

基于沉浸式虚拟现实认知训练对社区轻度认知障碍患者的干预效果

黄梅珍¹,朱开彦²,何炳蔚³,林榕¹,王晓霞⁴,李红¹

(1.福建医科大学 护理学院,福建 福州 350122;2.浙江大学医学院附属邵逸夫医院 康复科,浙江 杭州 310018;

3.福州大学 机械工程及自动化学院,福建 福州 350108;

4.中国计量大学 光学与电子科技学院,浙江 杭州 310018)

【摘要】目的 探讨沉浸式虚拟现实认知训练对社区轻度认知障碍患者的应用效果,为延缓疾病进展、提高患者的生活质量提供现实依据。**方法** 2021年3—8月,采用招募的方式,选取某社区轻度认知障碍患者97例为研究对象,按随机数字表法将其分为试验组(49例)和对照组(48例)。试验组接受沉浸式虚拟现实认知干预,对照组接受健康教育,两组的干预均持续12周,3次/周,30~45 min/次。于干预前后采用蒙特利尔认知评估量表(Montreal cognitive assessment scale, MoCA)、简明精神状态量表(mini-mental state examination, MMSE)、听觉词语学习测验(auditory verbal learning test, AVLT)、形状连线测验(shape trails test, STT)、老年抑郁量表(geriatric depression scale, GDS)对两组患者进行评估。**结果** 两组各有41例完成研究。干预前,两组患者的MoCA、MMSE、AVLT、STT、GDS等评分差异均无统计学意义(均 $P>0.05$);干预后,试验组MoCA、MMSE、AVLT(延时、再认)等评分均优于对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。**结论** 沉浸式虚拟现实认知训练可有效改善社区轻度认知障碍患者认知功能与情绪状态,具有可行性和适用性。

【关键词】 轻度认知障碍;沉浸式虚拟现实;社区;认知训练

doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2025.08.020

【中图分类号】 R473.59 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2097-1826(2025)08-0085-05

Intervention Effects of Immersive Virtual Reality Cognitive Training for Community-Dwelling Patients with Mild Cognitive Impairment

HUANG Meizhen¹, ZHU Kaiyan², HE Bingwei³, LIN Rong¹, WANG Xiaoxia⁴, LI Hong¹ (1.School of Nursing, Fujian Medical University, Fuzhou 350122, Fujian Province, China; 2.Department of Rehabilitation, Sir Run Run Shaw Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310018, Zhejiang Province, China; 3.School of Mechanical Engineering and Automation, Fuzhou University, Fuzhou 350108, Fujian Province, China; 4.School of Optical and Electronic Technology, China Jiliang University, Hangzhou 310018, Zhejiang Province, China)

Corresponding author: LI Hong, Tel: 0591-22866940

【Abstract】Objective To explore the intervention effects of immersive virtual reality (IVR) cognitive training for community-dwelling patients with mild cognitive impairment (MCI), and to provide practical evidence for delaying disease progression and improving patients' quality of life. **Methods** From March to August 2021, 97 community-dwelling MCI patients were recruited and randomly assigned to either the experimental group ($n=49$) receiving IVR cognitive training or the control group ($n=48$) receiving health education. Both intervention lasted 12 weeks (3 sessions/week, 30-45 minutes/session). Assessment was conducted before and after intervention with Montreal cognitive assessment (MoCA), mini-mental state examination (MMSE), auditory verbal learning test (AVLT), shape trails test (STT), and geriatric depression scale (GDS). **Results** 41 participants completed the study in each group. Before the intervention, there were no statistically significant differences in MoCA, MMSE, AVLT, STT, and GDS scores between the 2 groups (all $P>0.05$). Post-intervention, the experimental group demonstrated significantly better performance in MoCA, MMSE, and AVLT (delayed recall and recognition) scores compared to controls (all $P<0.05$). **Conclusions** IVR cognitive training effectively improves cognitive function and emotional status in community-dwelling MCI patients, demonstrating feasibility and applicability.

