

# 小学高年级学生元认知监测对认知操作输出的影响： 执行功能的调节作用<sup>\*</sup>

慕德芳<sup>1</sup> 陈英和<sup>2</sup>

(1. 天津商业大学法学院, 天津 300134; 2. 北京师范大学发展心理研究院, 北京 100875)

**摘 要:** 研究采用经典的执行功能测验—威斯康星卡片分类任务, 通过自由报告法让被试对每次分类反应进行元认知监测、控制, 以探讨小学五、六年级学生元认知控制、执行功能在元认知监测对认知操作输出(奖惩分数、正确应答比例提高指标)影响中的调节作用。研究结果发现:(1) 执行功能指标中完成分类数、错误分类数、非持续性错误数、持续性错误数指标在元认知监测与正确应答比例提高之间的调节作用显著;(2) 元认知监测在较低的执行功能水平上具有促进作用, 即, 当执行功能水平较低时, 有效的元认知监测可以提高认知操作的输出成绩。研究结果支持元认知监控是与动机有关的、有意识的调节控制, 为从理论上厘清元认知监控与执行功能的关系提供了实证支持。

**关键词:** 元认知监测; 元认知控制; 执行功能

**分类号:** B844

## 1 前言

元认知监控是元认知的核心成分, 是指对个体对正在进行的认知活动进行监测、调节和控制的动态过程 (Reder & Schunn, 1996; Veenman & Spaans, 2005)。Nelson 和 Narens (1994) 依据元水平和客体水平之间信息流方向的不同, 将元认知监控划分为元认知监测和元认知控制两部分。元认知监测是指对正在进行的认知活动进行监视和评价, 元认知控制是根据监测信息对认知活动进行计划、调整等, 它需要一些元认知监测成分作为控制的依据。大量研究探讨了元认知监控的发展特点及其在问题解决或学科学习中的作用 (Baş & Sağır, 2017; Scharff et al., 2017; 郝嘉佳, 陈英和, 2010)。研究发现, 虽然小学低年级阶段也表现出了一定的元认知监控, 但水平相对较弱 (Destan & Roebbers, 2015), 在小学高年级阶段, 元认知监控获得了较大发展且相对稳定 (Schneider et al., 2000; 陈英和, 韩璐璐, 2012; 董奇, 周勇, 1995); 元认知监测的发展要早于元认知控制的发展, 随着年龄的增长元认知监测和元认知控制的关系趋于协调 (Veenman et al., 2006); 元认知监控的发展受到工作记忆容量、动机等因素影响 (Akturk & Sahin, 2011)。鉴

于此, 本研究主要探讨小学高年级学生在认知操作中其元认知监测与元认知控制的关系以及其他调节变量执行功能的作用。

关于元认知监测与元认知控制的关系, 从以下三个方面进行梳理: 第一, Nelson 和 Narens 提出元认知模型, 认为元认知控制本身并不能从客体水平获得任何信息, 而是需要根据元认知监测信息进行控制和调整, 元认知监测是元认知控制的基础; 第二, 从发展角度来看, 元认知监测的发展要早于元认知控制, 元认知监测的发展是元认知控制发展的前提 (Thiede & Dunlosky, 1999; 吴灵丹, 刘电芝, 2006); 第三, 从对认知操作的作用看, 根据元认知监测的信息进行有效地元认知控制才会提高认知操作成绩 (Kavale & Forness, 2000; Palmer-cooper & Fleming, 2014)。Roebbers 等人 (2009) 研究发现 11 岁和 12 岁的学生表现出较好的元认知控制能力, 能够根据元认知监测信息选择性地撤回错误的答案从而提高了认知操作成绩。由此, 我们认为能够根据元认知监测信息进行有效地元认知控制是提高认知操作成绩的关键, 即使元认知监测水平很高, 但如果个体不能进行有效地元认知控制, 那么元认知监测可能也不会提高认知操作成绩。

