

3~5岁儿童概率推理:任务难度和指导性提问的作用*

史滋福¹, 刘 娅¹, 侯如月¹, 靳紫阳¹, 彭婧婧¹, 乔庆伟²

(1. 湖南师范大学心理学系, 长沙 410081; 2. 湘南幼儿师范高等专科学校, 郴州 423000)

摘 要:为探讨学龄前儿童概率推理的特点及影响机制,以3~5岁儿童为研究对象,采用口语报告法与二元选择范式,结合儿童推理策略,通过2个实验考察儿童在解决三种难度的概率推理任务中的表现及指导性提问的作用。结果发现:(1)不同任务难度下,儿童在概率推理上存在差异,策略上主要依赖一阶关系;(2)相较于困难任务,指导性提问在简单和中等难度任务中可以促进儿童概率推理,使其更能意识部分与整体的关系,并运用二阶关系。特别是在中等难度任务中,4、5岁儿童更能实现策略转变。这表明,适当的指导性提问能促进学龄前儿童在最近发展区实现一阶关系到二阶关系的策略转变,从而提升概率推理能力。

关键词:概率推理;任务难度;指导性提问;学龄前儿童

中图分类号:B842.5

文献标志码:A

文章编号:1003-5184(2026)04-0306-08

1 引言

日常生活中,即使未接受过正规数学教育的儿童也会接收不确定信息并据此做出推理(史滋福, 陈泉豪, 2024)。如看到植物枯萎判断可能是因为缺水;在游戏中判断“可能得10颗糖”还是“肯定得2颗糖”(李小平, 2011),这一过程即为概率推理(林崇德等, 2003)。事实上,概率推理作为理解数字认知发展的重要基础(O'Grady & Xu, 2020),有助于儿童认识事物的本质及内在关系,并促进其日后逐渐形成概率推理素养,以及有效处理随机性和考虑替代行动方案等能力(史滋福等, 2024)。

然而,有关儿童概率推理的研究,目前存在两种截然不同的观点。一种观点认为,儿童无法处理那些需要使用后验概率、比例或组合推理的推理任务,甚至在仅依赖先验概率的简单任务中也常表现不佳(Girotto et al., 2016; Piaget & Inhelder, 1975)。如,3~4岁儿童在选择红球比例更高的容器任务中表现处于随机水平,常被绝对数量误导而选择红球更多但比例更低的容器,而5岁儿童能稳定选择红球比例高的容器(Girotto et al., 2016)。另一种观点则认为,儿童天生具备概率推理的认知基础,即使未接受数学教育也能完成推理任务(Sobel et al., 2004; Téglás et al., 2007)。如Téglás(2007)的研究发现,12个月大的婴儿就具有基本的概率直觉,对不太可能的事件表现出更长的注视时间;3、5岁儿童在完成球从一侧有洞或另一侧有三个洞的长方形盒子中

弹出的概率任务时,其行为受到概率直觉的影响,认为球会从有三个洞的一侧出来,即使与实际情况不一致。4岁儿童也能利用先验概率进行因果推理(Sobel et al., 2004),甚至开始关注部分与整体的比例关系。然而,当任务要求运用比例信息或整合多条线索时,他们往往表现不佳。相比之下,5岁儿童已能较好地运用比例信息、有效整合线索并逐步调整(Chung et al., 2025; Girotto et al., 2016)。可见,3~5岁儿童的概率推理能力到底如何,可能与推理任务的难度有关。

