

自助式认知评估测验对老年轻度认知功能障碍诊断效能的初步研究

胡瑞康^{1,2}, 郭虹², 郭晓杰², 胡茜^{1,2}, 贾娜·木海^{1,2}, 张宸赫^{1,2}, 王梦雨², 董彦彬², 范宏振³, 谭淑平³, 姜荣环²

¹解放军医学院, 北京 100853; ²解放军总医院第一医学中心医学心理科, 北京 100853; ³北京回龙观医院精神医学研究中心, 北京 100096

摘要:背景 中国老龄化问题严峻, 轻度认知功能障碍(mild cognitive impairment, MCI)患者向痴呆转化的风险高, 现有的MCI筛查方法成本高、依赖专业人员, 难以满足大规模筛查需求。目的 分析自助式认知评估测验(self-help cognitive assessment test, SCAT)对老年MCI的筛查效能, 为其应用于大规模早期筛查提供工具支持。方法 纳入2024年3—10月北京市某三甲医院及社区年龄60~80岁的认知正常和MCI老年人, 由神经科医师依据临床标准确诊, 评估SCAT和蒙特利尔认知量表北京版(the Montreal Cognitive Assessment Beijing Version, MoCA-BJ), 应用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)分析SCAT的诊断效能, 并与MoCA-BJ进行相关性比较。结果 共纳入205例认知功能正常老年人和65例MCI老年人, 与MCI组相比, 认知正常组高学历者比例高, 初中学历者比例低($\chi^2=29.224$, $P<0.001$), 其他一般资料均无统计学差异($P>0.05$)。MCI组SCAT总分低于认知正常组(37.89 ± 7.81 vs 50.01 ± 10.00 , $P<0.001$, Cohen's $d=1.27$), 差异有统计学意义。SCAT区分认知功能正常与MCI老年人的最佳截断值为43分, 此时ROC曲线下面积为0.833 (95% CI: 0.776~0.891), 其诊断MCI的敏感度为0.780, 特异度为0.757。SCAT总分与MoCA-BJ ($r=0.482$, $P<0.001$)呈中等相关。结论 SCAT筛查老年MCI具有较好的诊断效能, 且支持自助操作、可在移动端应用, 更加便捷实用。

关键词:自助式认知评估测验; 轻度认知功能障碍; 老年人; 量表评价

中图分类号: R741.02

文献标志码: A

文章编号: 2095-5227(2025)06-0546-08

DOI: 10.12435/j.issn.2095-5227.25011403

引用本文: 胡瑞康, 郭虹, 郭晓杰, 等. 自助式认知评估测验对老年轻度认知功能障碍诊断效能的初步研究 [J]. 解放军医学院学报, 2025, 46 (6): 546-553.

A preliminary study on diagnostic performance of self-help cognitive assessment test for mild cognitive impairment in the elderly

HU Ruikang^{1,2}, GUO Hong², GUO Xiaojie², HU Qian^{1,2}, MUHAI Jia'na^{1,2}, ZHANG Chenhe^{1,2}, WANG Mengyu², DONG Yanbin², FAN Hongzhen³, TAN Shuping³, JIANG Ronghuan²

¹Chinese PLA Medical School, Beijing 100853, China; ²Department of Psychological Medicine, the First Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100853, China; ³Psychiatry Research Center, Beijing Huilongguan Hospital, Beijing 100096, China
Corresponding author: JIANG Ronghuan. Email: jiangrh55@126.com

Abstract: Background The aging population in China faces a critical challenge due to the high risk of progression from mild cognitive impairment (MCI) to dementia. Existing MCI screening methods are limited by high costs or reliance on specialized professionals, hindering large-scale implementation. **Objective** To investigate the diagnostic efficacy of the self-help cognitive assessment test (SCAT) for MCI screening in older adults and provide a practical tool for early identification in large-scale settings. **Methods** The study recruited cognitively normal and MCI elderly individuals aged 60-80 years from a tertiary hospital and communities in Beijing from March to October in 2024. All participants were clinically diagnosed by neurologists using standardized criteria. SCAT, the Montreal Cognitive Assessment Beijing version (MoCA-BJ) were administered. Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis was performed to evaluate SCAT's diagnostic performance (sensitivity, specificity). Correlations between SCAT and MoCA-BJ were assessed. **Results** A total of 205 cognitively normal elderly individuals and 65 elderly individuals with MCI were included in this study. Compared with the MCI group, the cognitively normal group had a higher proportion of individuals with high-level education and a lower proportion of those with junior high school education ($\chi^2 = 29.224$, $P < 0.001$). There were no significant differences in other general data between the two groups ($P > 0.05$). The SCAT total score in the MCI group was (37.89 ± 7.81), which was significantly lower than that in the cognitively normal group (50.01 ± 10.00) ($P < 0.001$, Cohen's $d = 1.269$). The optimal cutoff score of SCAT for screening MCI from the elderly individuals with normal cognitive function

收稿日期: 2025-01-14

基金项目: 省部级课题(2022YB12)

第一作者: 胡瑞康, 在读硕士。Email: hrk18839225610@163.com

通信作者: 姜荣环, 博士, 主任医师, 教授。Email: jiangrh55@126.com

was 43 points. At this cutoff, the area under the ROC curve (AUC) was 0.833 (95% CI: 0.776 - 0.891), with a sensitivity of 0.780 and specificity of 0.757 for diagnosing MCI. SCAT total scores showed moderate correlations with MoCA-BJ ($r=0.482, P<0.001$). **Conclusion** SCAT demonstrates acceptable diagnostic efficacy in MCI screening for MCI among older adults, with additional advantages of self-administration and mobile application convenience, making it suitable for large-scale screening initiatives.

