

· 老年人认知功能障碍专栏 ·

基于任务切换范式的认知功能评估工具研究

姜岚莉^{1,2}, 戴向唯^{2,3}, 李鹤^{2,3}, 张占军^{1,2*}

(北京师范大学:¹ 认知神经科学与学习国家重点实验室,² 老年脑健康研究中心, 北京 100875;³ 中国中医科学院中医临床基础医学研究所, 北京 100700)

【摘要】目的 检验一款基于任务切换范式的认知功能评估工具在表征认知水平方面的有效性。**方法** 选择北京师范大学老年脑健康中心 2019 年 7 月至 2020 年 1 月招募的 60 名社区中老年人作为研究对象, 并按人口学信息分组。使用自编认知功能评估工具和成套神经心理测验评估受试者在一般认知功能、执行功能等认知领域的表现。采用 SPSS 24.0 统计软件进行数据分析。根据数据类型分别采用独立样本 t 检验或单因素方差分析进行组间比较, Dunnett's t 用于事后多重比较。采用 Pearson 相关分析自编认知功能评估工具与神经心理测验结果的相关性。通过配对样本 t 检验对自编认知功能评估工具和成套神经心理测验的结果指标进行一致性分析, 并绘制得分柱状图和分数累积分布图展示结果的分布情况。**结果** Pearson 相关分析显示, 中老年人在自编认知功能评估工具中的得分、反应时等指标与神经心理测验中一般认知能力测验 (MMSE) 和执行功能测验 [连线测验 B 部分 (TMT-B)、颜色词测验 (SCWT)] 的结果显著相关 ($|r|$: 0.272~0.448, 均 $P<0.05$)。配对样本 t 检验结果显示自编认知功能评估工具和神经心理测验的结果无显著差异 (MMSE: $t=-0.726$, $P=0.471$; TMT-B: $t=-0.530$, $P=0.598$; SCWT 时间: $t=-0.366$, $P=0.716$; SCWT 数目: $t=-0.544$, $P=0.588$)。独立样本 t 检验和单因素方差分析结果显示, 自编认知功能评估工具的评估结果不受教育程度和性别差异的影响 (均 $P>0.05$)。**结论** 本研究所使用的基于任务切换范式的认知功能评估工具可有效反映受试者的认知水平, 是一款具有普适性的快速认知障碍风险筛查工具。

【关键词】 神经心理测验; 任务切换范式; 执行功能; 认知障碍风险筛查

【中图分类号】 R749.16; B842.1

【文献标志码】 A

【DOI】 10.11915/j.issn.1671-5403.2022.12.191

Validation of a cognitive assessment tool based on task switching paradigm

JIANG Lan-Li^{1,2}, DAI Xiang-Wei^{2,3}, LI He^{2,3}, ZHANG Zhan-Jun^{1,2*}

(¹State Key Laboratory of Cognitive Neuroscience and Learning, ²Beijing Aging Brain Rejuvenation Initiative Center, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; ³Institute of Basic Research in Clinical Medicine, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China)

【Abstract】Objective To detect the validity of a task switching paradigm-based cognitive assessment tool. **Methods** From July 2019 to January 2020, 60 middle-aged and elderly people in the community were recruited from the Beijing Aging Brain Rejuvenation Initiative Center of Beijing Normal University, and then they were grouped by demographic information. Our self-designed cognitive tool and other neuropsychological tests [such as mini-mental state examination (MMSE), Rey auditory verbal learning test, trail-making test B (TMT-B), stroop color word test (SCWT) and so on] were used to assess the performances of the subjects in general cognitive function, executive function and other areas of cognition. SPSS statistics 24.0 was used for data analysis. According to the data type, independent sample t test or one-way ANOVA were used for intergroup comparison in demographic variables, and Dunnett's test for multiple comparisons was conducted for post hoc comparison. Pearson correlation analysis was employed to analyze the correlation in the results from our cognitive test and from above mentioned neuropsychological tests. The consistency of the results of our cognitive test and neuropsychological tests was analyzed by paired samples t test, and the score histogram and cumulative score distribution chart were drawn to show the distribution of the results. **Results** Pearson correlation analysis indicated that the total score and average reaction time from our cognitive test were significantly correlated with the results of the neuropsychological tests in general cognitive function (MMSE) and executive function (TMT-B and SCWT) ($|r|$: 0.272–0.448, all $P<0.05$). Furthermore, the results of paired sample t test showed that there were no significant differences between the results of the two evaluation methods (MMSE: $t=-0.726$,