纵观以往,儿童概率推理的研究大多采用二元选择范式(基础比例判断)、随机事件理解与预测和组合概率与关系预测等(Alina & Peter, 1991; Felsche et al., 2024; Gualtieri & Denison, 2019; Supply et al., 2022)。如Alina和Peter(1991)曾要求4~7岁儿童对不同比例($\frac{3}{8}$ 和 $\frac{1}{8}$; $\frac{3}{8}$ 和 $\frac{5}{8}$; $\frac{4}{8}$ 和 $\frac{6}{8}$)进行大小判断,结果发现,在比较 $\frac{3}{8}$ 和 $\frac{5}{8}$ 时,儿童的成功率最高,比较 $\frac{4}{8}$ 和 $\frac{6}{8}$ 的成绩要优于比较 $\frac{3}{8}$ 和 $\frac{1}{8}$ 。近来, Gualtieri与Denison(2019)重复了Piaget和Inhelder(1975)的研究,让3~4岁的儿童在装有不同比例(如 $\frac{3}{4}$ 和 $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{5}$ 和 $\frac{3}{5}$; $\frac{2}{5}$ 和 $\frac{3}{4}$)的蓝色与红色的口香糖罐中选择哪个最有可能得到蓝色口香糖,也发现了类似的结果。无独有偶, Felsche等人(2024)通过不同难度的抽样任务发现3~5岁儿童具备抽象推理能力,且在简单任务中表现更好。加之,根据Evans

* 基金项目:湖南省社会科学基金项目(25YBA186)。

通信作者:史滋福, E-mail: shizf@hunnu.edu.cn。

(2007)和Stanovich等人(2000)提出的双系统理论,人类在进行推理时存在两个系统:直觉加工系统和逻辑加工系统。任务难度的增加会影响这两个系统的运作,尤其是逻辑加工系统。当任务难度提高时,儿童的控制性逻辑能力可能会下降,导致他们更依赖直觉加工系统,从而影响推理表现。已有研究发现,当工作记忆负荷增加时,会导致儿童的策略灵活性降低,从而影响其推理表现(陈英和等,2006)。

此外,有研究认为,儿童之所以无法进行概率推理,可能因其在解决问题时只关注事物之间的直接关系,无法认识部分与整体之间的联系(Falk et al., 2012; Girotto et al., 2016)。如Falk等人(2012)让4~5岁儿童分别从装有3个蓝珠和1个黄珠、2个蓝珠和1个黄珠的罐子中选出获胜概率更高的罐子。当蓝色为获胜颜色时,尽管3个蓝珠的罐子里蓝色比例更高($3/4 > 2/3$),但绝大多数儿童选择了蓝珠绝对数量更少的罐子。随后,将获胜颜色改为黄色时,62.5%的儿童仍坚持选择2个蓝珠的罐子,即使其黄珠比例更低($1/3 < 1/4$)。此时,儿童大多只关注表面、直观的线索,如目标物体的绝对数量,而没有理解整体的概率关系。这一现象可以用整数偏差进行解释。整数偏差是指在儿童处理符号分式时,会以牺牲比例信息为代价,从而产生对整数信息的过度关注(Alonso-Díaz & Penagos-Londoño, 2021),即儿童在比较两个概率的大小时,通常只关注分数中的数字大小(分子和分母),而忽略了分子与分母之间的比例关系,因此容易做出错误的判断。近来Hennefield和Markson(2022)在让3~6岁儿童完成简单概率推理任务时,首先引导儿童数使用的两种材料的数量,并在儿童忘记时领着他们再数一遍,结果发现,通过这样的方式,3~4岁儿童的表现全部高于随机水平。这表明,如果对儿童进行适当的引导,则可能有助于促进其问题解决(Cotton, 1988; Pollarolo et al., 2024)。Pollarolo等人(2024)也指出,通过和教师的“来回式”交流,更有利于儿童在解决问题的过程中进行自主探索和表达,从而有效促进其认知发展,提升概率推理能力。

值得一提的是,以往有关学龄前儿童概率推理的研究大多只关注推理结果(Chung et al., 2025; Girotto et al., 2016; O'Grady & Xu, 2020),忽略推理过程,更少考虑其推理策略的使用,尤其忽略了儿童对一阶关系(部分)与二阶关系(部分-整体)的理解分析。不过Falk和Wilkening(1998)曾对6~14岁的儿童在不确定性情境中的推理和决策过程进行编码,以探讨其所用策略。具体地,要求儿童对放有6个L(如红色珠子)和若干W(如白色珠子)的容器