Keywords: self-help cognitive assessment test; mild cognitive impairment; the elderly; scale evaluation

Cited as: Hu RK, Guo H, Guo XJ, et al. A preliminary study on diagnostic performance of self-help cognitive assessment test for mild cognitive impairment in the elderly[J]. Acad J Chin PLA Med Sch, 2025, 46(6): 546-553.

全球疾病负担研究显示, 1990—2021年神经系统疾病对全球健康的威胁格局发生显著改变, 其中阿尔茨海默病及其他痴呆症已成为导致伤残调整寿命年(disability-adjusted life years, DALYs)损失的第4位病因, 在60岁及以上的老年人群中更是位列第2大危险因素^[1]。中国是全球老年人口基数最大、老龄化速度最快的国家(2023年60岁以上人口占比达21.1%^[2])。轻度认知功能障碍(mild cognitive impairment, MCI)作为介于正常衰老与痴呆之间的过渡阶段^[3-4], 其特征表现为记忆功能减退, 常伴随其他认知域(如执行功能、视空间能力)的进行性损伤^[5]。流行病学研究表明, MCI患者的年转化风险为15%~20%, 相比认知正常群体(年发病率1%~2%)显著升高^[6], 这使得该阶段成为延缓疾病进展的关键干预窗口, 早期识别可使痴呆发病风险降低38%^[7]。然而, 现有的筛查方法有明显的局限性, PET/MR诊断效能较高的同时经济成本也较高^[8]。传统他评量表如蒙特利尔认知评估量表和简明心理状态评估量表虽然被广泛使用, 但施测过程依赖于专业人员且耗时较长, 其评估维度主要涵盖记忆、定向等5个维度, 难以全面反映MCI的异质性特征。本研究在前期成人版自助式认知评估测验系统^[9]的基础上迭代开发, 开发了基于移动终端的、适用于老年人的自助式MCI筛查工具, 并进行临床应用, 旨在评估该测验系统对老年人轻度认知功能障碍的识别效能, 为MCI的早期、大规模筛查预警提供有效的工具。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取2024年3—10月在北京市某三甲医院门诊和住院部以及社区招募的MCI患者和认知功能正常老年人。其中认知正常老年人的纳入标准:(1)被试母语为中文, 年龄60~80岁, 意识清楚, 有正常的精细和粗大运动能力;(2)能理解测验的指导语并完成测试;(3)自愿参加本研究并签署知情同意书。排除标准:(1)患有神经心理障碍或精神类疾病;(2)有脑卒中、颅脑损伤、脑肿瘤,

或有由脑外伤或其他原因引起的超过20 min的意识丧失史, 或其他严重神经系统疾病史;(3)目前或过去1年内有物质滥用或依赖史;(4)正接受可能影响认知的药物治疗(如抗癫痫药、抗精神病药、苯二氮卓类药物、精神兴奋剂、阿片类、三环类抗抑郁药);(5)有难以矫正会影响测试的视听障碍;(6)目前或过去的两个月内接受化疗或放疗;(7)有其他影响脑功能(如心衰、呼衰)的全身性疾病史;(8)过去的6个月内接受过任何智力或其他认知功能测试, 或受过心理专业水平训练, 或熟悉认知测验和智力量表施测;(9)其他可能影响认知的情况。

轻度认知功能障碍老年人: 由临床医师根据《阿尔茨海默病源性轻度认知障碍诊疗中国专家共识2021》^[5]做出诊断。纳入标准:(1)年龄 ≥ 60 岁, 来自患者或家属的认知损害主诉;(2)由患者或家属证实其认知功能在过去1年内相比以前有所下降;(3)经临床评估证实有认知损害(记忆或其他认知领域);(4)可有复杂日常生活活动能力损伤, 但日常生活没有受较大影响;(5)没有痴呆(未达到美国精神障碍诊断和统计手册第5版^[10]的痴呆诊断标准)。排除标准:(1)明确有痴呆或中重度认知功能障碍;(2)不能配合完成测试。

本研究获得全体研究对象的知情同意及解放军总医院第一医学中心医学伦理审查委员会批准(编号: S2023-452-02)。

1.2 调查工具

(1)一般资料问卷: 采用纸质版问卷形式, 内容包括姓名、性别、年龄、受教育程度、婚姻状况、居住情况、吸烟饮酒史、疾病史等。

(2)自助式认知评估测验(self-help cognitive assessment test, SCAT): SCAT为项目组研发的基于移动终端的认知评估测验系统, 由词语配对即时记忆、视觉记忆、符号编码(symbol digit modality test, SDMT)、反向数字广度(digit span test, DST)、正向空间广度(spatial span test, SST)、词语配对延迟记忆、故事延迟再认7个子测验系统组成。评估了言语记忆(即时记忆、延迟记忆、逻

辑记忆)和非言语记忆(视觉记忆、加工速度、言语工作记忆,空间工作记忆)两大认知维度。被试患者可通过手机/平板微信扫描二维码独立或在家属辅助下完成评估,全部用时约30 min。