收稿日期: 2022-07-27; 接受日期: 2022-08-15

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (32171085); 国家自然科学基金 (91109000); 科技创新 2030 项目 (2022ZD0211600); 国家重点研发计划项目 (20187FC1315200); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金 (Z0739)

通信作者: 张占军, E-mail: zhang_rzs@bnu.edu.cn

$P=0.471$; TMT-B: $t=-0.530$, $P=0.598$; SCWT time: $t=-0.366$, $P=0.716$; SCWT number: $t=-0.544$, $P=0.588$). Finally, the independent sample t -test and one-way ANOVA suggested that the results of our cognitive test were not affected by educational levels and genders of the elderly (all $P>0.05$). **Conclusion** Our self-designed task switching paradigm-based cognitive tool can well reflect the cognitive level of the subjects, and is suitable as a widely-used rapid cognitive screening tool.

【Key words】 neuropsychological tests; task switching paradigm; executive function; early dementia screening

This work was supported by the General Program of National Natural Science Foundation of China (32171085), the National Natural Science Foundation of China (91109000), the Project of Science and Technology Innovation 2030 (2022ZD0211600), the National Key Research and Development Program of China (20187FC1315200) and the Fundamental Research Funds for the Central Public Welfare Research Institutes (Z0739).

Corresponding author: ZHANG Zhan-Jun, E-mail: zhang_rzs@bnu.edu.cn

阿尔茨海默病(Alzheimer's disease, AD)是一种以认知功能下降和日常生活能力减退为核心症状的神经退行性疾病。目前针对 AD 的临床干预方法有限,药物治疗只能轻微改善 AD 病理症状,不能逆转疾病的进程,因此开展 AD 高风险人群的早期筛查至关重要^[1]。然而传统神经心理测验因施测过程存在耗时长、专业性强、人力成本高等局限性,并不适用于大规模社区筛查^[2]。此外,当前 AD 筛查测验多基于文字任务开展,其结果容易受到教育程度等因素的影响^[3]。因此,研发对中老年人内容友好,并且能够准确反映 AD 病理相关核心认知状态的评估工具非常重要。

执行功能是指个体对思想和行动进行有意识控制的心理过程,参与对各种具体认知过程的控制和协调,是认知结构中最重要的重要组成部分^[4],个体在执行功能领域的表现可以显著预测其未来发展为 AD 的风险^[5]。因此,本研究在对传统筛查测验内容和形式双重创新的基础上,基于执行功能经典范式研发了一款认知功能评估工具,并使用成套神经心理测验量表对比检验认知功能评估工具的性能。

1 对象与方法

1.1 研究对象

2019 年 7 月至 2020 年 1 月,于北京师范大学老年脑健康中心招募 60 名社区中老年人,所有受试者均来自北京老年脑健康促进计划(The Beijing Aging Brain Rejuvenation Initiative, BABRI)队列研究^[6]。纳入标准:(1)年龄 ≥ 50 岁;(2)受教育年限 ≥ 6 年。排除标准:(1)严重的神经或精神类疾病或伴有精神障碍、失能;(2)有影响精神状况的用药史;(3)严重的心、肝、肾功能损害和呼吸系统损害。本研究已通过医学伦理委员会批准,所有调查对象均知晓并同意本次测验和调查。

1.2 方法

1.2.1 基于任务切换范式的认知功能评估工具 本研究研发的认知功能评估工具基于任务切换范式改编。任务切换是执行功能研究的常用范式,指随机呈现预先刺激,并要求受试者对不同的刺激做出对应的反应^[7]。该评估工具中的任务是要求受试者判断屏幕中下落的物体是水果还是蔬菜,具体细节见图 1。评估时长为 2 min,评估完成后,根据受试者表现生成总分、正确率、平均反应时、最高难度等级和总回合数结果指标。

