

分心刺激条件下4~6岁儿童类比推理的发展及执行功能的影响

沈佳鑫¹, 费广洪^{2,3*}, 舒慧⁴

(1. 东莞市横沥镇第二小学, 东莞 523460; 2. 广东白云学院教育学院, 广州 510450;
3. 深圳大学教育学部, 深圳 518060; 4. 深圳市福田区美莲小学, 深圳 518000)

摘要:本研究采用同时含有知觉和语义分心的类比推理任务和测量执行功能的白天黑夜 Stroop 任务、数字顺背和倒背任务、维度变化卡片分类任务, 对 223 名 4~6 岁儿童进行测试, 旨在考察在两种分心刺激同时存在时 4~6 岁儿童类比推理的发展特点, 类比推理受两种分心刺激影响的年龄发展模式 and 执行功能三个子成分对类比推理影响的机制。结果发现: 4~6 岁儿童的类比推理存在年龄差异, 5.5 岁儿童的类比推理能力显著提高; 知觉分心更能影响 4~6 岁儿童的类比推理, 5.5 岁后知觉分心对儿童类比推理的影响显著降低; 执行功能的认知灵活性和工作记忆成分都与类比推理显著正相关, 并对类比推理都有显著的预测作用。

关键词: 4~6 岁儿童; 知觉分心; 语义分心; 执行功能; 类比推理发展

中图分类号: B842.5

文献标志码: A

文章编号: 1003-5184(2025)05-0428-07

1 引言

类比推理是抽象逻辑思维的一种重要形式, 是指从两个对象的某些相似性和一个对象的已知特性推出另一个对象也具有这种特性的推理过程 (Gentner, 1983)。类比推理使儿童能够在已经获得的知识基础上进行构建获取和组织新信息 (Gentner & Rattermann, 1991), 是学业成就和专业发展的重要预测因素 (Kuncel et al., 2004)。

对学前儿童来说, 成功完成类比推理存在困难。该年龄段的儿童更倾向于关注类比物的表面相似性而非关系结构 (Gentner & Medina, 1998)。类比推理任务中含有分心刺激对儿童类比推理的表现有重要影响。Richland 等人 (2006) 的研究发现, 年幼儿童更倾向选择与提示项目表面特征相似的项目, 而非关系相似的项目。例如, 源情景描绘了一只狗追逐一只猫, 靶情景描绘了一个男孩追逐一个女孩, 如果源情景中箭头指向狗, 要求儿童在靶情景中选择相应角色的事物。正确的选择是男孩, 因为在各自的情景中他们都是追逐的一方。然而, 当靶情景中存在知觉分心干扰时 (靶情景中也有一只类似的狗), 这项任务对于儿童来说尤其困难。马晓清等人 (2008) 也使用类似的任务发现, 4~6 岁儿童在无知觉分心条件下的类比推理成绩更高。

除了知觉分心, 研究者还会设置抽象概念层面的语义分心。Chuderska 和 Chuderski (2014) 通过操

纵相同类别的不同物体在源情景和靶情景中所起的作用不同来实现含有语义分心的情景类比任务。如, 源情景呈现“玻璃瓶砸坏了球”, 靶情景呈现“厚书砸坏了镜子”, “玻璃瓶”和“镜子”都属于玻璃类别, 但是在源情景和靶情景中所起的作用不同 (破坏物体和被破坏物体), 由此构成了语义分心干扰。研究发现, 语义分心会降低被试的任务表现 (Chuderska & Chuderski, 2014; 于晓等, 2020)。另一种在经典类比推理任务 (A:B::C:?) 中设置语义分心的方式是, 在选项中设置与 C 项语义相关的选项。如, 衣服: 衣柜:: 牛奶: ?, 这道题的正确选项是“冰箱”, 因为“衣服放在衣柜里, 牛奶放在冰箱里”。但在选项中还设置了“奶牛”这一与“牛奶”语义相关的选项, 因为奶牛产牛奶, 由此构成语义分心干扰。

一些研究采用经典类比推理任务, 在选项中同时设置知觉分心和语义分心探究被试的错误反应发现, 在各类错误中成人和 6 岁儿童都最多选择语义分心项, 其次是知觉分心项, 最少选择无关选项 (Vendetti et al., 2017; Starr et al., 2018)。然而, 有研究发现, 3~4 岁儿童在类比推理中更容易受到知觉干扰而非语义干扰的影响 (冯廷勇等, 2006; 顾本柏等, 2011)。于晓等人 (2020) 的研究还发现, 5~6 岁儿童不仅受到知觉干扰也会受到语义干扰影响。由上述研究可知, 在 4~6 岁之间, 儿童受知觉干扰和语义干扰的年龄模式可能存在一个转变过程。这