进行观察,然后确定选择增加多少个W,以求获胜,同时询问被试“你为什么会选择X个W呢?可以告诉我原因吗”等问题。编码分析的结果发现6~14岁儿童所采用的三类策略:(1)单一维度获胜策略(ODW),即儿童只关注容器中W的数量,而不关注L的数量以及珠子的总数;(2)差异策略(DIF),儿童关注W和L的数量,但未意识到二阶关系,不考虑珠子的总数;(3)比例策略(PRO),儿童认识到二阶关系,不仅关注W和L的数量,同时也考虑珠子的总数。那么,是否可以尝试借鉴该研究来探索学龄前儿童中完成概率推理任务时的策略情况,以及不同策略使用的发展变化,值得进一步探索。

综上,在以往研究的基础上,以3~5岁儿童为被试,借鉴Falk和Levin(1980)的1/2原则(即将参与推理的两个数值与1/2进行大小比较)划定任务难度:简单任务(一个大于1/2,另一个小于1/2)、中等难度任务(一个为1/2,另一个为非1/2)和困难任务(两个都小于或都大于1/2)。同时,综合推理结果和推理策略,试图考察任务难度和指导性提问对学龄前儿童概率推理的影响。并提出以下假设:(1)不同年龄的儿童在不同难度概率推理任务中的表现存在差异,在简单任务中表现最佳;(2)不同年龄的儿童在有无指导性提问下的表现存在差异,在有指导性提问下的表现更好;(3)在完成不同难度的概率推理任务时,不同年龄的儿童在有无指导性提问下存在差异,年龄越大的儿童更为受益,其在困难任务上的表现更好。

2 实验1 任务难度对3~5岁儿童概率推理的影响

2.1 实验目的

探究3~5岁儿童在不同难度任务中的概率推理表现。

2.2 研究方法

2.2.1 被试

使用G*power 3.1软件计算所需样本量,效应量设置为0.25, α 设置为0.05,为达到0.8的统计检验力,共需36名被试。实际招募湖南省某幼儿园3~5岁儿童共53名,其中,3岁年龄段儿童18名($M_{age} = 3.35, SD = 0.26$),男童8名,女童10名;4岁年龄段儿童18名($M_{age} = 4.83, SD = 0.27$),男童9名,女童9名;5岁年龄段儿童17名($M_{age} = 5.23, SD = 0.29$),男童9名,女童8名。研究得到学校伦理委员会批准。在实验前,邀请每位家长签署知情同意书,对所有完成任务的儿童提供一份小礼品。

2.2.2 实验设计

采用3(年龄:3、4、5)×3(任务难度:简单、中等、困难)的混合实验设计。其中,年龄为被试间变

量,任务难度为被试内变量。因变量为概率推理表现,分别以正确率、推理成绩和反应策略为评价指标,其中正确率是回答正确的人数百分比。推理成绩参照 Hennefield 和 Markson(2022)的数据处理方法,回答正确记 1 分,回答错误记 0 分。

参照 Falk 和 Wilkening(1998)研究中的策略分类,对儿童的回答进行编码,如只关注容器中一种糖果的数量,而不关注另一种糖果数量以及糖果总数的策略(单一维度获胜策略,ODW);关注红色糖果和黄色糖果数量,但不关注两种糖果数量比例的策略(差异策略,DIF);同时关注红色糖果和黄色糖果数量,以及糖果在总体中占比的策略(比例策略,PRO);以及仅靠个人爱好(如因为我喜欢红色)等的策略(非统计学解释)。

2.2.3 实验材料

参照 Supply 等人(2022)的研究,在纸上呈现一定比例的红色和黄色糖果,糖果数量最多为 7 个,最少为 2 个。具体地,不同难度任务中的颜色比例为:(A)简单:2:5 VS 5:2;(B)中等:2:5 VS 2:1;(C)困难:2:0 VS 3:1。同时设置(D)4:0 VS 0:4 和(E)3:0 VS 1:3 作为理解实验材料和策略研究实验材料。

2.2.4 实验程序

每位儿童在独立安静的房间中接受一对一测试,主试随机向其呈现不同难度的推理任务图片,并提问:“小朋友,现在让你选一个图片,选哪张更可能得到红色的糖果呢?”每位被试需回答 A、B、C、D、E 五个问题,其中 A、B、C 分别是简单、中等和困难三种不同任务难度的项目,D 用于检验儿童是否理解任务意图,即需选择更有可能拿到红色糖果的图片,E 用于考察儿童是否采取回避策略,即是否故意选择非目标(黄色)较少的图片。同时采用口语报告法,在被试做出选择后询问原因:“小朋友,你为什么会选择左边(右边)这个图片呢?”