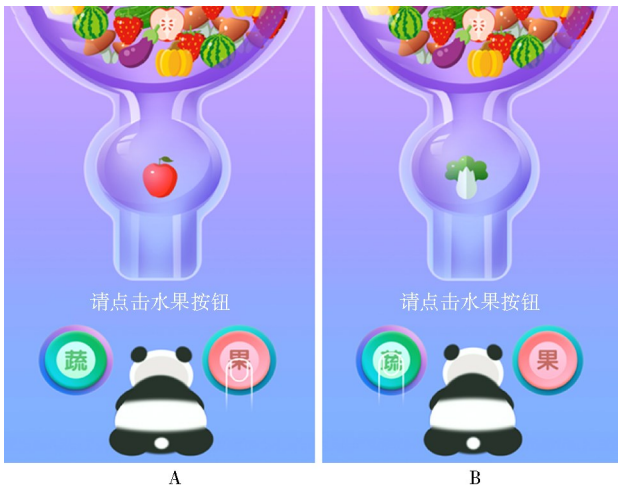


图 1 基于任务切换范式的认知功能评估内容示意图

Figure 1 Procession of task switching paradigm-based cognitive test

Subjects need to choose whether the object falling from the top of the screen is a fruit or a vegetable. For example: in the situation A, subjects need to press the “果” button, and When in the situation B, they need to press the “蔬” button. The difficulty of this test increases step by step with the correct response of the participants, and the total rounds reflects the number of reactions.

1.2.2 神经心理学评估 由统一接受培训的社区医院医师在独立安静的环境下,面对面、一对一完成。所有受试者均完成如下 6 个方面的神经心理测验^[8]。(1)总体认知能力:由简明精神状态量表

(mini-mental state examination, MMSE)测定;(2)记忆能力:由听觉词语记忆测验(Rey auditory verbal learning test, AVLT)和复杂图形测验回忆部分(Rey-Osterrieth complex figure testdelay recall, ROCFT delay)测定;(3)视空间能力:由复杂图形测验模仿部分(Rey-Osterrieth complex figure test copy, ROCFT copy)和画钟测验(clock drawing test, CDT)测定;(4)注意能力:由数字符号转换测验(symbol digit modalities test, SDMT)和连线测验 A 部分(trail-making test part A, TMT-A)测定;(5)言语能力:由词语流畅性测验(verbal fluency test, VFT)测定;(6)执行功能:由连线测验 B 部分(trail-making test part B, TMT-B)和颜色词测验(stroop color word test, SCWT)测定,其中听觉词语记忆测验 59 人完成,颜色词测验 58 人完成,其余测验 60 人均完成。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 24.0 统计软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,计数资料以例数(百分率)表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验和单因素方差分析,Dunnett's *t* 用于事后多重比较。采用 Pearson 相关分析检验认知功能评估工具与神经心理测验结果的相关性。采用配对样本 *t* 检验分析其结果分布的一致性,并绘制得分柱状图和分数累积分布图展示结果的分布情况。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 受试者人口学信息及在认知评估中的表现

本研究最终纳入对象有男性 20 名(33.33%),女性 40 名(66.67%);年龄 56~81(66.45±5.79)岁;受教育程度 7~18(11.27±2.55)年。分别对神经心理测验 6 个认知领域下的 11 项测验结果、认知功能评估工具的 5 项结果指标进行描述性统计(表 1)。

2.2 基于任务切换范式的认知功能评估工具适用性检验

2.2.1 2 种评估方式性别差异检验 使用独立样本 *t* 检验分析 2 种评估方式的结果在性别上的差异。在认知功能评估工具结果中未发现显著性别差异,而在神经心理学听觉词语记忆测验和颜色词测验中,女性表现显著优于男性(表 2)。

2.2.2 2 种评估方式年龄差异检验 依据年龄将受试者分为 3 组:<65 岁(*n*=27),65~75 岁(*n*=26),>75 岁(*n*=7)。使用单因素方差分析检验 2 种评估方式结果在不同年龄组间的差异。

在神经心理测验中,连线测验 A 部分和 B 部分存在显著年龄差异。经事后检验可知:在连线测验 A 部分,<65 岁组和 65~75 岁组的成绩均显著优于>75 岁老人(*t*=-3.20、-3.31,*P*<0.05)。在基于任务切换范式的认知功能评估结果中,其总分、平均反应时、最高难度等级和总回合数指标上都存在显著年龄差异。经事后检验可知:在总分上,<65 岁组和 65~75 岁组成绩都显著优于>75 岁老人(*t*=2.83、3.06,*P*<0.05),<65 岁组与 65~75 岁组无显著差异(*P*>0.05);在平均反应时、最高难度等级和总回合数指标上也呈现了这样的结果模式:<65 岁组与 65~75 岁组无显著差异,而这 2 组受试者的成绩都显著优于>75 岁组(表 2)。