【Key words】 mild cognitive impairment; immersive virtual reality; community; cognitive training

[Mil Nurs, 2025, 42(08): 85-89]

轻度认知障碍(mild cognitive impairment, MCI)是介于正常衰老和痴呆之间的中间阶段^[1],社区老年人群中的患病率为10%~20%^[2],一定的认知训练可以维持或改善认知功能^[3]。然而,在社区中针对MCI患者

【收稿日期】 2024-07-04 **【修回日期】** 2025-07-16

【基金项目】 福建省科技计划项目(2020Y9021)

【作者简介】 黄梅珍,硕士,讲师,电话:0591-22866940

【通信作者】 李红,电话:0591-22866940

进行认知训练面临诸多挑战,如缺乏趣味性和沉浸感,难以完全符合老年人的生活习惯和满足文化需求等。沉浸式虚拟现实(immersive virtual reality, IVR)是由计算机生成具有感官刺激(如视觉和声音)体验的三维世界,给受试者提供可重复的标准化环境^[4]。基于此,课题组参考了国内外相关研究^[5-6],并结合国内老年人的生活习惯,设计了本土化的虚拟超市场景,前期在养老院环境中对认知障碍老人开展了探索性行动研究^[7],结果显示虚拟超市干预在改善 MCI 患者认知功能方面效果良好,且患者依从性较高。为进一步验证其有效性和可行性,本研究基于课题组前期研究^[7],优化了训练强度和频率,并将其应用于社区 MCI 患者,现报告如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象 2021年3—8月在福州市某社区卫生服务中心招募研究对象。纳入标准:(1)年龄 ≥ 60 岁;(2)主诉过去1年内存在认知减退;(3)存在1个或多个认知功能领域损害的客观证据,但不符合2018版中国痴呆与认知障碍诊治指南的痴呆诊断标准;(4)听力和视力水平正常;(5)自愿参与研究并签署知情同意书。排除标准:(1)有功能性或器质性精神障碍者;(2)有语言沟通障碍。本研究已通过医院伦理委员会批准(K2021-02-004),并在中国临床试验注册中心注册(ChiCTR2100043753)。所有受试者均签署知情同意书。样本量计算:以蒙特利尔认知评估量表(Montreal cognitive assessment scale, MoCA)评分为主要结局指标,根据 Park 等^[6]研究,效应量为0.38,检验效能设置为0.80,采用 G*Power 3.1 软件计算出总样本量为58例。考虑20%的失访率,最终确定总样本量为74例(每组37例)。随机分组、分配隐藏及盲法:采用随机数字表法进行分组,由不直接参与研究的人员通过 Research Randomizer 网站生成随机数字,装入密封、不透光的信封中(偶数分入试验组,奇数分入对照组)。每入组一位患者,按顺序拆开信封并告知组别。由于干预性质特殊,未对干预者和研究对象实施盲法,但对资料调查员及统计分析人员设盲。本研究实际纳入 MCI 患者 97 例,试验组 49 例、对照组 48 例。

1.2 方法

1.2.1 对照组 该组患者进行个性化的健康教育。内容包括:认知障碍的病因及预防知识;结合患者慢性病特点(如高血压、糖尿病、脑梗死等)的健康管理建议;提前录制的健康宣教视频,增强患者自我护理意识。干预3次/周,30~45 min/次,持续12周。