2.3 结果与分析

2.3.1 不同任务难度下儿童概率推理的表现与随机水平的比较

首先,所有儿童在问题 D 上回答正确,且在问题 E 上的正确率显著高于随机水平, $t(1,52) = 4.71, p < 0.001, d = 0.42$,说明其能理解实验目的,且没有使用回避策略。

其次,为检验 3~5 岁儿童是否具备概率推理能力,将其概率推理表现与随机水平进行 t 检验。结果表明:3 岁儿童在简单任务和中等难度任务上的正确率与随机水平无显著差异,在困难任务上的正确率显著低于随机水平, $t(1,17) = -2.76, p < 0.05, d = 0.43$;4 岁儿童在简单任务上的正确率边

缘显著高于随机水平, $t(1,17) = 2.05, p = 0.06, d = 0.46$,困难任务上的正确率边缘显著低于随机水平, $t(1,17) = -2.05, p = 0.06, d = 0.46$,中等难度任务的正确率与随机水平无显著差异;5 岁儿童仅在简单任务上的正确率显著高于随机水平, $t(1,16) = 4.75, p < 0.001, d = 0.33$,在中等难度和困难任务中无显著差异。

2.3.2 推理正确率的分析

卡方检验结果表明,在各个难度上,各个年龄之间的正确率不存在显著差异。但进一步分析表明,在简单任务上,5 岁儿童的正确率边缘显著高于 3 岁儿童, $\chi^2(1) = 3.37, p = 0.07, V = 0.31$ 。在其他难度任务上,各个年龄之间的正确率不存在显著差异。由表 1 可看出,在能力发展趋势上,随着年龄的增长,儿童的正确率逐渐提高,表现为逐步上升的趋势。

表 1 不同年龄儿童在不同难度推理任务中的正确频次(百分比)

年龄	简单	中等	困难	D	E
3	11(61.11)	8(44.44)	4(22.22)	18(100)	13(72.22)
4	13(72.22)	8(44.44)	5(27.78)	18(100)	14(77.78)
5	15(88.24)	11(64.71)	4(23.53)	17(100)	15(88.24)

2.3.3 推理成绩的分析

以推理成绩为因变量,进行重复测量方差分析,发现年龄主效应不显著,难度主效应显著, $F(2,53) = 17.33, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.26$ 。具体表现为,困难的概率推理成绩显著低于简单($p < 0.001$)和中等难度($p < 0.01$)的推理成绩,中等难度的概率推理成绩显著低于简单的概率推理成绩($p < 0.01$),年龄和难度之间无显著的交互作用。

2.3.4 策略分析

对儿童回答进行编码分析后,各策略的使用情况如图 1 所示。在简单任务中,采用 ODW 和 PRO 策略的人数最多,大部分儿童更关注一阶关系。而在中等难度任务中,儿童开始关注部分与整体的关系,更多地使用 DIF 策略,部分儿童实现了从一阶关系到二阶关系的认知转变。但在困难任务中,这种能力受到一定阻碍,使其较少使用 PRO 策略。从整体上看,随着任务难度提升,使用 PRO 策略的人数呈持续下降趋势。