表 1 2 种评估方式结果指标的描述性统计

Table 1 Descriptive statistics of outcome indicators of two evaluation methods (<i>n</i> =60)		
Item	Minimum-Maximum score	Score (points, $\bar{x}\pm s$)
Neuropsychological tests		
MMSE	18-30	27.55±2.00
AVLT	4-47	26.39±9.47
ROCFT delay	2-31	13.95±6.74
ROCFT copy	22-36	34.78±2.11
CDT	17-30	25.80±2.92
SDMT	19-55	36.85±8.68
TMT-A	36-102	55.62±14.35
VFT	31-83	49.07±8.94
TMT-B	79-360	162.08±61.77
SCWT time	45-129	76.81±20.13
SCWT number	20-50	47.34±4.88
Task switching paradigm-based		
cognitive test		
Total score	3 100-36 200	23 248.33±84 422.90
AR(%)	0.61-0.90	0.84±0.06
ART(s)	0.89-2.63	1.41±0.33
HDL	2-10	8.00±2.13
Total rounds	8-19	12.62±2.57

MMSE: mini-mental state examination; AVLT: Rey auditory verbal learning test; ROCFT: Rey-Osterrieth complex figure test; CDT: clock drawing test; SDMT: symbol digit modalities test; TMT-A: trail-making test part A; VFT: verbal fluency test; TMT-B: trail-making test part B; SCWT: stroop color word test; AR: accuracy rate; ART: average reaction time; HDL: highest difficulty level.

2.2.3 2 种评估方式受教育程度差异检验 依据受教育年限将受试者分为 3 组:<10 年(*n*=25),10~12 年(*n*=20),>12 年(*n*=15)。使用单因素方差分析检验 2 种评估方式的结果在不同受教育程度组别间的差异。

在认知功能评估工具结果中未发现显著受教育程度差异。在神经心理测验中,复杂图形测验回忆部分、词语流畅性测验和连线测验 B 部分存在显著的受教育程度差异,整体趋势为受教育程度越高,认知测验得分越高。经事后检验发现:复杂图形测验回忆和连线测验 B 部分,受教育程度<10 年组受试者的成绩分别显著差于 10~12 年组和>12 年组($t=-2.45$ 、 -3.60 、 3.71 、 2.39 , $P<0.05$);在词语流畅性测验中,受教育程度<10 年组的受试者成绩显著差于>12 年组($t=-2.99$, $P<0.05$;表 2)。

2.3 2 种评估方式结果的相关性检验

将基于任务切换范式的认知功能评估工具结果指标与神经心理测验结果进行 Pearson 相关分析,结果显示,该认知功能评估工具的 5 项结果指标都与执行功能显著相关($|r|: 0.281\sim 0.508$,均 $P<0.05$);除正确率外的 4 项结果指标与视空间能力($|r|: 0.340\sim 0.424$,均 $P<0.05$)、注意能力($|r|: 0.260\sim 0.429$,均 $P<0.05$)都显著相关。此外,总分和总回合数还与一般认知功能显著相关

($|r|: 0.272\sim 0.281$,均 $P<0.05$),最高难度等级与非言语记忆力显著相关($r=0.295$, $P<0.01$;表 3)。

2.4 2 种评估方式结果的异质性检验

本研究进一步对 2 种评估方式对人群认知功能的区分能力进行比较,将认知功能评估工具总分和一般认知功能测验与执行功能测验得分进行标准化处理,并进行配对样本 t 检验。结果差异均无统计学意义(MMSE: $t=-0.726$, $P=0.471$;TMT-B: $t=-0.530$, $P=0.598$;SCWT time: $t=-0.366$, $P=0.716$;SCWT number: $t=-0.544$, $P=0.588$)。取认知功能评估工具总分 Z 分数的负绝对值和神经心理测验结果 Z 分数的绝对值画对比柱状图(图 2);根据受试者的得分绘制分数累积分布图,纵坐标为给定分数 Z 在认知功能评估工具和神经心理测验中的累积百分比(图 3)。如图 2、图 3 所示,受试者在认知功能评估工具上的总分与相关神经心理测验的得分及分布情况无显著差异($P>0.05$)。

表 2 人口学信息变量对 2 种评估方式结果指标的影响分析

Table 2 Analysis on influence of demographic variables on outcome indicators of two evaluation methods