同时, 在元认知监测、控制的关系趋于协调的过

<sup>\*</sup> 基金项目: 教育部人文社会科学研究规划基金项目 (17YJAZH063)。

通讯作者: 慕德芳, E-mail: mudefang2013@163.com; 陈英和, E-mail: yinghechen@263.net

程中,元认知监测与认知操作成绩之间可能还涉及其他能力的发展,比如,执行功能。执行功能是近年心理学研究者关注的热点,通常是指有机体对意识和行为进行监测控制的过程,是在认知活动中进行监督和控制的各种操作过程,目的是确保认知活动的执行从而达到问题解决(Miyake et al., 2000),这一过程背后是工作记忆、抑制控制、认知灵活性等能力在起作用(陈天勇等, 2003)。执行功能不仅是问题解决、学业成绩以及心理健康等方面重要的预测源(Stone et al., 2016),同时也是认知发展过程中的一个重要调节因素,是更一般化、隐含在所有认知活动中的认知机制或能力(周晓林, 2004)。Carlson 和 Moses(2001)认为执行功能可能是元认知监控发展的前提条件,执行功能是元认知控制发展的基础。Bryce 等人(2015)研究结果表明执行功能可能是元认知监控的“必要但不充分”的前提条件,即幼儿不成熟的执行功能可能限制其元认知监控的使用。慕德芳和陈英和(2013)研究发现,元认知监测对元认知控制的影响受到执行功能子成分认知灵活性的调节作用,高认知灵活性的学生能根据元认知监测进行有效元认知控制,而低认知灵活性的学生其元认知监测水平的提高没有影响元认知控制。Roebbers 等人(2012)采用横断研究和纵向研究方法探讨了元认知监控与执行功能的关系,研究结果发现执行功能只与元认知控制显著相关,7岁儿童的执行功能影响8岁时的元认知控制,而执行功能与元认知监测相关不显著。这些研究结果都表明,执行功能是一种基础的认知功能,是元认知控制发展的基础,由此推测在元认知监控发展过程中,元认知监测对认知操作的影响可能还涉及到执行功能,因此,元认知监测对认知活动输出的影响可能受到元认知控制的调节作用,也有可能受到执行功能的调节作用。

威斯康星卡片分类任务(Wisconsin Card Sorting Test, WCST)是目前广泛使用的一种检测执行功能的测验(Greve et al., 2005)。临床上常用于评估受试者的抽象概括、工作记忆、抑制控制及认知灵活性等能力。测验指标既可以作为执行功能的测量指标,其完成过程又是认知活动,所以非常适合作为任务载体探讨元认知控制、执行功能在元认知监测与认知操作输出之间的作用。该测验要求被试找出与目标卡片图案相匹配的刺激卡片,共完成128次分类,所有分类结果都计入测量指标。Koriat 和 Goldsmith(1996)认为认知操作成绩具有数量和准确性两

个方面,比如,测试可能要求被试不管对错尽可能地回忆所有的项目(基于数量的强迫报告法),也可能要求被试只报告判断正确的项目进行输出(基于准确性的自由报告法),基于准确性的自由报告法体现了元认知监测和控制过程,该法将元认知监测与元认知控制各自独立的贡献分离出来,可以提高认知操作的准确性。Koren 等人(2006)采用 WCST 任务并嵌入自由报告法的元认知监测和控制过程,允许个体对每次反应进行自信心判断(元认知监测)并根据判断结果选择是否输出(元认知控制),探讨精神分裂症患者的元认知监控与执行功能对现实世界认知功能输出的作用,研究结果发现元认知监控选择了更多的正确应答数进行输出,提高了认知操作输出的正确应答数比例。

考虑到在小学高年级阶段,元认知监控获得了较大发展且相对稳定,同时此阶段也是执行功能发展的关键期(文萍,李红, 2007),本研究以小学五、六年级学生为被试,借鉴前人的元认知监控研究范式(Koriat & Goldsmith, 1996; Koren et al., 2006),采用经典的执行功能任务—威斯康星卡片分类任务,探讨元认知控制、执行功能在元认知监测与认知操作输出之间的作用。在威斯康星卡片分类任务中,根据任务特点与元认知监控指标的效度问题嵌入元认知监测、控制过程:对分类结果的元认知监测(对分类结果的自信心判断)和元认知控制(选择是否把该分类结果计入总分)等相对比较精确的指标,并设计奖惩规则(告知被试如果选择计入总分的分类结果是正确的,总成绩会计入10分,如果分类结果错误,总成绩则减去10分,不选择计入总分的分类结果,不管对错,都没有奖惩)获得奖惩分数,同时比较计入总分中的正确应答数比例与所有正确应答数比例之差获得正确应答比例提高指标,所获得的奖惩分数与正确应答比例提高指标是嵌入元认知监控后的认知操作输出指标。研究提出以下实验假设:(1)元认知控制在元认知监测与认知操作输出指标之间具有调节作用;(2)执行功能在元认知监测与认知操作输出指标之间具有调节作用。

## 2 方法

### 2.1 被试选取

选取浙江某小学五、六年级学生共62名被试,最后剔除2名被试数据,保留有效数据60份,其中五年级学生30名,六年级学生30名,女生28名,男

生 32 名, 平均年龄为 11.37 岁( $SD = 0.71$ )。

## 2.2 任务材料

采用威斯康星卡片任务(WCST)。该测验由四张刺激卡(分别为一个红色三角形,二个绿色五角星,三个黄色十字形和四个蓝色圆)和 128 张目标卡组成。128 张目标卡是根据不同的形状(三角形、五角星、十字形、圆形)、不同的颜色(红、黄、绿、蓝)和不同的数量(1、2、3、4)的卡片构成。