* 通信作者: 费广洪, E-mail: 522769749@qq.com。

种转变具体是在哪个年龄段发生的,还有待深入探究。

哪些因素促进了儿童类比推理的发展?主要有知识限制和能力限制两种观点。Piaget的结构理论认为,类比推理的发展存在三个阶段,儿童到形式运算阶段才真正具备类比推理能力(Piaget, 1990)。然而, Goswami 和 Brown(1989)发现, Piaget的任务经常涉及不常见的关系,这对年幼的儿童来说可能是不熟悉的,3岁儿童如果具备了类比推理相关知识经验,也能成功地完成类比推理任务。但是,领域知识并不能完全解释类比推理的发展。在能力限制论视野中,抑制控制和工作记忆可能是影响儿童类比推理的重要因素,两者同属执行功能(Executive Function)。执行功能是指个体对思维、行为进行有意识监控的心理过程和能力(Zelazo & Müller, 2002),除工作记忆、抑制控制外,还含有认知灵活性(Diamond, 2013)。研究发现,与抑制控制较低的儿童相比,抑制控制较高的儿童能够更好地关注关系匹配并抑制对分心项目的关注,抑制控制对类比推理有预测作用(Richland et al., 2006; Richland & Burchinal, 2013)。工作记忆也是重要的影响因素。推理过程受到工作记忆容量的制约(Meiser et al., 2001; 白学军等, 2007)。一类研究通过比较儿童在不同类比关系复杂性(一元、二元关系)任务中的表现认为,儿童完成复杂的类比关系需要更多工作记忆容量(Richland et al., 2006; 张莉等, 2010);另一类研究则采用工作记忆测验,分析工作记忆与类比推理成绩间的关系表明工作记忆对类比推理存在影响(郝嘉佳等, 2017; Simms et al., 2018)。

然而,已有研究并非都将“抑制控制”和“工作记忆”视为同一层级的认知能力,有些研究任务调查的是狭义的抑制控制,即工作记忆中央执行成分中的抑制控制,而有些研究任务调查的抑制控制则与工作记忆同属一个层级的认知能力(陈逸群等, 2020)。目前无论是操纵类比情景变量还是直接预测回归儿童类比推理能力的发展,关于抑制控制和工作记忆对儿童类比推理的影响都尚未得到一致结果,并且目前的类比推理研究更多只是将认知灵活性作为执行功能的一个组成部分参与讨论(陈逸群等, 2020)。认知灵活性是个体在执行复杂任务、操作或心理定势时的来回转换(Monsell, 1996)。较少有研究将认知灵活性作为一个独立变量,探究认知灵活性对学前儿童类比推理的影响。仅 Simms 等人(2018)采用 DCCS 任务调查 5~11 岁儿童的认知灵活性发现,认知灵活性不能显著预测类比推理。从理论角度,类比推理过程需要认知灵活性的参与,因为被试需要不停转换自己对类比推理中不同项目

的关注(Glady et al., 2017)。

综上所述,学前儿童类比推理的发展及影响因素研究均取得一定进展,但在探究学前儿童的类比推理受不同干扰类型影响的年龄发展模式和执行功能对类比推理的影响机制方面还可进一步补充研究。因此,一方面本研究拟在类比推理任务中同时设置知觉分心和语义分心,考察 4~6 岁儿童在两种分心干扰下类比推理的年龄发展模式;另一方面,不只独立考虑工作记忆、抑制控制,而是整体探究执行功能的三个子成分影响学前儿童类比推理的机制。

本研究预期,随年龄增长,儿童的类比推理能力不断发展,类比推理的快速增长可能在 5 岁左右;在同时受到知觉和语义干扰下,4~5 岁儿童更多出现知觉错误,5~6 后的儿童更多出现语义错误;执行功能的三个成分均与类比推理显著相关,都能预测类比推理发展。

2 方法

2.1 被试

在征得监护人、幼儿园管理者和班级教师的同意下,选取深圳市三所幼儿园的 225 名 4~6 岁儿童,剔除两名极端数据的被试,最后纳入到正式数据分析的被试共 223 名。其中 4 岁组 58 名($M_{\text{月龄}} = 51.47, SD = 1.84$, 男孩 32 名), 4.5 岁组 56 名($M_{\text{月龄}} = 58.02, SD = 1.45$, 男孩 28 名), 5 岁组 55 名($M_{\text{月龄}} = 63.38, SD = 1.79$, 男孩 32 名), 5.5 岁组 54 名($M_{\text{月龄}} = 69.22, SD = 1.44$, 男孩 28 名)。所有参加测试的儿童智力正常,均无智力障碍及其他行为问题。