1.2.2 试验组 该组接受基于沉浸式虚拟现实技术的认知训练。

1.2.2.1 干预方案的构建 本研究基于神经可塑性理论,通过重复性、标准化的认知刺激,促进大脑神经网络的重建和功能恢复。干预方案基于课题组前期研究^[7],优化后应用于社区 MCI 患者,但对严重视力障碍、晕动症或无法耐受虚拟环境的患者不适用。干预过程中,若患者出现明显不适,将立即中止训练,并采取安全保障措施。本研究采用研究团队自主研发的 IVR 系统,外显设备包括 VR 电脑主机、HTC VIVE 头戴设备及操作手柄。干预频率为3次/周,30~45 min/次,持续12周。第1周为适应阶段,操作内容包括:观赏虚拟海底世界,熟悉虚拟环境;学习使用操作手柄,如移动、拿取物品、查看指示标志等。第2~12周为训练阶段,操作内容包括:记忆购物清单、任意选择一个转移注意力的游戏(如排序游戏、连连看、站立射击等),进入虚拟超市选中清单商品、对已购买的商品进行结算、购买正确则通关成功或错误则通关失败时的反馈。本系统分为 MCI 模块(物品数量均为1)和 MCI 高级模块(商品数量不等,难度增大)。

1.2.2.2 干预团队的组建及分工 干预团队由7名成员构成,包括从事认知障碍教授1位,负责项目统筹、组织协调和质量控制;护理研究生5位,负责实施干预、数据收集及分析;技术支持人员1名,负责设备的调试和维护。

1.2.2.3 干预方案的实施 适应阶段为学习操作技能,每次学习前先由研究者讲解一遍,待受试者戴上头盔后进行引导,能自行操作后进入下一阶段。训练阶段每次训练前总结前次训练情况,逐步提升难度;每次训练后记录患者的完成情况和反馈,以确保干预方案的准确实施。虚拟超市认知训练示意图见图1。

1.2.3 评价指标

1.2.3.1 一般资料 包括年龄、性别、痴呆家族史等。

1.2.3.2 主要结局指标 本研究以整体认知功能为主要结局指标,采用周华东等^[8]修订的长沙 MoCA 量表进行测量。该量表共含8个认知领域,包括执行能力(3分)、注意(5分)、记忆(6分)、视空间(4分)、计算(5分)、语言(5分)、定向(2分)等,最高30分。得分越低,认知功能损害程度越严重。该量表的 Cronbach's α 系数为0.846,效度为0.879^[8]。

1.2.3.3 次要结局指标 (1)整体认知功能。本研究采用王征宇等^[9]修订的简明精神状态量表(mini-mental state examination, MMSE)进行测量。该量表包括定向力、记忆力、注意力与计算力、回忆能力、语言能力5个维度,共30个条目,满分30分。得分越低,认知功能损害程度越严重。该量表的 Cronbach's α 系数为0.85,在中国人群中的敏感度为88%,特异度为82%^[9]。(2)记忆力。本研究采用郭起浩等^[10]标准化的中文版听觉词

语学习测验(auditory verbal learning test, AVLT)进行测量。本研究分析3个指标:即刻记忆(N1、N2、N3, 满分36分)、长延迟回忆(N5, 满分12分)和再认(满分24分)。得分越高,记忆力越好。该量表的Cronbach's α 系数为0.82^[10]。(3)执行功能。本研究采用郭起浩等^[10]标准化的形状连线测验(shape trails test, STT)版本进行测量。该测验分为A、B

两部分,以完成时间(秒)评分,时间越短表示执行功能越好。该量表的Cronbach's α 系数为0.81^[10]。(4)情绪状态。本研究采用陈昌惠等^[11]修订的老年抑郁量表(geriatric depression scale, GDS)进行测量。该量表共30个条目,“是”计1分,“否”不得分,满分30分。得分越高,抑郁程度越高。该量表的Cronbach's α 系数为0.88^[11]。



图1 受试者正在进行虚拟超市认知训练

1.2.4 资料收集方法和质量控制 为确保数据准确性和完整性,由经过培训的不参与干预的研究人员在干预前、干预3个月后再在社区资料收集室收集数据,研究对象独立填写问卷后,资料收集人员及时核查数据。干预由经过培训的研究人员实施,确保干预方案的标准化和一致性。为保证干预方案的安全性和有效性,研究团队进行严格评估风险、实施过程监控、定期效果评估,确保干预方案的有效性。参与本研究的所有干预和资料收集人员均为研究生学历,均受过老年护理研究相关课程的培训。