## 2.3 实验程序

威斯康星卡片分类任务(WCST)采用计算机编程,由电脑呈现材料。测试施测时,电脑屏幕上方呈现四张多维度的刺激卡片,电脑下方向被试呈现与不同刺激卡片在不同维度上相匹配的独立的卡片,称为目标卡片或应答卡片。测验要求被试找出与目标卡片图案相匹配的刺激卡片,被试每选一张卡片后,电脑屏幕上会呈现“×”或“√”,给予被试反馈。进行反馈前,电脑屏幕会提示被试对此次分类结果的自信心进行评价,并选择是否把此次分类结果计入总成绩。在连续 10 次正确选择后,改变目标维度,这时被试必须找出新的分类规则。计算机程序会根据分类原则(颜色→形状→数量)告诉被试选

择是“正确”或者“错误”,每个原则要连续完成 10 张正确卡片,128 张反应卡呈现完后实验结束。结束后要求被试报告分类的原则。

实验指导语如下:“在游戏中,电脑屏幕上方有 4 张固定的刺激卡,下方会呈现不同的目标卡片,需要你给屏幕下方出现的目标卡片归类,请选择你认为与目标卡片相匹配的刺激卡,并用鼠标点击该卡片下方的按钮,电脑会告诉你选对了还是选错了。如果选错了不能更改,争取下一张选对。进行反馈前,电脑屏幕会提示你对此分类结果的自信心进行评价,并选择是否把此次结果计入总成绩。如果反馈结果是分类正确,总成绩会计入 10 分,如果反馈结果是分类错误,总成绩减去 10 分,不选择计入总分,不管对错,都没有奖惩。”

在反馈分类结果对错之前,被试需要对每一次分类进行两种判断:(1)对分类的自信心进行判断,从 0(完全猜测)到 100(完全自信)中进行选择;(2)决定是否将此次分类计入最后的测验成绩,选择计入总成绩的分类,如果正确就获得 10 分的奖励,如果错误,也将得到 10 分的惩罚。选择不计入总分的分类不管正确与否都没有奖惩,任务界面见图 1。

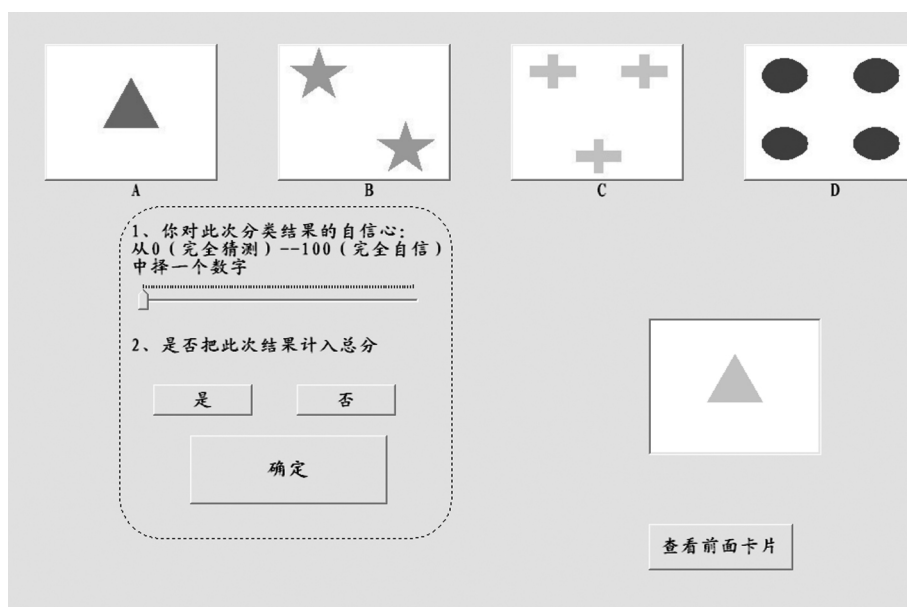


图 1 WCST 测验程序界面

## 2.4 测量指标

在本研究中,执行功能指标采用威斯康星卡片分类测验中比较常用的测量指标:完成分类数(Cc)、错误应答数(Re)、完成第一个分类所需应答数(R1st)、非持续性错误数(NRpe)、持续性错误数(Rpe)、持续性应答数(Rp)作为执行功能指标。其

中,完成分类数是该测验的一个整体成绩指标,表明概念化和抽象能力,是执行功能各种能力的综合体现;完成第一个分类所需应答数是反映个体概念形成及运用能力的指标;错误应答数、非持续性错误数指标主要与抽象概括能力及执行能力等有关;持续性应答数、持续性错误数是反映持续性的指标。持