2.2 研究工具

2.2.1 工作记忆

工作记忆测验包含数字顺背和倒背两项任务。两项任务中,主试均以每秒 1 个数字的速度口头呈现若干数字。数字顺背任务要求被试在听到主试口头呈现数字后,以相同的顺序报告其所听到的数字,从 2 个数字开始,共有 6 个水平,即每个水平增加一个数字。每个水平有 2 个任务,共 12 个任务。每个任务 1 分,得分范围为 0~12 分。数字倒背任务则要求被试以相反的顺序报告其所听到的数字,从 2 个数字开始,共有 5 个水平。每个水平有 2 个任务,共 10 个任务。每个任务 1 分,得分范围为 0~10 分。如果被试在同一水平的两个任务中均失败则停止测试。以数字顺背和倒背两项任务的得分相加作为工作记忆的得分。

2.2.2 认知灵活性

认知灵活性测验采用维度变化卡片分类任务。包括 1 个练习试次,6 个正式试次。测试材料为七组颜色、形状、大小不同的卡片,其中颜色包括黄色、

蓝色、红色、绿色,形状包括三角形、长方形、正方形、圆形。七组卡片组合均不同,一组用于学习,另外六组用于正式测试。用于学习的卡片为:绿色大圆形、黄色大长方形、蓝色小圆形、绿色小三角形。每组有4张卡片,每组卡片都有三个维度。主试出示一组(4张)卡片,告诉被试把其中有相同地方的2张卡片挑出来放在一起,并尽可能多地进行组合。每组卡片都可以找出3种组合,找出1种即得1分,得分范围为0~18分。

2.2.3 抑制控制

抑制控制测验采用白天黑夜 Stroop 任务。测试材料为8张太阳和8张月亮的图片。在任务开始前,主试呈现一组太阳和月亮的图片,确认幼儿对月亮-黑夜,太阳-白天的惯性反应。然后告诉被试当看到“太阳”要说“黑夜”,当他看到“月亮”要说“白天”,一看到就马上说出来。2个练习试次后,进入16个正式试次。计分方式为被试的第一反应答对得2分,第一反应错误后纠正得1分,答错不得分。得分范围为0~32分。

2.2.4 类比推理

参照 Thibaut 等人(2016)的范式编制了类比推理测验。共包含2道练习试题和10道正式试题,每个试题都由一道不完整的类比命题(A:B::C:?)组成,并有四个选项(目标项、语义分心项、知觉分心项和无关选项)。例如,火车:铁轨::船:?,选项有大海(目标项)、飞机(语义分心项)、帆船(知觉分心项)和叶子(无关选项)。每张图片的区域面积相等,所有图片均为黑白。测试的指导语为:“小朋友,你好。现在我们一起玩‘找朋友’的游戏。这两张图片(主试用手指上面一排左边的两张图片)是好朋友,请你仔细观察这两张图片,它们有什么关系?根据它们的关系,想一想这张图片(主试用手指问号旁边的图片)的好朋友是谁?请你在下面的四张图片中找到它的好朋友,找到后你就说出图片的号码。”被试先完成2个练习试次。在练习试次中,若被试选择正确,则给予强化;若错误,则立即予以纠正,并进行讲解,直至其理解题意为止。随后进行10个正式测试,正式测试不反馈只记录。该工具的内部一致性信度为0.71。与瑞文推理测验之间的相关显著($r=0.33, p<0.01$)。测试任务均在电脑屏幕上呈现,呈现流程为:注视点“+”呈现1000ms——测试1(按键结束)——注视点“+”1000ms——测试2(按键结束)……主试的手始终放在“▶”键上,听到被试报告后第一时间按键进入下一试次,见图1。类比推理测试前,先进行一项相关知识测试。即主试向儿童呈现所有试题中的图片,再让儿童对每张图片进行命名。若儿童回答正

确则给予强化;若回答不正确,立即进行纠正。此项测试的目的在于避免被试由于不认识或不理解测验中的图片而出现后续的推理错误。经测试所有儿童均认识图片中的物体。

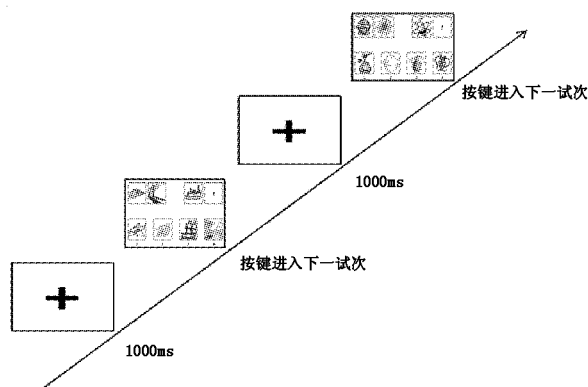


图1 类比推理测试流程图

2.3 研究程序

由研究者本人担任主试,在幼儿园一间安静的房间中进行个别施测。测试分为三部分,第一部分是执行功能测试,按工作记忆、认知灵活性、抑制控制的顺序进行,约10分钟;第二部分是相关知识测试,以游戏的方式进行,约5分钟;第三部分是类比推理测试,约7分钟。每个部分测试后间隔休息5分钟。