(3)蒙特利尔认知评估量表北京版(the Montreal Cognitive Assessment Beijing Version, MoCA-BJ): MoCA-BJ为王炜、解恒革等最初翻译引进,对被试患者的空间功能和执行能力、命名、注意、语言、抽象、记忆、定向力7个认知域进行评估。此量表由12道题组成,包含画钟试验、复制立方体、交替连线等测试。敏感度和特异度较好。MoCA量表总分30分,一般 ≥ 26 分正常,在18~26分为MCI,如果接受评定者受教育年限 ≤ 12 年,结果可加1分,但总分不可超过30分^[11]。

1.3 调查方法

本研究是一项横断面研究,具体实施流程:被试患者签署知情同意后,由神经科医师根据《阿尔茨海默病源性轻度认知障碍诊疗中国专家共识2021》完成MCI的临床诊断,研究人员完成一般资料问卷、MoCA-BJ的评估,最后被试者通过手机或平板电脑微信扫描二维码独立或在家属的协助下完成SCAT的评估。2~4周后进行SCAT的重测,比较认知正常组与MCI组的一般资料得分,分析SCAT筛查MCI的能力。

1.4 统计学方法

采用SPSS 26.0进行统计学分析。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,比较采用 t 检验(或校正 t 检验)。计数资料以例数(百分比)表示,组间比较采用 χ^2 检验。以受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)评估对应测验评估值的曲线下面积(area under the curve, AUC)和置信区间,划定各测验评估值筛查MCI的截断值。并以临床医师对MCI的诊断为金标准,采用MedCalc 15.2.2软件,分析MoCA-BJ评分、SCAT系统及子测验组合系统(联合应用)筛查MCI的实际敏感度、特异度、Kappa系数和Youden指数等,并采用配对样本 t 检验比较SCAT前后两次施测结果的差异。此外通过计算两次测试得分的相关性和组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)来评估SCAT的重测信度。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料比较

共纳入205例认知正常老年人和65例MCI老

年人,除受教育程度外,MCI组与认知正常组的一般资料无统计学差异($P > 0.05$,表1);与MCI组相比,认知正常组本科及以上学历、大专、中专或高中学历的比例较高,初中学历的比例较低($P < 0.001$,表1)。

表1 MCI组与认知正常组的一般资料比较

Tab. 1 Comparison of general information between the elderly MCI group and the control group

指标	MCI组(n=65)	正常组(n=205)	t/χ^2 值	P 值
年龄/(岁, $\bar{x}\pm s$)	69.11 \pm 5.80	69.00 \pm 6.31	0.128	0.901
性别/(例,%)			0.065	0.799
男	28(43.08)	92(44.88)		
女	37(56.92)	113(55.12)		
受教育程度/(例,%)			29.224	<0.001
初中	26(40.00)	22(10.73)		
高中	14(21.54)	63(30.73)		
大专	8(12.31)	46(22.44)		
本科及以上学历	17(26.15)	74(36.10)		
民族/(例,%)			0.064	0.915
汉族	62(95.39)	197(96.10)		
少数民族	3(4.62)	8(3.90)		
婚姻/(例,%)			0.122	0.727
已婚	56(86.15)	180(87.81)		
其他	9(13.85)	25(12.20)		
居住方式/(例,%)			1.459	0.227
与家人同住	54(83.08)	182(88.78)		
独居	11(16.92)	23(11.22)		
糖尿病/(例,%)			0.004	0.950
有	16(24.62)	51(25.00)		
无	49(75.39)	153(75.00)		
心血管疾病/(例,%)			0.212	0.645
有	37(56.92)	110(53.66)		
无	28(43.08)	95(46.34)		
代谢类疾病/(例,%)			0.292	0.589
有	6(9.38)	24(11.82)		
无	58(90.63)	179(88.18)		
吸烟史/(例,%)			0.395	0.530
有	9(13.85)	35(17.16)		
无	56(86.15)	169(82.84)		
饮酒史/(例,%)			0.999	0.318
有	12(18.75)	28(13.66)		
无	52(81.25)	177(86.34)		

MCI:轻度认知功能障碍。

2.2 两组SCAT和MoCA-BJ得分比较

MCI组和认知正常组的SCAT及所有子测验的得分均有统计学差异($P < 0.001$),且所有子测验的Cohen's d 值均超过0.5,其中SCAT系统总分及3个子测验系统(词语配对即时记忆、视觉记忆、符号

编码)的Cohen's d 值均 >0.9 ,提示SCAT总系统和该3个子测验系统得分具有较大的差异程度,能够较好地反映两组之间的差异。MCI组和认知正常组的MoCA-BJ评分分别为(21.29 \pm 2.57)和(26.33 \pm 1.84),差异有统计学意义($P<0.05$),见表2。

表2 MCI组与认知正常组的SCAT及MoCA-BJ评分比较($\bar{x}\pm s$)

Tab. 2 Comparison of SCAT scores between the elderly MCI group and the control group ($\bar{x}\pm s$)

量表及维度	MCI组 (n=65)	正常组 (n=205)	t 值	P 值	Cohen's d 值
SCAT评分					
词语配对即时记忆	6.40 \pm 2.86	8.98 \pm 2.81	6.428	<0.001	0.914
视觉记忆	6.45 \pm 2.50	8.94 \pm 2.50	4.707	<0.001	0.992
符号编码	21.72 \pm 7.90	31.94 \pm 10.67	5.507	<0.001	1.013
反向数字广度	4.28 \pm 1.35	5.77 \pm 2.43	6.997	<0.001	0.667
正向空间广度	4.06 \pm 2.30	5.98 \pm 2.79	8.302	<0.001	0.714
词语配对延迟记忆	28.56 \pm 5.06	32.16 \pm 5.47	6.208	<0.001	0.669
故事延迟再认	17.76 \pm 3.06	20.53 \pm 3.67	5.035	<0.001	0.781
总分	37.89 \pm 7.81	50.01 \pm 10.00	10.149	<0.001	1.269
MoCA-BJ评分总分	21.29 \pm 2.57	26.33 \pm 1.84	14.060	<0.001	2.488