持续性错误数指标是指根据前面原则分类产生的错误或当被试不管前面分类错误依然坚持原则分类,该指标是执行功能障碍的通常表现,更体现了执行功能中的抑制控制及认知灵活性(Greve et al., 2005)。

参照 Koren 等人(2006)研究选取认知操作输出和元认知监控指标。测验中未进行元认知控制之前的正确应答数与所有应答数之比更多地反映了个体认知灵活性、抑制控制等能力,而正确应答比例提高指标更反映了元认知监控的作用,因此,认知操作输出指标包括奖惩分数、正确应答比例提高两个指标。

奖惩分数:计入总分中正确应答所获得的奖励分数减去错误应答的惩罚分数。

正确应答比例提高:认知操作输出的正确应答百分比(选择计入总分中的正确应答数与选择计入总分的总应答数之比)减去测验正确应答百分比(测验中所有的正确应答数所占总应答数的百分比)所得的比例差值。

元认知监测:分类是否正确与自信心分数之间的 gamma 相关系数,该指标反应了对所选答案正确性的监测程度。

元认知控制:对分类的自信心分数与是否选择计入总分的 gamma 相关系数,该指标反应了对

认知操作输出结果的控制有多大程度上依赖于监测。

### 3 结果与分析

#### 3.1 元认知监控、执行功能和认知操作输出成绩的相关分析

执行功能指标包括:完成分类数(Cc)、错误应答数(Re)、完成第一个分类所需应答数(Rlst)、非持续性错误数(NRpe)、持续性错误数(Rpe)和持续性应答数(Rp)。元认知监控指标包括元认知监测、控制指标。认知操作输出指标包括奖惩分数和正确应答比例提高指标,具体见表1。对这些指标进行相关分析,具体结果详见表2。

表1 WCST 测验、元认知监控及认知操作输出指标( $N=60$ )

测量指标	<i>M</i>	<i>SD</i>
完成分类数(Cc)	5.47	2.68
错误应答数(Re)	36.83	17.68
完成第一个分类所需应答(Rlst)	7.22	11.46
非持续性错误数(NRpe)	19.13	5.27
持续性错误数(Rpe)	18.03	14.35
持续性应答数(Rp)	89.17	13.14
元认知监测	0.29	0.18
元认知控制	0.72	0.26
奖惩分数	756.18	156.53
正确应答比例提高	10.98	1.83

表2 元认知监控、执行功能及认知操作输出指标的相关系数

	完成分类数 (Cc)	错误应答数 (Re)	第一个分类所 需应答(Rlst)	非持续错数 (NRpe)	持续错误数 (Rpe)	持续应答数 (Rp)	元认知 监测	元认知 控制	正确应答 比例提高
Re	-0.87**	1.00							
Rlst	-0.40**	0.22	1.00						
NRpe	-0.82**	0.69**	0.45**	1.00					
Rpe	-0.77**	0.97**	0.10	0.52**	1.00				
Rp	0.54**	-0.46**	-0.27**	-0.51**	-0.38**	1.00			
元认知监测	0.12	0.14	0.01	-0.10	0.19	0.08	1.00		
元认知控制	0.07	0.04	-0.23	-0.04	0.07	0.18	0.50**	1.00	
正确应答比例提高	-0.53**	0.60**	0.09	0.35**	0.59**	-0.32**	0.38**	0.13	1.00
奖惩分数	0.28*	-0.33*	-0.13	-0.29*	-0.30*	0.11	-0.09	-0.08	-0.19

注: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ 。

#### 3.2 元认知控制的调节作用检验

采用 SPSS 20.0 的 PROCESS 程序(模型1)进行元认知控制的调节作用检验。分别采用认知操作输出的奖惩分数、正确应答比例提高指标为因变量,元认知监测指标为自变量,选择元认

知控制指标为调节变量进行模型检验。结果表明,元认知控制对元认知监测与认知操作输出指标的调节作用不显著( $\beta = 263.95$ ,  $t = 0.35$ ,  $p > 0.05$ ;  $B = -0.41$ ,  $t = -0.90$ ,  $p > 0.05$ ),结果见表3。

表3 元认知控制对元认知监测与认知操作输出指标之间的调节效应

因变量	交互项	R	$\beta$	SE	<i>t</i>	<i>p</i>	95% CI
奖惩成绩	元认知监测* 元认知控制	0.11	263.95	161.48	0.35	0.73	-0.70 0.70
正确应答比例提高	元认知监测* 元认知控制	0.40	-0.41	0.45	-0.90	0.37	-1.32 0.50