2.4 数据处理

采用 SPSS 20.0 进行统计分析。首先,对儿童在执行功能各任务和类比推理任务上的得分进行描述统计;其次,以年龄为自变量,类比推理得分为因变量进行单因素方差分析,探究4~6岁儿童类比推理的发展;再次,对各年龄组儿童的类比推理反应进行卡方检验,探究4~6岁儿童受知觉和语义分心干扰影响的年龄发展模式;最后,将类比推理总分与执行功能的三个成分进行相关与回归分析,探究执行功能子成分对4~6岁儿童类比推理的影响。

3 结果

3.1 各项任务得分的描述统计及类比推理得分的方差分析

不同年龄组的儿童在执行功能各项任务及类比推理任务上的得分如表1所示。

以年龄为自变量,类比推理得分为因变量进行单因素方差分析(见表2)。由于不满足方差齐性,采用 Welch 法。结果显示:类比推理得分年龄主效应显著, $F(3,120.59)=11.71, p<0.01$ 。事后采用 Tamhane 法进行两两比较发现,5.5岁组儿童的类比推理高于4岁、4.5岁组儿童,其余两组间均不存在显著差异。

表 1 各年龄组儿童执行功能和类比推理任务得分的描述性统计

	4 岁组 (N=58)	4.5 岁组 (N=56)	5 岁组 (N=55)	5.5 岁组 (N=54)
工作记忆	10.97(2.02)	11.48(2.58)	12.67(2.01)	13.76(2.70)
认知灵活性	10.81(3.57)	11.04(3.65)	12.96(4.02)	14.67(2.84)
抑制控制	25.21(7.92)	26.30(6.81)	28.67(2.98)	29.59(2.53)
类比推理得分	3.76(2.01)	3.89(2.33)	4.80(2.67)	5.98(2.26)

表 2 各年龄组儿童类比推理得分的方差分析

	4 岁组 (N=58)	4.5 岁组 (N=56)	5 岁组 (N=55)	5.5 岁组 (N=54)	F	p
类比推理得分	3.76 ± 2.01	3.89 ± 2.33	4.80 ± 2.67	5.98 ± 2.26 ^{ab}	11.71	0.00**

注:** $p < 0.01$; ^a表示与 4 岁组比较 $p < 0.05$, ^b表示与 4.5 岁组比较 $p < 0.05$ 。

3.2 类比推理的反应分析

本研究还想探讨在知觉分心和语义分心干扰同时存在时,各年龄组儿童推理反应的差异及受知觉和语义分心干扰影响的年龄模式。在本研究的类比推理题中,备择选项共有四类:正确选项(1 个),知觉分心项(1 个)、语义分心项(1 个)、无关选项(1 个)。分别对四个年龄组儿童选择四类选项的频次进行统计,见表 3。由表 3 可知,除正确选项外,4~6 岁儿童最多选择知觉分心项,其次是语义分心项,最后是无关选项;随年龄增长,儿童选择正确选项的频次百分比逐渐增加,选择知觉分心项的频次百分比逐渐下降,知觉分心项和语义分心项的频次差异逐渐缩小。

采用卡方独立性检验(列联表)考察各组儿童类比推理反应的差异。结果显示,四组儿童的类比推理反应存在显著差异, $\chi^2 = 94.622, df = 9, p < 0.001$ 。进一步进行两两组间差异的比较,通过 Bonferroni 对 α 进行调整,结果见表 4。由表可知,在正确选项的频次上,4 岁和 4.5 岁组不存在显著差异($p > 0.05$),5 岁、5.5 岁组与 4 岁、4.5 岁组存在显著差异($p < 0.05$),5 岁和 5.5 岁组之间也存在显著差异($p < 0.05$)。在知觉分心项的频次上,4 岁