SCAT:自助式认知评估测验;MCI:轻度认知功能障碍;SCAT评分总分为转换成 t 后相加(转换50 \pm 10后),非直接将各单项参数值相加获得。

2.3 SCAT与MoCA-BJ两测验系统得分对MCI诊断效能

2.3.1 ROC分析结果 以MCI组($n=65$)为阳性样本、正常组($n=205$)为阴性样本,以患者MCI为诊断目标,患者SCAT与MoCA-BJ两测验系统得分为诊断指标,行ROC分析,结果显示:SCAT的AUC(95% CI)为0.833(0.776~0.891),约登指数点的SCAT总分截断值为43分;MoCA-BJ的AUC(95% CI)为0.944(0.912~0.976),约登指数点的MoCA-BJ总分截断值为23分。ROC曲线见图1。

2.3.2 各项诊断效能参数计算 以上述两测验系统得分的截断值将患者划分为阳性样本(SCAT \leq 43, MoCA-BJ \geq 24)或阴性样本(SCAT $>$ 43, MoCA-BJ \leq 23),并以临床诊断结果作为“金标准”,进行各项诊断效能参数计算(配对四格表算法),结果显示,SCAT的Kappa系数为0.405,说明该测验与临床诊断结果具有中等水平的一致性。MoCA-BJ的Kappa系数为0.750,说明该测验与临床诊断结果具有较高水平的一致性。SCAT和MoCA-BJ的Youden指数均 >0.5 ,表明其均是相对有效的诊断

工具。见表3。

各指标关联性及优势检验均 $P<0.05$,表明其结果与金标准结果有显著关联,提示均有测验诊断MCI的一定价值。但各方法的诊断效能与金标准结果有一定差距。见表3。

2.3.3 对SCAT模型中3个子测验系统的评估 Cohen's d 值越大,对MCI和认知正常老人的区分度越好。由表2可知,SCAT系统中有3个子测验系统的Cohen's d 值 >0.9 [视觉记忆(Cohen's $d=0.992$)、符号编码(Cohen's $d=1.013$)与词语配对即时记忆(Cohen's $d=0.914$)],遂进一步评估/解析其诊断效能。分析发现,当采用两个子测验系统(视觉记忆-符号编码)或3个子测验系统(视觉记忆-符号编码-词语配对即时记忆)进行联合评估时,所得结果即具有接近SCAT系统总分的诊断效能(表3)。若在临床实践中联合该2或3个子测验系统作为诊断测验指标,即可显著降低工作量,缩小量表评估采集时间。此外ROC绘图也发现,该2或3个子测验系统联合应用评估体系的ROC曲线几乎与现在SCAT完全重叠(故未在图1中进行其ROC曲线的展示)。

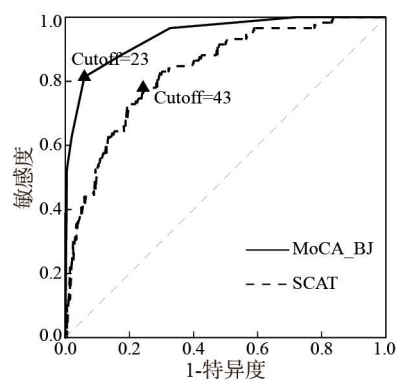


图1 SCAT和MoCA-BJ的ROC曲线分析

Fig. 1 ROC curve analysis of SCAT and MoCA-BJ

2.4 SCAT与MoCA-BJ两模型分判定老年MCI的相关性

经Pearson相关检验,SCAT及其子测验系统得分与MoCA-BJ总分具有中等程度的相关性($P<0.001$)。见表4。

2.5 SACT的重测信度

为验证SACT系统的一致性和可靠性,本研究进行了两次重复测试,并计算Pearson简单相关系数和组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC),以评估SCAT的重测信度。结果显示,除词语配对即时记忆外,SCAT总分及其他子测验系统

表3 SCAT与MoCA-BJ对老年MCI的诊断效能比较

Tab. 3 Comparison of diagnostic efficiency of SCAT versus MoCA-BJ for elderly MCI

指标	MoCA-BJ	SCAT	视觉记忆-符号编码	视觉记忆-符号编码-词语配对即时记忆
	MCI/正常	MCI/正常	MCI/正常	MCI/正常
金标准(医师诊断)				
MCI (N=59)	48/11	46/13	44/15	44/15
正常 (N=202)	12/190	49/153	45/157	53/149
诊断效能参数				
诊断阈值	+ /阳性	+ /阳性	+ /阳性	+ /阳性
AUC	0.878	0.769	0.762	0.742
敏感度(n/N)	0.814(48/59)	0.780(46/59)	0.746(44/59)	0.746(44/59)
特异度(n/N)	0.941(190/202)	0.757(153/202)	0.777(157/202)	0.738(149/202)
准确度(n/N)	0.912(238/261)	0.762(199/261)	0.770(201/261)	0.739(193/261)
约登指数	0.755	0.537	0.523	0.484
阳性预测值(n/N)	0.800(48/60)	0.484(46/95)	0.494(44/89)	0.454(44/97)
阴性预测值(n/N)	0.945(190/201)	0.922(153/166)	0.913(157/172)	0.909(149/164)
一致性系数Kappa	0.750	0.442	0.443	0.394
统计推断				
关联性检验(χ^2, P)	142.466, <0.001	54.602, <0.001	53.276, <0.001	43.643, <0.001
优势性检验(χ^2, P)	25.941, <0.001	70.357, <0.001	67.792, <0.001	78.185, <0.001