### 3.3 执行功能各指标的调节作用检验

采用 SPSS 20.0 的 PROCESS 程序(模型 1) 进行执行功能的调节作用检验。采用认知操作输出的奖惩分数指标为因变量,元认知监测指标为自变量,分别选择执行功能各指标为调节变量分别进行模型检验。结果表明,执行功能各指标对元认知监测与奖惩分数之间的调节作用不显著,结

果见表 4。然后,采用认知操作输出的正确应答比例提高指标为因变量,元认知监测指标为自变量,分别选择执行功能各指标为调节变量进行模型检验。结果表明,执行功能各指标中完成分类数、错误分类数、非持续性错误数、持续性错误数指标在元认知监测与成绩提高分数之间的调节作用显著,具体结果见表 4。

表 4 执行功能各指标对元认知监测认知操作成绩之间的调节效应分析

因变量	交互项	R	$\beta$	SE	t	p	95% CI
奖惩成绩	元认知监测* 完成分类数	0.30	44.56	63.62	0.70	0.49	-82.88 172.00
	元认知监测* 错误分类数	0.40	-3.66	10.57	-0.35	0.73	-24.85 17.52
	元认知监测* 完成第一个分类所需应答数	0.17	-6.41	15.76	-0.41	0.69	-37.97 25.16
	元认知监测* 非持续性错误数	0.35	-40.80	29.27	-1.39	0.17	-99.44 17.83
	元认知监测* 持续性错误数	0.31	5.58	13.43	0.42	0.68	-21.33 32.48
	元认知监测* 持续性应答数	0.24	26.95	18.35	1.47	0.15	-9.81 63.72
成绩提高分数	元认知监测* 完成分类数	0.67	-0.09	0.03	-2.59	0.01*	-0.15 -0.02
	元认知监测* 错误分类数	0.74	0.03	0.00	3.48	0.01*	0.01 0.03
	元认知监测* 完成第一个分类所需应答数	0.47	0.01	0.01	2.20	0.06	0.00 0.04
	元认知监测* 非持续性错误数	0.60	0.04	0.02	2.33	0.02*	0.01 0.07
	元认知监测* 持续性错误数	0.71	0.02	0.01	2.95	0.01*	0.01 0.03
	元认知监测* 持续性应答数	0.56	-0.01	-1.84	-1.84	0.07	-0.04 0.00

采用 SPSS 20.0 的 PROCESS 程序对执行功能各指标与元认知监测的显著交互项进行简单斜率分析。分析结果表明,当完成分类数较低时,元认知监测水平高的个体其成绩提高分数显著好于低元认知监测水平的个体( $\beta = 0.52$ ,  $t = 4.08$ ,  $p < 0.05$ );在错误指标数较高时,元认知监测水平高的个体其成绩提高分数显著高于元认知监测水平低的个体( $\beta = 0.59$ ,  $t = 4.75$ ,  $p < 0.05$ );在非持续性错误数、持续性错误数较高时,元认知监测水平高的个体其成绩提高分数也显著好于元认知监测水平低的个体( $\beta = 0.56$ ,  $t = 4.37$ ,  $p < 0.05$ ;  $\beta = 0.54$ ,  $t = 4.09$ ,  $p < 0.05$ )。简单斜率分析结果表明,元认知监测水平对成绩提高分数的作用更多的体现在执行功能指标较差的个体上,即,在执行功能水平较低的情况下,元认知监测水平高的个体其正确应答比例提高成绩好于元认知监测水平低的个体,具体见图 2、图 3、图 4 和图 5。

## 4 讨论

本研究采用经典的执行功能任务—威斯康星卡片分类测验,并在该任务中嵌入元认知监控指标,从元认知控制、执行功能两个方面探讨元认知监测对认知操作输出的作用。研究结果表明,对于小学高

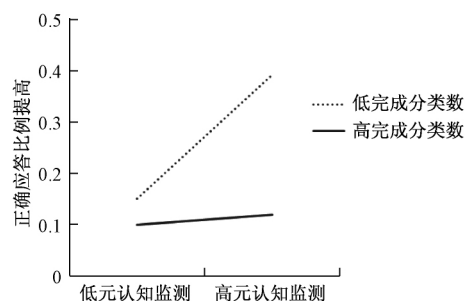


图 2 完成分类数在元认知监测与正确应答比例提高间的调节作用

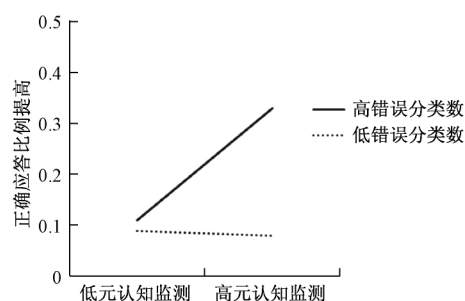


图 3 错误分类数在元认知监测与正确应答比例提高间的调节作用

年级学生而言,元认知控制在元认知监测与认知操作输出之间不具有调节作用,执行功能多个指标在元认知监测与正确应答比例提高之间具有调节作用。实验结果部分支持了实验假设。