和 4.5 岁组,5 岁和 4.5 岁组之间不存在显著差异($p > 0.05$),5 岁、5.5 岁组均与 4 岁组存在显著差异($p < 0.05$),5 岁和 5.5 岁组间也存在显著差异($p < 0.05$)。在语义分心项的频次上,四组儿童间均不存在显著差异($p > 0.05$)。在无关选项的频次上,5.5 岁组与 4 岁、4.5 岁组存在显著差异($p < 0.05$),5 岁与 5.5 岁组不存在显著差异($p > 0.05$)。结果表明,当类比推理中同时有知觉分心和语义分心存在时,两种分心都对 4~6 岁儿童的类比推理产生干扰作用,但儿童较倾向于选择知觉分心项,在 5.5 岁后儿童选择知觉分心项的频次显著降低,4~6 岁儿童选择语义分心项的频次无显著差异。

表 3 四个年龄组儿童类比推理的反应分析

年龄	正确选项 频次(%)	知觉分心选 项频次(%)	语义分心选 项频次(%)	无关选项 频次(%)
4 岁组 (58 人)	218 (37.6)	231 (39.8)	116 (20.0)	15 (2.6)
4.5 岁组 (56 人)	223 (39.8)	199 (35.6)	115 (20.5)	23 (4.1)
5 岁组 (55 人)	269 (48.9)	168 (30.6)	104 (18.9)	9 (1.6)
5.5 岁组 (54 人)	326 (60.4)	107 (19.8)	104 (19.3)	3 (0.5)

表 4 选项 * 年龄 交叉表

			年龄				总计
			4 岁	4.5 岁	5 岁	5.5 岁	
选项类型	正确	计数	218 _a	223 _a	269 _b	326 _c	1036
		预期计数	269.5	260.2	255.5	250.9	1036.0
	知觉	计数	231 _a	199 _{a,b}	168 _b	107 _c	705
		预期计数	183.4	177.0	173.9	170.7	705.0
	语义	计数	116 _a	115 _a	104 _a	104 _a	439
		预期计数	114.2	110.2	108.3	106.3	439.0
	无关	计数	15 _a	23 _a	9 _{a,b}	3 _b	50
		预期计数	13.0	12.6	12.3	12.1	50.0
总计	计数	580	560	550	540	2230	
	预期计数	580.0	560.0	550.0	540.0	2230.0	

注:同一下标字母表示同一选项类型内不同年龄组的频次构成比在 0.05 水平上无显著差异。

3.3 执行功能与类比推理的相关分析

控制年龄的作用后,对类比推理得分与执行功能的工作记忆、认知灵活性、抑制控制成分进行偏相关分析(见表5)。结果显示,类比推理总分与工作记忆、认知灵活性、抑制控制均显著正相关,相关系数 r 在 0.13~0.24 之间。

表5 执行功能与类比推理总分之间的偏相关

	1	2	3	4
1. 工作记忆	—			
2. 认知灵活性	0.28**	—		
3. 抑制控制	0.23**	0.13*	—	
4. 类比推理总分	0.21**	0.24**	0.13*	—

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ 。

3.4 回归分析

以年龄、工作记忆、认知灵活性和抑制控制为自变量,以类比推理得分为因变量进行多元逐步回归分析。结果表明,模型修正可决系数 $R^2 = 0.182$,模型可以解释类比推理总变异的 18.2%,年龄、工作记忆、认知灵活性都对类比推理起显著正向的预测作用。

表6 年龄、执行功能对儿童类比推理影响的逐步回归分析

变量	R^2	ΔR^2	β	t	P
年龄	0.125	0.121	0.212	3.035	0.003**
认知灵活性	0.178	0.171	0.209	3.073	0.002**
工作记忆	0.193	0.182	0.143	2.009	0.046*

注: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ 。

4 讨论

4.1 4~6岁儿童类比推理的发展特点

本研究发现,4~6岁儿童类比推理发展的年龄差异显著。5.5岁组儿童的类比推理显著优于4岁、4.5岁组,4岁与4.5岁、4.5岁与5岁、5岁与5.5岁间均不存在显著差异。这表明,在4.5岁~5.5岁间儿童类比推理的发展是逐步累积的,5.5岁后儿童的类比推理会表现出较为明显的发展变化。这与一些研究的结论基本一致。杨玉英(1983)探究3~7岁儿童的推理过程发现,5~6岁是儿童推理过程发展的“转折时期”,类比推理的发展在5~6岁存在一个显著的加速期。张莉等人(2010)的研究发现,5~6岁是类比推理的加速发展期。马晓清等人(2008)考察了知觉分心对4岁、5岁、6岁儿童类比推理能力发展的影响发现,6岁组的成绩显著优于4岁、5岁组的成绩,而4岁组的成绩与5岁组的成绩没有显著差异,表明5岁可能是儿童能够抑制知觉分心进行类比推理的快速发展期。该研究中6岁组儿童的平均年龄为5岁11个月,和本研究中5.5岁组儿童的年龄相仿。这也表明在有分心的类比推理任务中儿童的类比推理水平还较低,可能在