1.2.5 统计学处理 使用SPSS 26.0统计软件进行数据分析,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 描述,两组间比较采用独立样本 t 检验,组内前后比较采用配对样本 t 检验。非正态分布的计量资料采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间、组内采用Wilcoxon秩和检验进行比较。计数资料采用频数和百分比描述,采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者的一般资料比较 对照组患者62~84岁,平均(71.12 \pm 5.28)岁;男16例(39.00%)、女25例

(61.00%);有痴呆家族史7例(17.10%)、无痴呆家族史34例(82.90%)。试验组患者60~80岁,平均(69.54 \pm 5.17)岁;男12例(29.30%)、女29例(70.70%);有痴呆家族史11例(26.80%)、无痴呆家族史30例(73.20%),两组患者在上述项目上的差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

2.2 两组患者主要结局指标的比较 干预前,试验组和对照组患者的MoCA评分分别为(19.32 \pm 3.34)分和(19.98 \pm 2.50)分,差异无统计学意义($t = -1.012, P > 0.05$);干预后,两组患者的MoCA评分分别为(24.32 \pm 3.27)分和(23.02 \pm 2.30)分,与干预前相比,差异均有统计学意义($t_{\text{试验组}} = -10.733, P_{\text{试验组}} < 0.001; t_{\text{对照组}} = -9.586, P_{\text{对照组}} < 0.001$);且试验组优于对照组,差异有统计学意义($t = 2.070, P = 0.042$)。

2.3 两组患者次要结局指标的比较 干预前,两组患者MMSE、AVLT(即刻、延时、再认)、STT(A、B)、GDS等评分差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$);干预后,试验组患者MMSE、AVLT(延时、再认)等评分均优于对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$,表1)。

表1 两组患者次要结局指标的比较

项 目	干预前				干预后			
	试验组(n=49)	对照组(n=48)	Z 或 t 或 χ^2	P	试验组(n=49)	对照组(n=48)	Z 或 t 或 χ^2	P
MMSE[分, $M(P_{25}, P_{75})$]	26.00 (25.00, 27.00)	26.00 (25.00, 27.00)	-0.748	0.454	27.00 (27.00, 28.00) ^a	25.00 (25.00, 27.00)	-1.716	<0.001
AVLT								
即刻(分, $\bar{x} \pm s$)	13.88 ± 5.13	14.24 ± 4.78	-0.334	0.739	18.39 ± 5.38 ^a	16.41 ± 4.95 ^b	1.731	0.087
延时[分, $M(P_{25}, P_{75})$]	3.00 (2.00, 4.00)	3.00 (1.50, 4.00)	-0.381	0.703	4.00 (3.50, 5.50) ^a	4.00 (3.00, 5.00) ^b	2.619	0.011
再认[分, $M(P_{25}, P_{75})$]	21.00 (19.00, 23.00)	22.00 (20.50, 23.00)	-1.356	0.175	23.00 (22.00, 24.00) ^a	22.00 (20.00, 23.00) ^b	-2.238	0.025
STT[分, $M(P_{25}, P_{75})$]								
A	80.00 (66.50, 95.00)	79.00 (64.50, 93.00)	-0.325	0.745	58.00 (49.50, 69.50) ^a	65.00 (54.50, 75.00) ^b	-1.378	0.168
B	194.00 (158.00, 231.00)	187.00 (154.00, 242.00)	-0.575	0.565	136.00 (115.00, 152.50) ^a	137.00 (112.50, 164.50) ^b	-0.135	0.752
GDS[分, $M(P_{25}, P_{75})$]	6.00 (4.00, 8.50)	5.00 (3.00, 6.00)	-0.377	0.706	3.00 (1.00, 4.50) ^a	3.00 (1.00, 4.00) ^b	-0.094	0.925