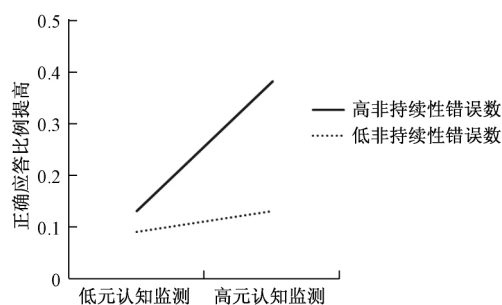


图 4 非持续性错误数在元认知监测与正确应答比例提高间的调节作用

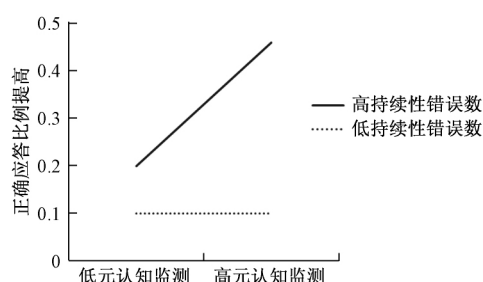


图 5 持续性错误数在元认知监测与正确应答比例提高间的调节作用

威斯康星卡片分类测验是一项评估执行功能障碍的神经心理任务,测验要求参与者尝试不同的规则从而找到一个正确分类卡片的方法,参与者如果具有严重的额叶和前额叶皮质的损害,那么他们在卡片分类任务中会遇到各种各样的问题,不管多少次被告知分类的错误,他们仍然继续运用相同的规则,这种持续性与错误性的策略被称为错误坚持,比如,精神分裂症患者的错误应答数和持续性错误数均明显增多 (Greve et al., 2005)。测验中未进行元认知控制之前的正确应答数与所有应答数之比更多地反映了个体规则学习与规则转换的能力,而正确应答比例提高指标更反映了元认知监控的作用。研究结果发现,执行功能多个指标在元认知监测与正确应答比例提高之间具有调节作用,而元认知控制并没有表现出调节作用,表明元认知控制是对执行功能结果输出的控制,可能是不同于执行功能的一种控制。执行功能各指标的调节作用分析结果表明,元认知监测更多地在较低的执行功能水平上具有促进作用,即,执行功能水平越低,元认知监测越是有有效的提高了正确应答比例。虽然研究结果表明执行功能指标的调节作用,但这种调节作用并不支持执行功能是元认知控制发展的基础这一观点 (Bryce et al., 2015; Carlson & Moses, 2001)。

从研究方法上看,经典的威斯康星卡片分类测

验中只关注基于数量的认知操作成绩,难以分别测量元认知监测和元认知控制,而自由报告法可以清晰地分离元认知监测和元认知控制过程,其认知操作输出成绩包含了认知功能和元认知监控的测量。自由报告和强迫报告条件下认知操作成绩之间的差异更多的反应了元认知监控的作用,因此,威斯康星卡片分类测验非常适合作为任务载体考察元认知监控与执行功能对认知操作输出的作用。在该测验中嵌入的元认知监控是对认知功能的监控,是对认知操作正确性的监测和控制,虽然这种元认知控制是选择认知活动结果是否提交,并没有真正地触及认知活动的内在调整过程,但这种嵌入设计可以将元认知监控与认知活动相对清晰地分离并对元认知监测、控制进行测量,提高了认知与元认知的联结,这是一种新的研究尝试。

虽然元认知与执行功能对个体的认知操作都具有重要作用 (Roebbers, 2017; Zelazo, 2015),但从执行功能和元认知监控的发展脉络来看,执行功能是一种基础的认知能力 (Berry et al., 2014; Wallace et al., 2016),其发展要早一些,约在个体出生第一年末开始出现,在 2~5 岁这个阶段迅速发展 (Hendry et al., 2016),呈现线性趋势发展趋势 (Poon, 2018);而元认知监控的发展要晚于元认知知识,一般要在小学阶段才有实质性的表现,据此推测在元认知监控发展过程中,元认知监测对认知操作成绩可能还会受到执行功能水平的影响。虽然研究结果证明了执行功能的调节作用,但是这种调节作用只是表现为当执行功能水平较低时,有效的元认知监测可以提高认知操作的输出成绩,研究结果进一步支持元认知监控是一种与动机有关的、有意识的调节控制。