3 实验 2 指导性提问对 3~5 岁儿童不同难度任务下概率推理的影响

3.1 实验目的

基于实验 1 中儿童的概率推理表现,通过指导性提问训练儿童,进一步探讨指导性提问能否提升儿童在不同任务难度的推理任务中的表现。

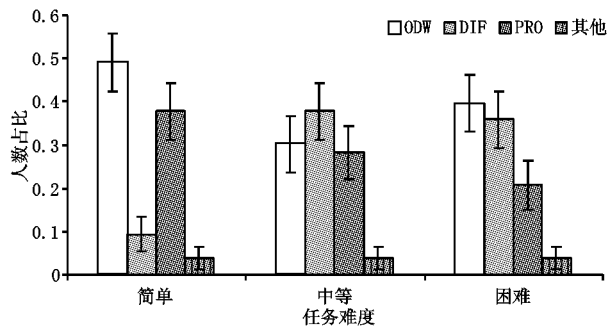


图1 不同任务难度下的推理策略分布
注:误差线代表标准误(SEM),以下同。

3.2 研究方法

3.2.1 被试

使用G*power 3.1软件计算所需样本量,效应量设置为0.25, α 设置为0.05,为达到0.95的统计检验力,研究共需被试54名。实际招募湖南省某幼儿园3~5岁儿童共112名,其中,3岁年龄段儿童38名($M_{age}=3.42, SD=0.07$),男童17名,女童21名;4岁年龄段儿童37名($M_{age}=4.34, SD=0.07$),男童18名,女童19名;5岁年龄段儿童37名($M_{age}=5.30, SD=0.08$),男童19名,女童18名。研究得到学校伦理委员会的批准。在实验前,邀请每位家长签署知情同意书,对所有完成任务的儿童提供一份小礼品。

3.2.2 实验设计

采用3(年龄:3、4、5) $\times$ 3(难度:简单、中等、困难) $\times$ 2(指导性提问:有、无)的混合实验设计,其中,年龄和有无指导性提问为被试间变量,难度为被试内变量,因变量同实验1。

3.2.3 实验材料

同实验1。

3.2.4 实验程序

同实验1。不同之处在于,指导性提问组将进

行多个有关各颜色糖果的数量及颜色占比比较的提问,并且若儿童回答错误,则纠正直到其回答正确。如询问儿童:“左图中共有多少糖果?红色还是黄色糖果更多?右图中呢?”。随后,儿童需判断哪张图片中更有可能得到红色糖果。

3.3 结果与分析

3.3.1 指导性提问下儿童的概率推理表现与随机水平的比较

同实验1,所有儿童在问题D中回答正确,且在问题E上其正确率显著高于随机水平, $t(1,55)=10.68, p<0.001, d=0.29$,说明儿童能理解实验目的,且未采用回避策略。

在简单任务上,4、5岁儿童全部回答正确,5岁儿童在中等任务上也全部回答正确。 t 检验结果表明,在指导性提问下,3岁儿童在简单任务上的正确率显著高于随机水平, $t(1,19)=5.81, p<0.001, d=0.31$,在中等难度任务上与随机水平无差异,在困难任务上显著低于随机水平, $t(1,19)=-3.27, p<0.05, d=0.41$;4岁儿童在中等难度任务上的正确率显著高于随机水平, $t(1,17)=2.76, p<0.05, d=0.43$,在困难任务上与随机水平无显著差异;5岁儿童在困难任务上的正确率与随机水平无显著差异。

3.3.2 推理正确率的分析

相较于实验1,指导性提问显著提升了儿童在概率推理任务中的表现。3岁儿童也能进行简单的概率推断,而4、5岁儿童则可完成中等难度任务。由表2可见,除3岁儿童外,4、5岁儿童在所有难度任务下的正确率均有提高。具体而言,3岁儿童在简单任务上有明显提升,在中等难度和困难任务上表现不佳;4、5岁儿童在简单和中等难度任务上进步明显,其中5岁儿童在中等难度任务上的提升尤为突出。两组儿童在困难任务上也有较小的提升。

表2 不同年龄儿童在不同任务难度和有无指导性提问下的正确频次(百分比)

年龄	指导性提问	任务难度				
		简单	中等	困难	D	E
3岁	无	11(61.11)	10(55.56)	4(22.22)	18(100)	12(66.67)
	有	18(90.00)	9(45.00)	4(20.00)	20(100)	15(75.00)
4岁	无	14(73.68)	9(47.37)	5(26.32)	19(100)	15(78.95)
	有	18(100)	14(77.78)	7(38.89)	18(100)	18(100)
5岁	无	17(89.47)	12(63.16)	5(26.32)	19(100)	17(89.47)
	有	18(100)	18(100)	9(50.00)	18(100)	18(100)