MCI:轻度认知功能障碍;SCAT:自助式认知评估测验;MoCA-BJ:蒙特利尔认知评估量表北京版。本表中AUC按过截断值折点的四边形直接计算,与ROC分析所用积分模拟计算所得不同。

表4 SCAT与MoCA-BJ对老年MCI判别的相关性

Tab. 4 Correlation between SCAT, MoCA-BJ for MCI recognition

SCAT项目	MoCA-BJ总分	
	r值	P值
词语配对即时记忆	0.406	<0.001
视觉记忆	0.334	<0.001
符号编码	0.263	<0.001
反向数字广度	0.393	<0.001
正向空间广度	0.382	<0.001
词语配对延迟记忆	0.247	<0.001
故事延迟再认	0.324	<0.001
总分	0.482	<0.001

MoCA-BJ:蒙特利尔认知评估量表北京版。

得分的对应相关关系良好: Pearson相关系数 r 均在0.475~0.607 ($P<0.001$), 而组内相关系数ICC也很大, 均在0.669~0.754 ($P<0.001$)。见表5。

3 讨论

根据国家统计局最新发布的数据, 截至2024年底, 中国60岁及以上老年人数量已达3.1亿, 占全国总人口的22.0%, 人口老龄化程度持续加剧^[12]。考虑到老年人群的MCI可能会进一步发展为痴呆, 因此在这一群体中实施早期大规模MCI筛查尤为迫切。成人自助式认知评估量表具备远

程测试、多人同步评估、高信效度、设备兼容性强、费用适中、符合中国人群特点等优势^[9], 为MCI的早期筛查提供了科学有效的辅助手段。为验证该量表在老年人群中的诊断价值, 本研究团队开展了此项探索性研究。

研究发现, SCAT系统筛查老年MCI的AUC值为0.833, 敏感度为0.780, 特异度为0.757, 作为早期的探索性、自助式智能化筛查MCI的前瞻性测验, SCAT展现出可接受的诊断效能。与当前一些筛查工具相比, 如本研究中采用的MoCA-BJ(敏感度0.814, 特异度0.941)和现有智能化工具(AUC: 0.824~0.921)^[13-16], SCAT的效能表现仍有进一步提升的空间, 后续会优化调整测验以更好地满足筛查需求, 在对特异度要求较高的筛查场景中, SCAT可结合其他工具来提高筛查的准确性。本研究中, SCAT总分与MoCA-BJ有中等程度的相关性, 表明其评估维度与其他权威量表具有内在一致性, 能在一定程度上反映老年人的认知功能水平。既往研究报告MoCA-BJ的敏感度为0.52~0.97^[17-18], 特异度为0.67~0.87^[19-20], 约登指数为0.49~0.86^[21-22], Kappa值为0.50~0.76^[21-22], 本研究中MoCA-BJ的敏感度、特异度、约登指数和Kappa值均处于上述区间内, 这表明本研究的实验设计合理, 研究结果具有较高的可靠性。

表 5 SACT 第 1 次与第 2 次测试的相关性分析(n=57)

Tab. 5 Correlation analysis of scores between the first and second SACT (n=57)

SACT 项目	第 1 次测试	第 2 次测试	<i>t</i> 检验		Pearson 相关		ICC 值
			<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值	
词语配对即时记忆	9.61±2.88	11.12±2.04	3.627	0.001	0.219	0.102	0.342
视觉记忆	9.77±2.49	9.93±2.19	0.510	0.612	0.506	<0.001	0.669
符号编码	33.39±8.07	34.33±8.80	0.948	0.347	0.603	<0.001	0.750
反向数字广度	6.23±2.43	6.86±3.29	1.672	0.100	0.537	<0.001	0.678
正向空间广度	6.18±3.17	7.25±2.99	2.676	0.010	0.528	<0.001	0.691
词语配对延迟记忆	33.27±4.34	35.50±4.31	3.685	0.001	0.451	<0.001	0.621
故事延迟再认	20.86±3.80	21.29±3.48	0.857	0.395	0.475	<0.001	0.643
总分	56.34±9.91	60.86±9.21	3.975	<0.001	0.607	<0.001	0.754

SCAT: 自助式认知评估测验; ICC: 组内相关系数。

视觉记忆、符号编码与词语配对即时记忆 3 个子测验系统的效应量显著, 前两者属于非言语记忆, 词语配对即时记忆属于言语记忆。视觉记忆让受试者在手机或平板上从多个选项中识别图形和位置一致的选项, 操作简单、测验时间短, 可评估视空间构建、知觉组织和视觉记忆^[23-24]。数字化符号编码是让被试者根据数字与符号的对应关系, 从小键盘上选出相应数字, 是一种简短有效评估注意力和执行能力的工具^[25]。词语配对即时记忆是让被试听记词组后, 根据提示词选出目标词, 考察被试者的即时记忆能力。本研究将视觉记忆、符号编码和词语配对即时记忆 3 个子测验系统进行组合, 发现视觉记忆-符号编码-词语配对即时记忆联合测验与视觉记忆-符号编码联合测验的 AUC 值、准确度与 SCAT 相近。这种组合既能够捕捉 MCI 早期在执行功能、视空间记忆与语言能力方面的协同损伤, 适用于非记忆型 MCI 亚型的筛查^[26-27], 又能够有效缩短 SCAT 的作答时间, 提高快速筛查的效率和临床普及率。