a: $P < 0.05$, 与干预前试验组比较; b: $P < 0.05$, 与干预前对照组比较

3 讨论

3.1 IVR 认知干预可改善 MCI 患者的认知功能

本研究显示, IVR 认知干预能改善 MCI 患者的认知功能, 与国内外多项研究^[12-13]结果一致。进一步分析, 其可能原因在于 IVR 技术通过虚拟超市等场景模拟真实生活任务, 要求患者在规定时间内完成记忆清单和数字排列等操作, 这种时间压力任务能有效提高患者的注意力, 而注意力是认知功能改善的重要基础^[12]。此外, 虚拟环境通过多感官反馈(如视觉、听觉)刺激大脑, 促进记忆的巩固和保持^[13]。与传统的纸笔训练相比, IVR 技术更具沉浸感和趣味性, 能更好地激发患者的参与积极性, 从而提高训练效果。与同类研究相比, 本研究除了改善患者的记忆力和注意力, 整体认知功能(如执行功能、心理状态)也得到了提升, 这可能与本研究采用的虚拟超市场景更贴近国内老年人的生活习惯有关, 进一步验证了本土化干预方案的重要性。

3.2 IVR 认知干预可强化 MCI 患者执行功能和注意力

本研究中, 干预前后两组的 STT-A 和 STT-B 测试中的表现差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$), 说明 IVR 认知干预和健康教育均能够有效改善 MCI 患者的执行功能。IVR 干预可促进神经网络的重建。虚拟超市中的购物活动要求患者快速反应和决策, 这种高强度的认知训练能够有效激活大脑额叶皮层, 进而改善执行功能^[14-15]。本研究不仅关注认知功能的改善, 还通过心理状态评估验证了 IVR 干预对患者情绪的正向影响, 进一步验证了 IVR 干预的可行性和有效性。

3.3 IVR 认知干预可改善 MCI 患者心理状态

干预后两组的情绪状态均明显改善, 与干预前相比, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$), 表明 IVR 认知干

预和健康教育均对 MCI 患者的心理状态均有积极影响。虚拟环境的丰富性和稳定性能够缓解患者的焦虑和抑郁情绪^[16]。分析其原因可能是虚拟超市场景不仅提供了认知训练的环境, 还通过模拟日常生活任务增强了患者的自我效能感, 从而改善了心理状态。与传统的纸笔活动相比, IVR 干预在改善心理状态方面更具优势^[17-18], 但在本研究中优势不明显, 可能是干预时间较短的原因。而且本研究中, 绝大部分患者对干预活动表示满意, 并愿意推荐给他人, 进一步验证了 IVR 技术在改善心理状态方面的潜力。

4 小结

IVR 认知干预能够有效改善 MCI 患者的整体认知功能、执行功能和心理状态。本研究为社区 MCI 患者提供了一种科学、有效的非药物干预方案, 对护理实践具有重要的理论和实践价值。护理人员可以利用 IVR 技术为患者提供个性化的康复训练, 从而延缓疾病进展, 提高患者的生活质量。然而, 本研究仍存在一定局限性, 研究对象均来自同一社区, 样本量较小, 未来可开展多中心、大样本的临床试验, 进一步验证 IVR 干预的长期效果。此外, 未来研究可结合脑电图等设备, 深入探讨 IVR 干预对大脑功能的改善机制。

【参考文献】

[1] PETERSEN R C, AISEN P S, BECKETT L A, et al. Alzheimer's disease neuroimaging initiative (ADNI): clinical characterization [J]. *Neurology*, 2010, 74(3): 201-209.

[2] PETERSEN R C, LOPEZ O, ARMSTRONG M J, et al. Practice guideline update summary: mild cognitive impairment: report of the guideline development, dissemination, and implementation subcommittee of the American Academy of Neurology [J]. *Neurology*, 2018, 90(3): 126-135.