个体在现实的行为表现可能不仅仅取决于认知能力和知识,还取决于对认知能力和知识的精确评价(监测和控制),比如,一个人可能认知能力很差(记不住旅店的地址),但能正确监测自己的记忆能力并寻求帮助(控制) (Koren et al., 2006),这体现了元认知监控和执行功能的作用。本研究在威斯康星卡片分类测验中加入了奖惩条件,个体根据自信心判断对结果输出进行选择,选择是否把该结果计入总分,从而调整认知操作的结果输出。虽然只有很少研究表明奖惩对威斯康星卡片分类测验的结果具有积极的增强作用,但以后的研究可以考虑进一步探讨自由报告法下奖惩的作用;此外,本研究在威斯康星分类任务中嵌入元认知监控,而不是相对独

立的考察执行功能和元认知监控,所以也有可能嵌入的元认知监控影响了威斯康星卡片分类任务的结果。未来研究可以将威斯康星卡片分类测验分为前后两部分,一部分嵌入元认知监控,一部分不嵌入元认知监控;最后,自由报告法下的元认知控制没有涉及计划、策略等。除此之外,被试数量也不充足,需要进一步加大样本容量等等。未来研究可以从这些方面深入探讨元认知监控与执行功能的关系及二者对认知操作输出的作用。

尽管研究存在以上不足,但研究结果支持元认知监控是与动机有关的、有意识的调节控制,为从理论上厘清元认知监控与执行功能的关系提供了实证支持。研究结果可以为小学教育提供一定的建议,比如,在小学教育中加强小学生元认知监控能力的培养,尤其针对执行功能较低的小学生可以增强其元认知监控能力从而提高认知操作成绩。

## 5 结论

(1) 执行功能各指标中完成分类数、错误分类数、非持续性错误数、持续性错误数指标在元认知监测与正确应答比例提高之间的调节作用显著。

(2) 元认知监测更多地在此较低的执行功能水平上具有促进作用,即,当执行功能水平较低时,有效的元认知监测可以提高认知操作的输出成绩。

### 参考文献:

- Akturk, A. O. & Sahin, I. (2011). Literature review on metacognition and its measurement. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 3731–3736.
- Baş, F., & Sağır, M. Ö. (2017). A Content analysis of the articles on metacognition in education in Turkey. *Eğitim ve Bilim*, 42(192), 1–33.
- Berry, D., Blair, C., Raver, C. C., & Berry, D. J. (2014). Two approaches to estimating the effect of parenting on the development of executive function in early childhood. *Developmental Psychology*, 50(2), 554–565.
- Bryce, D., Whitebread, D., & Szűcs, D. (2015). The relationships among executive functions, metacognitive skills and educational achievement in 5 and 7 year-old children. *Metacognition and Learning*, 10(2), 181–198.
- Carlson, S. M., & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*, 72(4), 1032–1053.
- Destan, N., & Roebbers, C. M. (2015). What are the metacognitive costs of young children's overconfidence? *Metacognition and Learning*, 10(3), 347–374.
- Greve, K. W., Stickler, T. R., Love, J. M., Bianchini, K. J., &

- Stanford, M. S. (2005). Latent structure of the Wisconsin Card Sorting Test: A confirmatory factor analytic study. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20(3), 355–364.
- Hendry, A., Jones, E. J. H., & Charman, T. (2016). Executive function in the first three years of life: Precursors, predictors and patterns. *Developmental Review*, 42, 1–33.
- Kavale, K. A., & Forness, S. R. (2000). What definitions of learning disability say and don't say: A critical Analysis. *Journal of Learning Disabilities*, 33(3), 239–256.
- Koren, D., Seidman, L. J., Goldsmith, M., & Haverly, P. D. (2006). Real-world cognitive-and metacognitive-dysfunction in Schizophrenia: A new approach for measuring (and remediating) more "right stuff". *Schizophrenia Bulletin*, 32(2), 310–326.
- Koriat, A., & Goldsmith, M. (1996). Monitoring and control processes in the strategic regulation of memory accuracy. *Psychological Review*, 103(3), 490–517.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1994). Why investigate metacognition? In J. Metcalfe & A. P. Shimamura (Eds.), *Metacognition: Knowing about knowing*. Massachusetts: The MIT Press.
- Palmer-cooper, E., & Fleming, S. M. (2014). Effects of age on metacognitive efficiency. *Consciousness and Cognition*, 28(7), 151–160.
- Poon, K. (2018). Hot and cool executive functions in adolescence: Development and contributions to important developmental outcomes. *Frontiers in Psychology*, 8, 1–18.
- Reder, L. M., & Schumm, C. D. (1996). Metacognition does not imply awareness: Strategy choice is governed by implicit learning and memory. In Reder, L. M. (Ed.), *Implicit Memory and Metacognition* (pp. 45–76). Mahwah: Erlbaum.
- Roebbers, C. M. (2017). Executive function and metacognition: Towards a unifying framework of cognitive self-regulation. *Developmental Review*, 45, 31–51.
- Roebbers, C. M., Cimeli, P., Rütthlisberger, M., & Neuenschwander, R. (2012). Executive functioning, metacognition, and self-perceived competence in elementary school children: An explorative study on their interrelations and their role for school achievement. *Metacognition and Learning*, 7(3), 151–173.
- Roebbers, C. M., Schmid, C., & Roderer, T. (2009). Metacognitive monitoring and control processes involved in primary school children's test performance. *British Journal of Educational Psychology*, 79(4), 749–767.
- Scharff, L., Draeger, J., Verpoorten, D., Devlin, M., Dvorakova, L. S., Lodge, J. M., & Smith, S. (2017). Exploring metacognition as support for learning transfer. *Teaching & Learning Inquiry*, 5(1), 1–14.
- Schneider, W., Vise, M., Lock, K., & Nelson, T. O. (2000). Developmental trends in children's memory monitoring evidence from a judgment-of-learning task. *Cognitive Development*, 15, 115–134.