测评工具的重测信度越高, 提示工具的稳定性越好^[28]。除了词语配对即时记忆外, SACT 及其他子测试的相关系数均有统计学意义($P < 0.001$), 表明这些测试在两次测量之间存在显著的相关性。词语配对即时记忆的重测信度系数较低, 且两次测量之间相关性不显著, 可能因为该子测验位于所有题目的首位, 存在启动效应^[29]。老人在初次测试时可能因未能较好理解题目意图或因畏难心理而表现不佳; 而在重测时, 他们对流程更加熟悉, 并可能运用了策略进行学习^[30]。这些因素提示该任务可能需要调动更多的认知资源。本研究中的自助式认知评估测验的 ICC 值为 0.754, 子测验的 ICC 值(0.342 ~ 0.750)与既往纸质版(0.34 ~

0.75)^[31]、电子版(0.39 ~ 0.88)^[32] MoCA 量表的 ICC 值位于同一水平, 说明本测验两次测试的一致性良好, 具有较好的稳定性。

SCAT 在自助式设计上具有一定的创新性和应用优势。SCAT 的“自助式”特性突破了传统认知评估的局限性, 为老年 MCI 筛查提供了高效、低成本的解决方案, 具体表现如下。(1)操作的便捷性与可及性: 受试者仅需通过移动终端扫描二维码即可自主完成测试, 平均 30 min, 且不需要专业人员的现场指导。相比 MoCA-BJ 依赖专业培训人员现场的耗时施测^[33-34], SCAT 显著降低了人力成本以及患者的就医成本, 尤其适用于远程医疗和临床环境下的自主评估。(2)环境适应性与灵活性: SCAT 支持部分测试的分阶段完成, 允许老年人居家、使用个人手机或平板电脑、根据自身状态安排测试节奏, 表明其操作门槛低、老年友好性强。(3)自动化报告与实时反馈: SCAT 可即时生成标准化认知报告, 而 MoCA-BJ 需医师人工解读结果(平均耗时 10 ~ 15 min/例)。自动化流程不仅提升筛查效率, 还可通过数据云端存储支持后续的评估和长期认知动态监测, 为早期干预提供连续的依据。

尽管 SCAT 展现出良好的应用前景, 仍需关注以下问题: (1)教育水平偏倚——本研究未纳入小学及文盲人群(占中国农村老年人口的 74.9%^[35]), 受试者的受教育水平较高, 这可能导致结果在低教育水平人群中的适用性受到限制; (2)测试时长问题——对于高龄人群, 30 min 的认知测试时长会影响依从性; (3)缺乏个体纵向数据——目前未实现对个体纵向评估数据的追踪, 这限制了对 SCAT 预测效能的全面验证。未来的研究方向将着重解决这些问题: (1)开发教育水平校正算法——针对低教育水平人群, 开发专门的教育水平校正算法,

以提高 SCAT 在不同教育背景人群中的适用性和准确性；(2)优化测试时长——利用人工智能的自适应技术，动态缩短低风险人群的测试时间，从而提高高龄人群的测试依从性；(3)实现个体纵向评估数据追踪——通过建立长期的个体认知评估数据库，追踪个体的纵向评估数据，进一步验证 SCAT 对 MCI 向痴呆转化的预测效能。

综上，SCAT 作为一种新型自助式认知筛查工具，在诊断效能、操作便捷性方面均表现出显著优势。其多维度评估体系与移动端自动化特性，为老年 MCI 的大规模社区筛查及远程认知健康管理提供了高效解决方案。结合中国老龄化社会的迫切需求，SCAT 的推广应用有望成为降低痴呆疾病负担的关键公共卫生策略。

作者贡献 胡瑞康、胡茜、贾娜·木海、张宸赫、王梦雨、董彦彬、郭晓杰：数据采集，数据分析，论文撰写；范宏振：数据处理；姜荣环、谭淑平：研究设计和指导。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突。