[3] 王韵娴, 林榕, 李红. 轻度认知功能障碍患者自我管理研究进展

- [J].军事护理,2023,40(1):74-76,111.
- [4] MAGGIO M G, NARO A, LA ROSA G, et al. Virtual reality based cognitive rehabilitation in minimally conscious state: a case report with EEG findings and systematic literature review [J/OL]. [2025-04-23]. <https://www.mdpi.com/2076-3425/10/7/414>. DOI: 10.3390/brainsci10070414.
- [5] THAPA N, PARK H J, YANG J G, et al. The effect of a virtual reality-based intervention program on cognition in older adults with mild cognitive impairment: a randomized control trial [J/OL]. [2025-04-23]. <https://www.mdpi.com/2077-0383/9/5/1283>. DOI: 10.3390/jcm9051283.
- [6] PARK J S, JUNG Y J, LEE G. Virtual reality-based cognitive-motor rehabilitation in older adults with mild cognitive impairment: a randomized controlled study on motivation and cognitive function [J/OL]. [2025-04-23]. <https://www.mdpi.com/2227-9032/8/3/335>. DOI: 10.3390/healthcare8030335.
- [7] 朱开彦. 沉浸式虚拟老年认知管理系统的开发及可行性研究[D]. 福州: 福建医科大学, 2021.
- [8] 周华东, 王延江, 张猛, 等. 蒙特利尔认知评估量表长沙版的编制及信效度研究[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2010, 36(7): 423-427.
- [9] 王征宇, 张明园, 瞿光亚, 等. 中文版简易智能状态检查(MMSE)的应用[J]. 上海精神医学, 1989, 7(3): 108-111.
- [10] 郭起浩, 洪震. 神经心理评估[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2013: 120-125.
- [11] 陈昌惠, 汪向东, 王希林, 等. 老年抑郁量表的试用[J]. 中国心理卫生杂志, 1993, 7(5): 216-217.
- [12] WENG W, LIANG J, XUE J, et al. The transfer effects of cognitive training on working memory among Chinese older adults with mild cognitive impairment: a randomized controlled trial [J/OL]. [2025-04-23]. <https://www.frontiersin.org/journals/aging-neuroscience/articles/10.3389/fnagi.2019.00212/full>. DOI: 10.3389/fnagi.2019.00212.
- [13] ZAJAC-LAMPARSKA L, WILKOSC-DEBCZYNSKA M, WOJCIECHOWSKI A, et al. Effects of virtual reality-based cognitive training in older adults living without and with mild dementia: a pretest-posttest design pilot study [J/OL]. [2025-04-23]. <https://link.springer.com/article/10.1186/s13104-019-4810-2>. DOI: 10.1186/s13104-019-4810-2.
- [14] RIAZ W, KHAN Z Y, JAWAID A, et al. Virtual reality (VR)-based environmental enrichment in older adults with mild cognitive impairment (MCI) and mild dementia [J/OL]. [2025-04-23]. <https://www.mdpi.com/2076-3425/11/8/1103>. DOI: 10.3390/brainsci11081103.
- [15] BRIMELOW R E, DAWE B, DISSANAYAKA N. Preliminary research: virtual reality in residential aged care to reduce apathy and improve mood [J]. Cyberpsychol Behav Soc Netw, 2020, 23(3): 165-170.
- [16] CHAN J Y C, CHAN T K, WONG M P F, et al. Effects of virtual reality on moods in community older adults: a multicenter randomized controlled trial [J]. Int J Geriatr Psychiatry, 2020, 35(8): 926-933.
- [17] 田思颖, 李苏爱, 刘梦娆, 等. 轻度认知障碍患者参与虚拟现实技术认知干预体验的质性研究[J]. 中华护理杂志, 2024, 59(5): 569-575.
- [18] 郭军, 麻琦, 龚怡琳, 等. 认知刺激干预失智症患者有效性的系统评价再评价[J]. 军事护理, 2024, 41(10): 101-105.