卡方检验结果表明,指导性提问对儿童概率推理表现具有显著促进作用, $\chi^2(1)=10.71, p<0.05$,

$V=0.18$ 。整体上,各年龄段儿童的正确率也存在显著差异, $\chi^2(2)=10.48, p<0.01, V=0.18$ 。具体

而言,在无指导性提问条件下,各年龄组间正确率无显著差异;而在指导性提问条件下,4岁($\chi^2(1) = 6.04, p < 0.05, V = 0.23$)和5岁($\chi^2(1) = 11.23, p < 0.05, V = 0.31$)儿童的正确率均显著高于3岁儿童,但4岁与5岁儿童之间无显著差异。可见,指导性提问能有效提升儿童的概率推理表现。

3.3.3 推理成绩的分析

以推理成绩为因变量,进行重复测量方差分析。结果表明,年龄主效应显著, $F(2, 110) = 5.80, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.10$, 难度主效应显著, $F(2, 110) = 61.86, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.37$ 。具体表现为,困难任务下概率推理成绩显著低于简单($p < 0.001$)和中等难度任务($p < 0.001$),中等难度任务下概率推理成绩也显著低于简单任务($p < 0.001$)。有无指导性提问的主效应显著, $F(1, 110) = 10.32, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.09$, 具体表现为,有指导性提问下的概率推理成绩显著高于无指导性提问下的推理成绩($p < 0.001$)。所有的交互作用均不显著。

对年龄进行事后检验发现,5岁儿童的概率推理成绩显著优于3岁儿童($p < 0.01$),而4岁儿童与3、5岁儿童之间均无显著差异。

3.3.4 策略分析

实验2中,指导性提问训练有效促进了儿童策略水平的提升(见图2)。具体而言,在简单和中等难度任务中,大部分儿童能关注二阶关系,采用PRO策略。在困难任务中,各类策略的使用均下降,儿童更多地采用DIF和PRO策略。这说明在指导性提问训练的帮助下,大部分儿童能较好地理解部分与整体的关系,促使其认知策略从一阶关系转变到二阶关系。

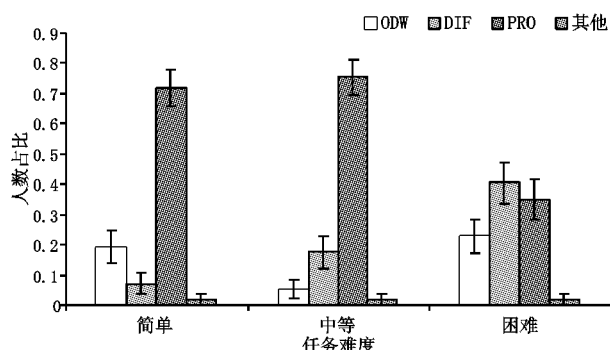


图2 指导性提问下不同任务难度的推理策略分布

4 讨论

此研究考察了任务难度与指导性提问对3~5岁儿童概率推理的影响,并探讨其概率推理特点与

教育干预的有效性。结果表明,尽管儿童在早期已具备初步的概率推理能力,但其表现受任务难度和指导性提问的影响。相较于无指导性提问,指导性提问有效促进了儿童对部分与整体关系的理解,在简单和中等难度任务中其推理成绩有较大提升,而在困难任务中提升有限。进一步发现,指导性提问能促使儿童运用比例策略、抑制整数偏差,进而提升其概率推理能力。

4.1 3~5岁儿童概率推理的特点

尽管皮亚杰的开创性研究为儿童认知发展阶段理论奠定了基础,但其对教育干预作用的忽视也受到后续研究的挑战(Girotto et al., 2016; Doan et al., 2022; Sobel et al., 2004)。通过系列实验,研究探讨了3~5岁儿童概率推理能力的发展特点及指导性提问的促进作用。实验1的结果发现,4、5岁儿童已具备初级概率推理能力,但其表现低于Gualtieri和Denison(2019)研究的预期水平,这可能与后者在儿童进行选择后采用的即时反馈和外部奖励增强了参与动机有关。然而,此类干预也可能干扰儿童的自主推理过程。为此,在实验2中通过语言引导儿童分析比例,并在错误时予以解释,以帮助其建立“部分-整体”概念,实现在最近发展区内的认知提升。结果发现,在有指导性提问的条件下,3~5岁儿童的表现都得到了显著提升,特别是简单和中等难度任务。可见,指导性提问能够有效帮助儿童理解概率比例。