5.5岁后类比推理发展上才能表现出明显变化。

此外,本研究考察4~6岁儿童受知觉和语义分心影响的年龄发展模式发现,同时存在知觉和语义分心时,两者都对儿童的类比推理产生影响,儿童更倾向选择知觉分心项,4~6岁儿童选择语义分心项的频次无显著差异。这与于晓等人(2020)的研究部分一致,该研究发现3~4岁儿童在类比推理中更容易受到知觉干扰而非语义干扰的影响,直到5~6岁才易受到语义分心的影响。本研究中4~6岁儿童选择语义分心项的频次无显著差异,可能是因为不同年龄段的幼儿都能在选项中识别出与C选项语义有关联的选项,察觉两者之间的某种关联,但即使是5.5岁组儿童有时也不能完全推理出类比推理题中的逻辑关系,因此并没有表现出5.5岁组儿童选择语义分心项的频次显著降低,但5.5岁组儿童选择知觉分心和语义分心的频次已十分接近,可能年龄更大的儿童受语义分心的影响更明显,这有待研究进一步验证。Vendetti等人(2017)和Starr等人(2018)的研究也表明6岁儿童和成人最多选择语义分心项。本研究发现,知觉分心比语义分心的干扰更大。这可能由于4岁左右的儿童已经在日常经验中储备了常见事物之间关系的概念系统,本研究类比测试材料中的物品都是儿童所熟悉的,因此儿童在进行类比推理时头脑中事物之间的语义联系也被激活,但由于儿童的逻辑思维能力尚未发展起来,所以直观的知觉分心对儿童类比推理的影响更大。4~6岁儿童最少选择无关选项,这与先前研究是一致的(Vendetti et al., 2017; Starr et al., 2018)。分析4~6岁儿童受知觉分心影响的年龄模式还发现,5.5岁后儿童选择知觉分心项的频次显著降低。这一结果论证了“5.5岁儿童的类比推理发展表现出明显变化”,说明幼儿类比推理发展的显著变化可能与知觉分心影响的显著降低有关。知觉分心对5.5岁儿童的影响显著降低,可能与儿童的执行功能在5岁发生变化有关,5岁左右执行功能产生质的飞跃(李媛媛, 2010)。

4.2 认知灵活性、工作记忆与类比推理的关系

本研究发现,认知灵活性与类比推理正相关,并显著正向预测类比推理。目前关于认知灵活性与类比推理关系的研究还比较少。高敏(2009)发现,低推理能力组的小学生主要是转换和刷新能力较差。游漫(2019)探究大学生的图形推理发现,认知灵活性显著影响大学生图形推理的成绩。虽然上述研究与本研究中被试的年龄不同,但这可能表明认知灵活性对儿童和青少年的推理能力都有一定影响。而Simms等人(2018)的研究发现认知灵活性不能预测类比推理。本研究认为,从理论而言,完成类比推理任务需要认知灵活性的参与。认知灵活性是个体在

执行复杂任务、操作或心理定势时的来回转换(Monsell, 1996)。在完成类比推理时,一方面被试需要不停转换自己对类比推理中不同项目的关注(Gladyet al., 2017)。另一方面,认知灵活性影响被试对项目间关系的推理。认知灵活性发展较好的儿童能够在C项和四个选项之间建立多样的联系,在C项与某个选项之间的关系与A、B项之间的关系不一致时能够及时调整。而认知灵活性发展较差的儿童,可能在转变心理定势上存在困难,可能只拘泥于C项和某个选项之间的较为常见的关系,从而导致推理的错误。