(本文编辑: 王园园)

(上接第 84 页)

【参考文献】

- [1] 黄霞, 石钰, 蒲诗, 等. 慢性肾脏病管理专科护士核心力量表的编制及信效度检验[J]. 军事护理, 2024, 41(8): 43-46, 116.
- [2] 北京围手术期医学研究会肾脏病与血液净化分会专家共识工作组, 张东亮, 杨涛, 等. 新建自体动静脉内瘘围手术期管理专家共识[J]. 中国血液净化, 2023, 22(12): 881-890.
- [3] 薛志强, 谭嘉臻, 孔媛媛, 等. 上肢移植动静脉内瘘术后初级通畅时间及短期通畅率的影响因素分析[J]. 临床肾脏病杂志, 2023, 23(8): 621-627.
- [4] 鲍宏达. CKD 患者钙磷代谢与血管钙化的关系研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2013.
- [5] BEZHAeva T, DE VRIES M R, GEELHOED W J, et al. Relaxin receptor deficiency promotes vascular inflammation and impairs outward remodeling in arteriovenous fistulas [J/OL]. [2024-04-20]. <https://faseb.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1096/fj.201800437R>. DOI: 10.1096/fj.201800437R.
- [6] 杨超, 张路霞, 赵明辉. 《中国慢性肾脏病早期评价与管理指南》解读[J]. 中国实用内科杂志, 2023, 43(10): 839-841, 876.
- [7] 高永祥, 张晋. Logistic 回归分析的样本量确定[J]. 循证医学, 2018, 18(2): 122-124.
- [8] 王玉柱, 叶朝阳, 金其庄. 中国血液透析用血管通路专家共识(第 1 版)[J]. 中国血液净化, 2014, 13(8): 549-558.
- [9] 朱莉莉, 丁红, 范培丽, 等. 维持性血透患者前臂自体动静脉内瘘(AVF)血流量参数超声测量的方法及参考值范围[J]. 复旦学报: 医学版, 2014, 41(6): 755-759.
- [10] 中国医药教育协会肾病与血液净化专业委员会血液透析低血压防治专家组, 李文歌, 林洪丽, 等. 血液透析中低血压防治专家共识(2022)[J]. 中华内科杂志, 2022, 61(3): 269-281.
- [11] TAN R Y, TANG T Y, TAN C S. Paclitaxel-coated balloon angioplasty for dysfunctional arteriovenous fistulas [J]. Am J Kidney Dis, 2022, 79(1): 129-130.
- [12] 张倩, 卢文文, 谭晋韵, 等. 冠脉钙化与血液透析患者动静脉内瘘经皮腔内血管成形术后再狭窄危险的评估[J]. 肾脏病与透析肾移植杂志, 2023, 32(1): 8-14.
- [13] 卢文文, 黄碧红, 袁立, 等. 自体动静脉内瘘初次通畅时间生存分析和影响因素的前瞻性研究[J]. 复旦学报: 医学版, 2023, 50(2): 249-254.
- [14] 牛洪艳, 刘金凤, 祝喜鹰, 等. 预防动静脉内瘘失功的循证护理实践[J]. 中国护理管理, 2022, 22(8): 1210-1215.
- [15] 翁雪莹, 吴慧敏, 陈宇珊, 等. 基于随机生存森林的动静脉内瘘晚期失功预后因素研究[J]. 中国实用内科杂志, 2024, 44(3): 235-242.
- [16] 张琦悦, 张伟丽. 血管老化在动脉粥样硬化中的研究进展[J]. 基础医学与临床, 2022, 42(3): 372-377.
- [17] 袁静, 李恒, 应金萍, 等. 102 例血液透析患者动静脉内瘘血栓形成的原因及护理[J]. 中华护理杂志, 2020, 55(4): 607-610.
- [18] 黄淑英, 周菊芳. 彩色多普勒超声评估血液透析患者自体动静脉内瘘血流量及狭窄的价值[J]. 医学信息, 2023, 36(20): 173-176.
- [19] 孔曼丽, 李若和, 王素红, 等. 维持性血液透析患者动静脉内瘘急性血栓形成危险因素及列线图的应用价值[J]. 中国中西医结合肾病杂志, 2022, 23(5): 432-435.

(本文编辑: 王园园)