数据共享声明 本论文相关数据可依据合理理由从作者处获取，Email: jiangrh55@126.com。

参考文献

- GBD 2021 Nervous System Disorders Collaborators. Global, regional, and national burden of disorders affecting the nervous system, 1990-2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021 [J]. *Lancet Neurol*, 2024, 23 (4): 344-381.
- 中华人民共和国民政部. 2023 年民政事业发展统计公报 [R/OL]. <https://www.mca.gov.cn/n156/n2679/c1662004999980001204/part/19957.pdf>.
- 王蒙, 杨荔慧, 王明霞, 等. 计算机化认知功能训练对轻度认知功能障碍老年人的干预效果研究 [J]. *解放军医学院学报*, 2021, 42 (5): 504-508.
- 张薇, 刘会, 张亚岚, 等. 脑血管病致认知障碍的危险因素研究进展 [J]. *解放军医学院学报*, 2021, 42 (2): 235-238.
- 中华医学会神经病学分会痴呆与认知障碍学组. 阿尔茨海默病源性轻度认知障碍诊疗中国专家共识 2021 [J]. *中华神经科杂志*, 2022, 55 (5): 421-440.
- Cong L, Ren YF, Wang YX, et al. Mild cognitive impairment among rural-dwelling older adults in China: a community-based study [J]. *Alzheimers Dement*, 2023, 19 (1): 56-66.
- Jia LF, Du YF, Chu L, et al. Prevalence, risk factors, and management of dementia and mild cognitive impairment in adults aged 60 years or older in China: a cross-sectional study [J]. *Lancet Public Health*, 2020, 5 (12): e661-e671.
- 赵慧, 沈逸. 阿尔茨海默病生物标志物研究进展 [J]. *生命科学*, 2021, 33 (5): 611-620.
- Li JJ, Fan HZ, Qu W, et al. Reliability and validity of a novel mobile-based automatic battery of cognitive tests in healthy young Chinese adults [J]. *Appl Neuropsychol Adult*, 2024: 1-10.
- 美国精神医学学会. 精神障碍诊断与统计手册 [M]. 张道龙, 译. 北京: 北京大学出版社, 2015.
- 张旺信, 李翠萍, 田芳, 等. 蒙特利尔认知评估量表 (北京版) 筛查农村老年人轻度认知障碍的价值 [J]. *中国老年学杂志*, 2015, 35 (14): 4016-4018.
- 国家统计局. 2024 年我国 60 岁以上人口首次突破 3 亿人 [EB/OL]. <https://laoling.cctv.com/2025/01/17/ART11YQU2WRMIO75bKSmmLY250117.shtml>.
- Hong Y, Zeng XY, Zhu CW, et al. Evaluating the Beijing version of Montreal cognitive assessment for identification of cognitive impairment in monolingual Chinese American older adults [J]. *J Geriatr Psychiatry Neurol*, 2022, 35 (4): 586-593.
- Li N, Yang XT, Du WC, et al. Exploratory research on key technology of human-computer interactive 2.5-minute fast digital early warning for mild cognitive impairment [J/OL]. <https://doi.org/10.1155/2022/2495330>.
- Berron D, Glanz W, Clark L, et al. A remote digital memory composite to detect cognitive impairment in memory clinic samples in unsupervised settings using mobile devices [J]. *NPJ Digit Med*, 2024, 7 (1): 79.
- Huang L, Li YT, Wu JN, et al. Shanghai cognitive screening: a mobile cognitive assessment tool using voice recognition to detect mild cognitive impairment and dementia in the community [J]. *J Alzheimers Dis*, 2023, 95 (1): 227-236.
- Chen MZ, Chan YH, Wong MWK, et al. Comparison of Rapid Cognitive Screen against Montreal Cognitive Assessment in screening for cognitive impairment in the old and old-old [J]. *Psychogeriatrics*, 2022, 22 (4): 460-468.
- 王娟, 陈秀. 中文版 MoCA 和 MoCA-B 在诊断遗忘型轻度认知功能障碍中的应用 [J]. *四川医学*, 2018, 39 (7): 783-786.
- 孔伶俐, 孙忠国, 周田田, 等. 蒙特利尔认知评估量表在轻度认知功能障碍诊断中的应用 [J]. *中国健康心理学杂志*, 2015, 23 (8): 1212-1215.
- 孙云, 沈晓星, 王变荣, 等. ACE-III 量表和 MOCA 量表在老年认知障碍诊断中的应用价值研究 [J]. *老年医学与保健*, 2022, 28 (3): 513-516.
- 高欣, 邹晨双, 段春波, 等. 蒙特利尔认知评估量表在北京社区老年人遗忘型轻度认知障碍筛查中的应用 [J]. *中国神经免疫学和神经病学杂志*, 2014, 21 (4): 250-253.
- 张雪晴, 曾慧. 蒙特利尔认知评估量表在老年人轻度认知功能障碍筛查中的截断值分层研究 [J]. *中国全科医学*, 2014, 17 (26): 3046-3051.
- Park JH. Non-equivalence of sub-tasks of the Rey-Osterrieth Complex Figure Test with convolutional neural networks to discriminate mild cognitive impairment [J]. *BMC Psychiatry*, 2024, 24 (1): 166.
- Simfukwe C, An SS, Youn YC. Comparison of RCF scoring system to clinical decision for the rey complex figure using machine-learning algorithm [J]. *Dement Neurocogn Disord*, 2021, 20 (4): 70-79.
- Galvin JE, Tolea MI, Moore C, et al. The number symbol coding task: a brief measure of executive function to detect dementia and cognitive impairment [J]. *PLoS One*, 2020, 15 (11): e0242233.
- 中华医学会神经病学分会痴呆与认知障碍学组, 陈晓春, 郭起浩, 等. 轻度认知损害的神经心理评估专家共识 (2025 版) [J]. *中华医学杂志*, 2025, 105 (3): 204-218.
- 蔡明, 胡卿茹, 贾世豪, 等. 社区老年人轻度认知障碍筛查量表应用策略研究 [J]. *中国全科医学*, 2022, 25 (25): 3191-3195.
- 金锦珍. 老年慢性病患者健康老龄化现状评估: 测评工具开发及影响因素路径分析 [D]. 吉林: 延边大学, 2023.
- 龚亮, 程怀东, 汪凯, 等. 遗忘型轻度认知障碍内隐记忆启动