此外,本研究发现,工作记忆与类比推理正相关,并显著正向预测类比推理。该结论与一些研究一致(郝嘉佳等, 2017; 杜雪松, 王爱平, 2017)。理论表明,推理过程受工作记忆容量的制约。心理逻辑理论认为,推理过程中,规则匹配、规则的运用和存储、对前提与新信息的运算等加工,均会受到工作记忆容量的制约。如果这些加工太复杂,超过工作记忆的容量,就会使推理产生错误(Meiseret al., 2001)。心理模型理论认为推理是在语义加工的基础上建构模型的过程,模型的建构会受工作记忆容量的制约(白学军等, 2007)。无论这些理论认为推理的机制如何,都证实了工作记忆在推理的过程中具有重要作用。包含了抽象语义层面干扰的类比推理任务对儿童的工作记忆容量有较高的要求(于晓等, 2020)。在本研究中,完成类比推理需要被试识记并回忆规则,即发现并识记A项与B项之间的关系,根据这种关系,找到D项,并使得A:B和C:D的关系相同。这就要求被试一直保持A项与B项的关系,直至找到目标项;还需要被试对A、B项以及C项与各个选项的信息进行加工,这些都需要工作记忆的参与。从神经机制的层面,工作记忆与推理过程有一定联系。Lavric等人(1998)对推理任务中工作记忆的作用进行了ERP研究发现,在进行工作记忆任务和推理任务时都能引起大脑背外侧前额叶和扣带前侧两个脑区的激活。王雨函等人(2012)采用功能磁共振成像技术发现,负责推理加工的主要脑区为额叶、顶叶下部和双侧楔前叶等区域,这说明在推理的过程中被试会集中认知资源进行加工。上述研究都表明,推理过程会激活与工作记忆相关的脑区,所需的认知神经机制是类似的,因此这也解释了工作记忆能够预测类比推理的原因。在本研究中并未发现抑制控制对4~6岁儿童的类比推理有预测作用,但已有研究(于晓等, 2020)表明抑制控制对儿童在知觉分心和语义分心任务中的类比推理成绩均有预测作用。其研究中抑制控制的测试任务为绿草白雪任务与本研究中的白天-黑夜Stroop任务规则类似。从理论上分析,抑制分心的

确需要抑制控制的参与,是否是任务类型造成了研究结果的差异后续可进一步论证。

5 结论

(1) 4~6岁儿童类比推理发展的年龄差异显著, 5.5岁儿童的类比推理能力有显著提高。

(2) 知觉和语义分心都影响4~6岁儿童的类比推理, 知觉分心的影响更大, 5.5岁后知觉分心对儿童类比推理的影响显著降低。

(3) 4~6岁儿童的认知灵活性和工作记忆与类比推理显著相关, 年龄、认知灵活性和工作记忆都对类比推理有显著的预测作用。

参考文献

- 白学军, 臧传丽, 王丽红. (2007). 推理与工作记忆. *心理科学进展*, (1), 16-21.
- 陈逸群, 于晓, 陈英和, 党茜茜, 韩敏, 侯江文. (2020). 儿童类比推理的影响因素及干预促进. *心理科学*, (2), 386-392.
- 杜雪松, 王爱平. (2017). 不同回避动机强度的消极情绪对类比推理的影响. *心理与行为研究*, 15(1), 69-74.
- 冯廷勇, 李宇, 李红, 苏缙, 龙长权. (2006). 3~5岁儿童表面与结构相似性类比推理的实验研究. *心理科学*, 29(5), 1091-1095.
- 顾本柏, 冯廷勇, 袁文萍, 马晓清. (2011). 3~5岁幼儿在主题-规则冲突条件下的类比推理. *心理发展与教育*, 27(2), 127-132.
- 高敏. (2009). 不同推理能力的小学生执行功能的研究(硕士学位论文). 苏州大学, 苏州.
- 郝嘉佳, 陈英和, 陈艺萍, 白学军. (2017). 工作记忆和类比推理与初一年级学生数学成绩的关系: 有调节的中介效应. *心理与行为研究*, (4), 495-499.
- 李媛媛. (2010). 4~7岁儿童执行功能的发展及其与相关影响因素关系的研究(硕士学位论文). 辽宁师范大学, 沈阳.
- 马晓清, 冯廷勇, 李宇, 李红. (2008). 从知觉分心任务看儿童类比推理能力的发展. *心理学报*, 40(9), 987-993.
- 皮亚杰著. (1990). 发生认识论(范祖珠译, pp. 145-160). 北京: 商务印书馆.
- 王雨函, 李红, 莫雷, 金花, 陈琳, 乔佳佳. (2012). 熟悉主题说明文阅读推理加工的认知神经机制. *心理学报*, 44(11), 1443-1453.
- 游漫. (2019). 自动化专业学生认知灵活性对图形推理的影响研究(硕士学位论文). 天津职业技术师范大学, 天津.
- 于晓, 王红梅, 陈英和, 刘瑞曙, 韩璇璇, 韩敏, 刘静. (2020). 分心抑制和关系整合对学前儿童类比推理的影响. *心理发展与教育*, (4), 385-393.
- 杨玉英. (1983). 3~7岁儿童推理过程发展的初步研究. *心理科学通讯*, (1), 30-38, 66.
- 张莉, 辛自强, 古丽扎伯克力. (2010). 5~9岁儿童在不同复杂性任务上类比推理的发展特点. *心理发展与教育*, 26(6), 584-591.