Item	Gender		Age		Education	
	<i>t</i>	<i>P</i> value	<i>F</i>	<i>P</i> value	<i>F</i>	<i>P</i> value
Neuropsychological tests						
MMSE	-0.409	0.684	0.262	0.771	0.066	0.936
AVLT	3.441	0.001	2.655	0.079	0.514	0.601
ROCFT delay	-0.975	0.334	0.011	0.990	7.069	0.002
ROCFT copy	0.864	0.391	1.823	0.171	1.077	0.348
CDT	0.093	0.926	1.251	0.294	0.991	0.378
SDMT	0.470	0.640	0.431	0.652	3.136	0.051
TMT-A	-0.032	0.975	5.943	0.005	1.147	0.325
VFT	1.528	0.132	3.057	0.055	4.491	0.015
TMT-B	-0.544	0.589	4.685	0.013	7.341	0.001
SCWT time	0.023	0.002	2.195	0.121	1.013	0.370
SCWT number	0.569	0.373	2.517	0.090	0.672	0.515
Task switching paradigm-based cognitive test						
Total score	0.283	0.778	4.910	0.011	0.285	0.753
AR	0.954	0.344	2.692	0.076	0.354	0.704
ART	-0.337	0.737	7.812	0.001	0.768	0.469
HDL	0.768	0.450	4.479	0.016	0.797	0.456
Total rounds	0.327	0.745	7.271	0.002	0.749	0.478

MMSE: mini-mental state examination; AVLT: Rey auditory verbal learning test; ROCFT: Rey-Osterrieth complex figure test; CDT: clock drawing test; SDMT: symbol digit modalities test; TMT-A: trail-making test part A; VFT: verbal fluency test; TMT-B: trail-making test part B; SCWT: stroop color word test; AR: accuracy rate; ART: average reaction time; HDL: highest difficulty level.

表 3 2 种评估方式结果的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of outcome indicators of two evaluation methods (r)

Item	MMSE	AVLT	ROCFT delay	ROCFT copy	CDT	SDMT	TMT-A	VFT	TMT-B	SCWT time	SCWT number
Total score	0.280 *	0.010	0.196	0.349 **	0.098	0.260 **	-0.367 **	0.027	-0.352 **	-0.401 **	0.368 **
AR	-0.018	0.119	0.208	0.087	0.195	0.234	-0.217	0.219	-0.074	-0.281 *	0.508 **
ART	-0.272 *	0.004	-0.138	-0.424 **	-0.080	-0.315 *	0.424 **	-0.224	0.422 **	0.438 **	-0.275 *
HDL	0.211	0.119	0.295 **	0.340 **	0.161	0.267 **	-0.349 **	0.126	-0.346 **	-0.413 **	0.439 **
Total rounds	0.281 *	-0.028	0.138	0.391 **	0.051	0.329 *	-0.429 **	0.173	-0.428 **	-0.448 **	0.301 *

MMSE: mini-mental state examination; AVLT: Rey auditory verbal learning test; ROCFT: Rey-Osterrieth complex figure test; CDT: clock drawing test; SDMT: symbol digit modalities test; TMT-A: trail-making test part A; VFT: verbal fluency test; TMT-B: trail-making test part B; SCWT: stroop color word test; AR: accuracy rate; ART: average reaction time; HDL: highest difficulty level. * $P<0.05$, ** $P<0.01$.