结果表明,3~5岁儿童已具备初步的概率推理能力,其发展呈现出由一阶关系向二阶关系过渡的趋势。低龄儿童主要依赖一阶关系进行推理,而随年龄增长与教育训练的加强,部分儿童开始能运用二阶关系处理简单至中等难度任务,这标志着概率推理能力的重要提升。实验2发现,指导性提问可促进儿童使用比例策略(PRO),但概率推理表现仍存在年龄差异。即使较大年龄儿童在低难度任务中可抑制对整数信息的依赖,但在高难度任务中则倾向于依赖整数策略,说明挑战情境可能超出其当前认知资源。上述结果反驳了皮亚杰关于7岁以下儿童无法进行概率推理的观点,同时凸显成人教育与外部环境在儿童认知发展中的关键作用。教育应着眼于儿童的最近发展区,通过适宜引导推动其概率推理能力向更高水平发展。

4.2 任务难度对3~5岁儿童概率推理的影响

研究结果表明,任务难度是影响3~5岁儿童概

率推理表现的一个因素。实验1结果显示,4~5岁儿童在困难任务中表现骤降(见图1),直接支持双系统理论(Evans, 2007; Stanovich & West, 2000)的核心假设:当任务难度超出控制性逻辑系统的资源阈值时,儿童更倾向于依赖直觉加工系统(如整数偏差策略)。在简单任务中,4~5岁儿童表现良好,3岁儿童表现较差;但对于中等难度和困难任务,所有儿童的推理表现均不佳。此外,在推理策略方面,3岁儿童主要依赖数字策略,而4、5岁儿童的推理策略更加完善,能抑制其对数字策略的依赖,特别是在简单任务中。但当任务更难时,他们可能又倾向于依赖整数信息。根据双系统理论,任务难度对控制性逻辑系统的抑制效应更强,而对直觉系统影响较小(林国耀等, 2015)。因此,任务难度升高会削弱逻辑系统的效能,增加工作记忆负荷,从而阻碍儿童采用正确的推理策略,导致表现较差。

4.3. 指导性提问对3~5岁儿童概率推理的影响

基于社会文化理论,研究揭示了成人指导对儿童认知发展的支架作用。实验2发现,指导性提问仅在简单和中等难度任务中提升儿童表现,而在困难任务中作用有限。正如Jarrah等人(2022)强调教师的概念教学能促进儿童理解与问题解决能力,而问题解决过程也会加深概念掌握。成人帮助或同伴交往可以促使儿童达到其最近发展区的第二个水平,消灭儿童所要解决的问题和原有能力之间的差异,激励和引导儿童达到其潜在的发展水平。对儿童进行问题引导有助于问题的解决(Prahani et al., 2021),并发挥和元认知异曲同工的作用(Janne et al., 2023)。因此,实验2通过指导性提问引导儿童从数值认知转向部分-整体关系的深层理解,以促进概率推理策略的发展。为此,结合不同任务难度,引导儿童进行计数与比例比较,促进儿童理解部分与整体的关系。结果发现,经指导后,3~5岁儿童在简单任务上的正确率均高于随机水平。但在中等难度和困难任务中,3岁儿童受限于认知能力表现较差,4、5岁儿童在中等难度任务中有提升较大,而在困难任务中与随机水平无显著差异。

因此,指导性提问虽能促进儿童的概率推理能力发展,但受年龄和任务难度的影响,在认知负荷较高或个体认知水平尚不成熟的阶段,儿童的推理表现仍较为有限。对于未接受正规教育的学龄前儿童,教师的指导训练则更加必要(Embacher et al., 2023)。教学实践表明,教师应根据任务难度调整