- Chuderska, A., & Chuderski, A. (2014). Two facets of cognitive control in analogical mapping: The role of semantic interference resolution and goal – driven structure selection. *Thinking & Reasoning*, 20(3), 352 – 371.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135 – 168.
- Gentner, D. (1983). Structure – mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7(2), 155 – 170.
- Gentner, D., & Medina, J. (1998). Similarity and the development of rules. *Cognition*, 65(2), 263 – 297.
- Gentner, D., & Rattermann, M. J. (1991). Language and the career of similarity. *Perspectives on Language and Thought: Lnterrelations in Development*, 225.
- Glady, Y., French, R. M., & Thibaut, J. P. (2017). Children's failure in analogical reasoning tasks: A problem of focus of attention and information integration? *Frontiers in Psychology*, 8, 1 – 13.
- Goswami, U., & Brown, A. L. (1989). Melting chocolate and melting snowmen: Analogical reasoning and causal relations. *Cognition*, 35, 69 – 95.
- Kuncel, N. R., Hezlett, S. A., & Ones, D. S. (2004). Academic performance, career potential, creativity, and job performance: Can one construct predict them all? *Journal of Personality and Social Psychology*, 86(1), 148 – 161.
- Lavric, A., Rippon, G., & Forstmeier, S. (1998). ERP study of working memory in reasoning tasks. *International Journal of Psychophysiology*, 30, 95 – 271.
- Meiser, T., Klauer, K. C., & Naumer, B. (2001). Propositional reasoning and working memory: The role of prior training and pragmatic content. *Acta Psychologica*, 106(3), 303 – 327.
- Monsell, S. (1996). Control of mental processes. Unsolved mysteries of the mind: Tutorial essays in cognition. In V. Bruce (Ed.), *Control of mental processes* (pp. 93 – 148). IEEE.
- Richland, L. E., Morrison, R. G., & Holyoak, K. J. (2006). Children's Development of Analogical Reasoning: Insights from Scene Analogy Problems. *Journal of Experimental Child Psychology*, 94(3), 249 – 273.
- Richland, L. E., & Burchinal, M. R. (2013). Early Executive Function Predicts Reasoning Development. *Psychological Science*, 24(1), 87 – 92.
- Simms, N. K., Frausel, R. R., & Richland, L. E. (2018). Working memory predicts children's analogical reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 166, 160 – 177.
- Starr, A., Vendetti, M. S., & Bunge, S. A. (2018). Eye movements provide insight into individual differences in children's analogical reasoning strategies. *Acta Psychologica*, 186, 18 – 26.
- Thibaut, J. P., & French, R. M. (2016). Analogical reasoning, control and executive functions: A developmental investigation with eye – tracking. *Cognitive Development*, 38, 10 – 26.
- Vendetti, M. S., Starr, A., Johnson, E. L., Modavi, K., & Bunge, S. A. (2017). Eye movements reveal optimal strategies for analogical reasoning. *Frontiers in Psychology*, 8, 932.
- Zelazo, P. D., & Muller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of childhood cognitive development* (pp. 445 – 469). Oxford: Blackwell.

Analogical Reasoning Development in 4 – to 6 – Year – Olds Under Distracting Conditions: The Role of Executive Function

Shen Jiaxin¹, Fei Guanghong^{2,3}, Shu Hui⁴

(1. Hengli Town Second Primary School, Dongguan 523460;

2. School of Education, Guangdong Baiyun University, Guangzhou 510450;

3. Faculty of Education, Shenzhen University, Shenzhen 518060;

4. Meilian Primary School, Futian District, Shenzhen 518000)

Abstract: This study was to explore the developmental characteristics of analogical reasoning in children aged 4 to 6 years under the simultaneous influence of two types of distraction stimuli, examining the age – related patterns of analogical reasoning affected by these stimuli and to explore how executive function affect children's analogical reasoning ability. A total of 223 children aged 4 to 6 years were tested by day – night Stroop task, digit forward and backward task, dimension card sorting task and analogy task. Results showed that there were age differences in the analogical reasoning development of children aged 4 to 6 years, and the ability of analogical reasoning of 5.5 – year – old children was significantly improved. Children aged 4 to 6 years were more susceptible to perceptual distractor comparing to semantic distractor. After 5.5 years of age, the influence of perceptual distractor on children's analogical reasoning was significantly reduced. The cognitive flexibility and working memory of executive function were significantly positively correlated with analogical reasoning, and had a significant predictive effect on analogical reasoning.

Key words: 4 – to 6 – year – old children; perceptual distractor; semantic distractor; executive function; analogical reasoning development