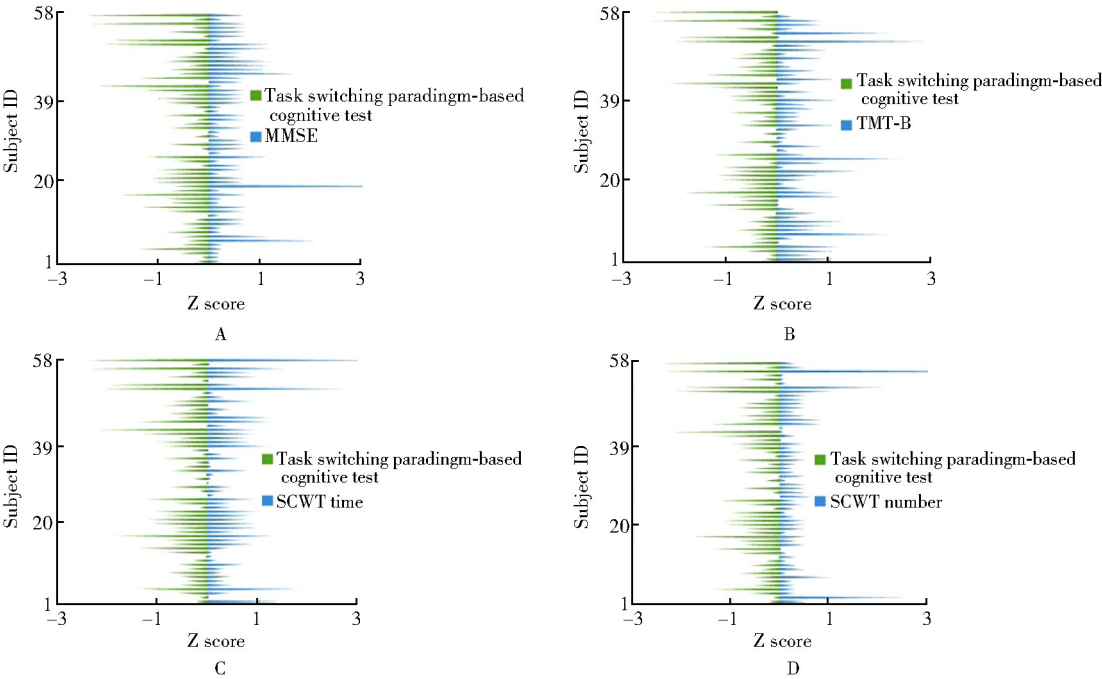


图 2 基于任务切换范式的认知功能评估工具与神经心理测验得分对比柱状图

Figure 2 Histogram of comparison between task switching paradigm-based cognitive test and neuropsychological tests

MMSE: mini-mental state examination; TMT-B: trail-making test part B; SCWT: stroop color word test.

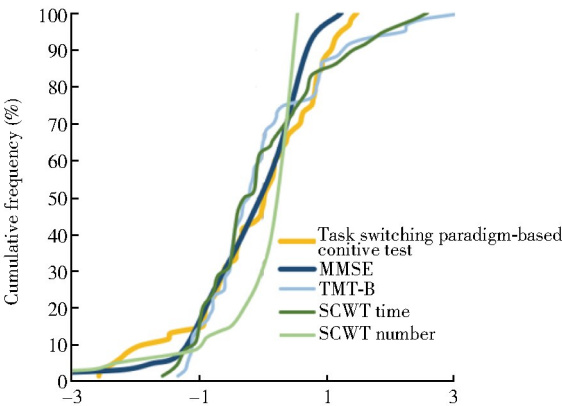


图 3 基于任务切换范式的认知功能评估工具与神经心理测验分数分布图

Figure 3 Score distribution of task switching paradigm-based cognitive test and neuropsychological tests

MMSE: mini-mental state examination; TMT-B: trail-making test part B; SCWT: stroop color word test.

3 讨论

本研究研发了一款基于任务切换范式的认知功能评估工具,并对其有效性和准确性进行检验,结果发现该认知功能评估工具与神经心理测验结果显著相关且不受性别和受教育程度影响。

本研究结果显示,中老年人在认知功能评估工具中的表现与其神经心理测验成绩显著相关。中老年人在认知功能评估工具中的总分越高,则其一般认知能力越好。同时,认知功能评估工具的所有指标均与执行功能测验结果显著相关。此外,测验结果分布显示,认知功能评估工具与一般认知功能测验、执行功能测验的结果具有一致性。由于本研究认知功能评估工具基于执行功能范式研发,上述结果表明,该工具可以有效表征中老年人的一般认知功能和执行功能水平,即该认知功能评估工具体

