorders: An observational study[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2021, 102(5): 874—880.
- [7] Poole VN, Dawe RJ, Lamar M, et al. Dividing attention during the Timed Up and Go enhances associations of several subtask performances with MCI and cognition[J]. PLoS ONE, 2022, 17(8): e0269398.
- [8] Leach JM, Mellone S, Palumbo P, et al. Natural turn measures predict recurrent falls in community-dwelling older adults: a longitudinal cohort study[J]. Scientific Reports, 2018, 8(1): 4316.
- [9] Fileccia E, Di Stasi V, Poda R, et al. Effects on cognition of 20-day anodal transcranial direct current stimulation over the left dorsolateral prefrontal cortex in patients affected by mild cognitive impairment: a case-control study[J]. Neurological Sciences, 2019, 40(9): 1865—1872.
- [10] Cruz Gonzalez P, Fong KNK, Chung RCK, et al. Can transcranial direct-current stimulation alone or combined with cognitive training be used as a clinical intervention to improve cognitive functioning in persons with mild cognitive impairment and dementia? A systematic review and meta-analysis[J]. Frontiers in Human Neuroscience, 2018, 12: 416.
- [11] 高小玲, 石艳, 张明昊, 等. MMSE与MoCA在维持性血液透析患者认知损害诊断中灵敏性的比较分析[J]. 中国血液净化, 2016, 15(9): 451—454.
- [12] Mancini M, Horak FB. Potential of APDM Mobility Lab for the monitoring of the progression of Parkinson's disease [J]. Expert Review of Medical Devices, 2016, 13(5): 455—462.
- [13] Schwesig R, Leuchte S, Fischer D, et al. Inertial sensor based reference gait data for healthy subjects[J]. Gait & Posture, 2011, 33(4): 673—678.
- [14] Dixit A, Dhawan S, Raizada A, et al. Attention and information processing in end stage renal disease and effect of hemodialysis: a bedside study[J]. Renal Failure, 2013, 35(9): 1246—1250.
- [15] Erken E, Altunoren O, Senel ME, et al. Impaired cognition in hemodialysis patients: The Montreal Cognitive Assessment (MoCA) and important clues for testing[J]. Clinical Nephrology, 2019, 91(5): 275—283.
- [16] O'Lone E, Connors M, Masson P, et al. Cognition in people with end-stage kidney disease treated with hemodialysis: A systematic review and meta-analysis[J]. American Journal of Kidney Diseases, 2016, 67(6): 925—935.
- [17] van Zwieten A, Wong G, Ruospo M, et al. Prevalence and patterns of cognitive impairment in adult hemodialysis patients: the COGNITIVE-HD study[J]. Nephrology Dialysis Transplantation, 2018, 33(7): 1197—1206.
- [18] Nasreddine ZS, Phillips NA, Bedirian V, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A Brief Screening Tool For Mild Cognitive Impairment: MOCA: A brief screening tool for MCI[J]. Journal of the American Geriatrics Society, 2005, 53(4): 695—699.
- [19] 甘露, 刘涛, 王淑华, 等. 中文版简明精神状态量表与蒙特利尔认知评估量表临床应用进展[J]. 中国康复医学杂志, 2017, 32(7): 842—845.
- [20] Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research[J]. Gait & Posture, 2002, 16(1): 1—14.
- [21] Zhang W, Low LF, Schwenk M, et al. Review of gait, cognition, and fall risks with implications for fall prevention in older adults with dementia[J]. Dementia and Geriatric Cognitive Disorders, 2019, 48(1—2): 17—29.
- [22] Spildooren J, Vinken C, Van Baelen L, et al. Turning problems and freezing of gait in Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis[J]. Disability and Rehabilitation, 2019, 41(25): 2994—3004.
- [23] Zhang LJ, Wen J, Ni L, et al. Predominant gray matter volume loss in patients with end-stage renal disease: a voxel-based morphometry study[J]. Metabolic Brain Disease, 2013, 28(4): 647—654.
- [24] Blumen HM, Allali G, Beauchet O, et al. A gray matter volume covariance network associated with the motoric cognitive risk syndrome: a multicohort MRI study[J]. The Journals of Gerontology: Series A, 2019, 74(6): 884—889.
- [25] Axer H, Axer M, Sauer H, et al. Falls and gait disorders in geriatric neurology[J]. Clinical Neurology and Neurosurgery, 2010, 112(4): 265—274.
- [26] Iyer PC, Madhavan S. Non-invasive brain stimulation in the modulation of cerebral blood flow after stroke: A systematic review of Transcranial Doppler studies[J]. Clinical Neurophysiology, 2018, 129(12): 2544—2551.