- 效应的研究 [J]. 中国神经精神疾病杂志, 2010, 36 (3): 149-152.
- 30 黎光明. 心理测量 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2019.
- 31 Wu CL, Dagg P, Molgat C. Measuring stability of cognitive impairment in inpatients with schizophrenia with alternate forms of the Montreal Cognitive Assessment during acute hospitalization [J]. *Psychiatry Res*, 2017, 258: 299-304.
- 32 邢怡, 秦琪, 王治斌, 等. 智能化认知量表与人工评估在临床人群中评估一致性的观察 [J]. 中华医学杂志, 2024, 104 (8): 600-607.
- 33 Zhou L, Lin ZC, Jiao B, et al. Consistency analysis and conversion model establishment of mini-mental state examination and Montreal cognitive assessment in Chinese patients with Alzheimer's disease [J]. *Front Psychol*, 2022, 13: 990666.
- 34 仇宇悦, 金蔚, 尚丽, 等. 临床常用神经心理量表的纵向稳定性: 一项横断面研究 [J]. 中华神经科杂志, 2025, 58 (1): 17-25.
- 35 中国老龄协会. 第五次中国城乡老年人生活状况抽样调查基本数据公报 [R/OL]. <https://www.mca.gov.cn/n2623/n2684/n2693/c1662004999980001877/attr/361849.pdf>.

(责任编辑: 施晓亚, 潘越)

(上接第 530 页)

参考文献

- 1 Khakbazan Z, Farnam F, Abdollahi P, et al. Women's concerns and experiences of fetal anomaly screening process: a qualitative study [J]. *Int J Community Based Nurs Midwifery*, 2023, 11 (1): 44-56.
- 2 Freud LR, Simpson LL. Fetal cardiac screening: 1st trimester and beyond [J]. *Prenat Diagn*, 2024, 44 (6/7): 679-687.
- 3 Kim U, Jung YM, Oh S, et al. Chromosomal microarray analysis in fetuses with ultrasonographic soft markers: a meta-analysis of the current evidence [J]. *J Korean Med Sci*, 2024, 39 (8): e70.
- 4 Pruthi V, Abbasi N, Thakur V, et al. Performance of comprehensive first trimester fetal anatomy assessment [J]. *Prenat Diagn*, 2023, 43 (7): 881-888.
- 5 Scott F, Smet ME, Elhindi J, et al. Late first-trimester ultrasound findings can alter management after high-risk NIPT result [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2023, 62 (4): 497-503.
- 6 Zhang HJ, Wang S, Feng CL, et al. Chromosomal abnormalities and structural defects in fetuses with increased nuchal translucency at a Chinese tertiary medical center [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2023, 10: 1158554.
- 7 郭晨燕, 卢守莲, 孙丽洲. 胎儿超声软标记与结构畸形在产前诊断染色体异常中的意义 [J]. 南京医科大学学报 (自然科学版), 2019, 39 (12): 1841-1843.
- 8 Jiang HR, Kong XT, Bian WJ, et al. Clinical value of screening prenatal ultrasound combined with chromosomal microarrays in prenatal diagnosis of chromosomal abnormalities [J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2024, 37 (1): 2324348.
- 9 Barber N, Freud L. Advances in fetal cardiac imaging and intervention [J]. *CJC Pediatr Congenit Heart Dis*, 2024, 3 (1): 33-42.
- 10 Zhang SM, Wang JJ, Pei Y, et al. Diagnostic value of chromosomal microarray analysis for fetal congenital heart defects with different cardiac phenotypes and extracardiac abnormalities [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13 (8): 1493.
- 11 Cai MY, Lin N, Guo N, et al. Using single nucleotide polymorphism array for prenatal diagnosis in a large multicenter study in Southern China [J]. *Sci Rep*, 2023, 13: 7242.
- 12 Lea G, Doria-Borrell P, Ferrero-Micó A, et al. Ectopic expression of DNMT3L in human trophoblast stem cells restores features of the placental methylome [J]. *Cell Stem Cell*, 2025, 32 (2): 276-292.
- 13 陈梅, 张帅, 查斌斌, 等. 胎儿超声指标异常的遗传病因学分析 [J]. 中国医药, 2021, 16 (12): 1864-1868.
- 14 Huang J, Wu D, He JH, et al. Associations between genomic aberrations, increased nuchal translucency, and pregnancy outcomes: a comprehensive analysis of 2, 272 singleton pregnancies in women under 35 [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2024, 11: 1376319.
- 15 Li H, Yao YY, Zhang CC, et al. Prenatal diagnosis and outcomes in 320 fetuses with nasal bone anomalies [J]. *Front Genet*, 2023, 14: 1170720.
- 16 Mash Y, Bardin R, Gilboa Y, et al. Agenesis of the ductus venosus and its association with genetic abnormalities [J]. *Prenat Diagn*, 2024, 44 (13): 1585-1592.
- 17 Yan X, Ding K, Zhang X, et al. Analysis of prenatal diagnosis and pregnancy outcomes for rare autosomal trisomies detected by non-invasive prenatal testing in 33, 079 cases [J]. *BMC Med Genomics*, 2025, 18 (1): 29.
- 18 黎冬梅, 韩廷雪, 唐新华, 等. 22q11.2 微缺失综合征的产前诊断回顾性研究 [J]. 中国产前诊断杂志 (电子版), 2024, 16 (3): 13-20.
- 19 Wu BR, Wu B, Benkaci S, et al. Crk and Crkl are required in the endocardial lineage for heart valve development [J]. *J Am Heart Assoc*, 2023, 12 (18): e029683.
- 20 Di Girolamo R, Rizzo G, Khalil A, et al. Whole exome sequencing in fetuses with isolated increased nuchal translucency: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2023, 36 (1): 2193285.

(责任编辑: 潘越, 施晓亚)