效度高,符合研发预期。

本研究检验了认知功能评估工具结果与人口学变量的关系。结果显示,该认知功能评估工具结果反映了中老年人认知功能水平随着年龄增长而显著下降的趋势,与神经心理测验结果一致。这与已有认知老化研究结论相符,如 AD 作为一种具有年龄相关性的神经系统退行性疾病,其发病率随年龄显著增长^[9]。此外,该认知功能评估工具的结果不存在性别的系统差异,而在神经心理测验中颜色词测验结果存在一定性别差异。值得注意的是,颜色词测验任务可以有效表征个体的认知灵活性及抑制控制能力^[7],但目前关于执行功能的性别差异研究尚无一致性结论。如一项队列研究发现,女性在各项执行功能任务上的表现差于男性,但性别的影响小于年龄^[10],而针对反映认知灵活性的威斯康星卡片测验研究发现,其结果不存在显著性别差异^[11]。本研究结果在一定程度上证明基于任务切换范式的认知功能评估工具对性别不存在先验性偏见,若要考虑使用该工具评估是否存在系统性的性别差异,还需在未来进行大样本研究。本研究中认知功能评估工具结果不受教育程度的影响,这与以往研究结论一致。研究指出,电子化认知评估工具操作规则简单易理解,测验结果不易受教育水平影响,与传统神经心理测验相比,这类工具有更好的普适性^[12]。

当前,针对老龄化的各类健康监测与管理工具发展迅速,反映了老龄化社会的现实需求^[13]。早期认知风险筛查可极大降低认知障碍疾病带来的负性影响,据推测,针对 AD 的早期筛查、早干预综合措施每年可为国家节省约 167 亿美元相关医疗费用,为患者家庭、社会和国家减轻沉重负担^[14]。针对社区全科医师的抽样调查发现,由于认知功能障碍疾病起病隐匿,大众对痴呆疾病的意识有限,我国乡镇、社区等基层医疗卫生机构的痴呆漏诊率和误诊率高达 93.2%^[15]。此外,受教育程度较低的老人并不适应传统的认知测试程序,也是出现较多漏筛、误筛的原因之一^[16]。

如何让专业性强、成本高且有门槛的认知风险筛查在保持结果科学性的前提下,同时具备高效、经济且普适性强的特点,本研究结果为此提供了新思路。将贴近生活、互动性较强的非文字型电子化认知功能评估工具应用于基层,有利于提升大众参与动机和受测体验,促进筛查工作开展,加深大众对认

知障碍疾病的认识^[17]。此外,在评估产品的研发上,还可以推动评估和训练一体化。利用人工智能、大数据分析等先进技术,记录认知评估的数据并推送个性化认知训练方案,促进脑健康监测与管理常态化,这将为认知功能障碍的早期防治与干预注入积极力量^[18]。

综上所述,本研究中基于任务切换范式研发的认知功能评估工具可以有效表征中老年人的认知功能水平,且结果不受性别和受教育程度影响,具有快捷高效、接受度高等应用优势,适用于社会层面的普适性认知风险筛查。

【参考文献】

- [1] Ju Y, Tam KY. Pathological mechanisms and therapeutic strategies for Alzheimer's disease[J]. *Neural Regen Res*, 2022, 17(3): 543-549. DOI: 10.4103/1673-5374.320970.
- [2] Zhuang L, Yang Y, Gao J. Cognitive assessment tools for mild cognitive impairment screening[J]. *J Neurol*, 2021, 268(5): 1615-1622. DOI: 10.1007/s00415-019-09506-7.
- [3] Germine L, Reinecke K, Chaytor NS. Digital neuropsychology: challenges and opportunities at the intersection of science and software[J]. *Clin Neuropsychol*, 2019, 33(2): 271-286. DOI: 10.1080/13854046.2018.1535662.
- [4] Diamond A. Executive functions[J]. *Annu Rev Psychol*, 2013, 2013(64): 135-168. DOI: 10.1146/annurev-psych-113011-143750.
- [5] Bawa KK, Krance SH, Hermann N, *et al.* A peripheral neutrophil-related inflammatory factor predicts a decline in executive function in mild Alzheimer's disease[J]. *J Neuroinflammation*, 2020, 17(84): 1-11. DOI: 10.1186/s12974-020-01750-3.
- [6] Yang CS, Li X, Zhang JY, *et al.* Early prevention of cognitive impairment in the community population: the Beijing aging brain rejuvenation initiative[J]. *Alzheimers Dement*, 2021, 17(10): 1610-1618. DOI: 10.1002/alz.12326.
- [7] 史艺荃,周晓林. 执行控制研究的重要范式——任务切换[J]. *心理科学进展*, 2004, 12(5): 672-679. DOI: 10.3969/j.issn.1671-3710.2004.05.005.
- Shi YQ, Zhou XL. Task switching, a paradigm in the study of executive control[J]. *Adv Psychol Sci*, 2004, 12(5): 672-679. DOI: 10.3969/j.issn.1671-3710.2004.05.005.
- [8] 中国痴呆与认知障碍诊治指南写作组,中国医师协会神经内科医师分会认知障碍疾病专业委员会. 2018 中国痴呆与认知障碍诊治指南(五):轻度认知障碍的诊断与治疗[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(17): 1294-1301. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.17.003.