- Stone, M. M., Blumberg, F. C., Blair, C., & Cancelli, A. A. (2016). The "EF" in deficiency: Examining the linkages between executive function and the utilization deficiency observed in preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 152, 367–375.
- Thiede, K. W., & Dunlosky, J. (1999). Toward a general model of self-regulated study: An analysis of selection of items for study and self-paced study time. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 25, 1024–1037.
- Veenman, M. V. J., & Spaans, M. A. (2005). Relation between intellectual and metacognitive skills: Age and task differences. *Learning and Individual Differences*, 15(2), 159–176.
- Veenman, M. V. J., Van Haut-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological consideration. *Metacognition Learning*, 1(1), 3–14.
- Wallace, G. L., Kenworthy, L., Pugliese, C. E., Popal, H. S., White, E. I., Brodsky, E., & Martin, A. (2016). Real-World Executive Functions in Adults with Autism Spectrum Disorder: Profiles of impairment and associations with adaptive functioning and co-morbid Anxiety and depression. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(3), 1071–1083.
- Zelazo, P. D. (2015). Executive function: Reflection, iterative reprocessing, complexity, and the developing brain. *Developmental Review*, 38, 55–68.
- 陈天勇, 韩布新, 李德明. (2003). 工作记忆中央执行功能研究新进展. *南京师大学报(社会科学版)*, (5), 92–99.
- 陈英和, 韩璐璐. (2012). 儿童青少年元认知的发展特点及作用的心理机制. *心理科学*, 35(3), 537–543.
- 董奇, 周勇. (1995). 10–16 岁儿童自我监控学习能力的成分、发展及作用的研究. *心理科学*, 18(2), 75–79.
- 郝嘉佳, 陈英和. (2010). 小学儿童在线和离线元认知监控的发展特点及其对问题解决的影响. *心理科学*, 33(5), 1108–1112.
- 慕德芳, 陈英和. (2013). 元认知监控的机制: 认知灵活性的调节作用. *心理发展与教育*, 29(2), 113–120.
- 文萍, 李红. (2007). 6–11 岁儿童执行功能发展研究. *心理学探新* 27(3), 38–43.
- 吴灵丹, 刘电芝. (2006). 儿童计算的元认知监测及其对策略选择的影响. *心理科学*, 29(2), 354–357.
- 周晓林. (2004). 执行控制: 一个具有广阔理论前途和应用前景的研究领域. *心理科学进展*, 12(5), 641–642.

## How Metacognitive Monitoring Influence WCST of Higher Graders in Primary School: The Moderating Role of Executive Function

MU Defang<sup>1</sup> CHEN Yinghe<sup>2</sup>

(1. School of Law, Tianjin University of Commerce, Tianjin 300134;

2. Institute of Developmental Psychology, Beijing Normal University, Beijing 100875)

**Abstract:** The present study examined the moderator role of metacognitive control and executive function in the effect of metacognitive monitoring on cognitive operation of Wisconsin Card Sorting Test. A total of 60 primary school students in grade 5 and 6 were employed, and were asked to make confidence judgment on each classification and choose whether to include the classification results in the total score. Reward score and improvement ratio in WCST were used to represent the performance of cognitive operation. The results showed that: (1) Executive function played as moderator of the association between metacognitive monitoring and functional outcome of cognitive operation; (2) When the executive function was poor, higher levels of metacognitive monitoring predicted better cognitive performance. The findings of the current study reveal that metacognitive monitoring is a kind of regulation and control ability related to motivation, which provides empirical support to clarify the relationship between metacognitive monitoring and executive function.

**Key words:** metacognitive monitoring; metacognitive control; executive function