Writing Group of Guidelines for the Diagnosis and Treatment of

- Dementia and Cognitive Disorders in China, Cognitive Disorders Committee of Neuropsychicians Branch of Chinese Medical Doctor Association. 2018 guidelines for diagnosis and treatment of dementia and cognitive impairment in China (five): diagnosis and treatment of mild cognitive impairment[J]. Natl Med J China, 2018, 98(17): 1294–1301. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.17.003.
- [9] 王英全, 梁景宏, 贾瑞霞, 等. 2020–2050 年中国阿尔茨海默病患病情况预测研究[J]. 阿尔茨海默病及相关病, 2019, 2(1): 289–298. DOI: 10.3969/j.issn.2096-5516.2019.01.012.
- Wang YQ, Liang JH, Jia RX, *et al.* Alzheimer disease in China (2015–2050) estimated using the 1% population sampling survey in 2015[J]. China J Alzheimer's Dis Relat Disord, 2019, 2(1): 289–298. DOI: 10.3969/j.issn.2096-5516.2019.01.012.
- [10] An Y, Feng L, Zhang X, *et al.* Patterns of cognitive function in middle-aged and elderly Chinese adults — findings from the EMCOA study[J]. Alzheimers Res Ther, 2018, 10(1): 93. DOI: 10.1186/s13195-018-0421-8.
- [11] Miranda AR, Franchetto Sierra J, Martínez Roulet A, *et al.* Age, education and gender effects on Wisconsin card sorting test: standardization, reliability and validity in healthy Argentinian adults[J]. Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn, 2020, 27(6): 807–825. DOI: 10.1080/13825585.2019.1693491.
- [12] Baykara E, Kuhn C, Linz N, *et al.* Validation of a digital, tablet-based version of the trail making test in the Delta platform[J]. Eur J Neurosci, 2022, 55(2): 461–467. DOI: 10.1111/ejn.15541.
- [13] 孙雪, 王丽娜, 沈鑫华, 等. 信息化评估与监测技术在老年认知障碍人群筛查中的应用进展[J]. 中华护理杂志, 2021, 56(5): 699–704. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2021.05.009.
- Sun X, Wang LN, Shen XH, *et al.* Progress in the application of information-based assessment and monitoring technology in the screening of old adults with cognitive impairment[J]. Chin J Nurs, 2021, 56(5): 699–704. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2021.05.009.
- [14] Jia JP, Wei CB, Chen SQ, *et al.* The cost of Alzheimer's disease in China and re-estimation of costs worldwide[J]. Alzheimers Dement, 2018, 14(4): 483–491. DOI: 10.1016/j.jalz.2017.12.006.
- [15] 杨娟, 李守琴, 张昭昕, 等. 社区全科医生对开展痴呆筛查认知的质性研究[J]. 中国全科医学, 2022, 25(16): 1978–1983. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0168.
- Yang J, Li SQ, Zhang ZX, *et al.* A qualitative study on community general practitioners' perception of dementia screening[J]. Chin Gen Pract, 2022, 25(16): 1978–1983. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0168.
- [16] Kosmidis MH. Challenges in the neuropsychological assessment of illiterate older adults[J]. Lang Cogn Neurosci, 2018, 33(3): 373–386. DOI: 10.1080/23273798.2017.1379605.
- [17] Lunardini F, Luperto M, Romeo M, *et al.* Supervised digital neuropsychological tests for cognitive decline in older adults: usability and clinical validity study[J]. JMIR Mhealth Uhealth, 2020, 8(9): e17963. DOI: 10.2196/17963.
- [18] 认知训练中国专家共识写作组, 中国医师协会神经内科医师分会认知障碍疾病专业委员会. 认知训练中国专家共识[J]. 中华医学杂志, 2019, 99(1): 4–8. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.01.002.
- Cognitive Training China Expert Consensus Writing Group, Cognitive Disorders Committee of Neuropsychicians Branch of Chinese Medical Doctor Association. Chinese expert consensus on cognitive training[J]. Natl Med J China, 2019, 99(1): 4–8. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.01.002.

(编辑: 郑真真)