提问策略,如在中等难度任务中引导儿童关注部分与整体的比例关系,而非简单计数。未来研究可进一步关注教师提问技巧等对儿童概率推理能力发展的影响。

4.4 指导性提问对3~5岁儿童在不同任务难度下表现的影响

从实验2的结果可以看出,任务难度的不同会影响儿童在概率推理过程中的认知负荷和策略选择。在简单任务中,儿童多采用直接比较数量的一阶关系策略;而在中高难度任务中,则需运用更复杂和抽象的策略,如理解部分与整体的关系,以及更多的认知资源,如Handley等人(2004)的研究发现,工作记忆容量能够独立预测儿童基于信念中立问题的逻辑推理能力。拥有较高言语工作记忆容量的儿童,能够更好地处理和维持多重关系,直接促进其在解决数学问题时的类比推理能力(Qi et al., 2024)。此外,以往研究发现,儿童在概率推理中存在整数偏差,容易忽略分子与分母之间的比例关系(Falk et al., 2012; Girotto et al., 2016; O'Grady & Xu, 2020)。但O'Grady等人(2020)的研究表明,通过提供足够的反馈指导,这种偏差可以被修正。因此,在实验2中通过提问引导儿童理解部分-整体关系,结果发现3~5岁儿童在简单任务上的表现较无指导时有了明显的提高,且4、5岁儿童在中等难度和困难任务上的表现也有所提升。但3岁儿童在中等难度和困难任务上的表现反而有所下降,这可能是由于其语言和认知能力有限,信息过载导致判断受影响(Garon et al., 2008)。在对学龄前儿童的教学实践中,应根据儿童认知发展水平设计指导策略,以最大化开发其潜能。

5 结论

研究得到以下结论:(1)3~5岁儿童在简单概率推理任务中表现更优,策略上主要依赖一阶关系,少数关注整体;(2)相较于无指导性提问,儿童在有指导性提问的条件下更能理解部分-整体关系,并运用二阶关系进行推理,任务表现更好;(3)指导性提问在简单任务下对儿童的促进作用更明显,中等难度任务次之,而在困难任务中作用不大。

参考文献

- 陈英和,王治国.(2006).口语报告法在阅读策略研究中的应用.心理科学,29(6),1303-1305.
- 李小平.(2011).幼儿概率推理水平及源自教育的可能影响研究.教育与教学研究,25(12),125-128.

- 林崇德, 杨治良, 黄希庭. (2003). *心理学大辞典*. 上海教育出版社.
- 林国耀, 莫雷, 王穗苹, 罗秋铃. (2015). 时间压力、任务难度对直觉性和控制性逻辑的影响. *心理学探新*, 35(5), 407-411.
- 史滋福, 陈泉豪. (2024). 嵌套集合建模能力和数字表征对儿童贝叶斯推理的影响. *心理科学*, 47(2), 274-280.
- Alina, G. S., & Peter, B. (1991). Children's proportional judgments; The importance of "Half". *Child Development*, 62(3), 427-440.
- Alonso - Díaz, S., & Penagos - Londoño, G. I. (2021). The numerator bias exists in millions of real - world comparisons. *Acta Psychologica*, 213, 103248.
- Chung, A. M., Kim, T., Friedman, O., & Denison, S. (2025). Who peeked? Children infer the likely cause of improbable success. *Developmental Science*, 28(1), e13598.
- Cotton, K. (1988). *Classroom questioning*. North West Regional Laboratory.
- Doan, T., Stonehouse, E., Denison, S., & Friedman, O. (2022). The odds tell children what people favor. *Developmental Psychology*, 58(9), 1759-1766.
- Embacher, E. M., & Smidt, W. (2023). Associations between teachers' professional competencies and the quality of interactions and relationships in preschool; Findings from Austria. *Frontiers in Psychology*, 14, 1222369.
- Evans, J. (2007). On the resolution of conflict in dual process theories of reasoning. *Thinking and Reasoning*, 13(4), 321-339.
- Falk, R., & Elstein, Y. A. (2012). Children's concept of probability as inferred from their binary choices — revisited. *Educational Studies in Mathematics*, 81(2), 207-233.
- Falk, R., & Levin, I. (1980). A potential for learning probability in young children. *Educational Studies in Mathematics*, 11(2), 181-204.
- Falk, R., & Wilkening, F. (1998). Children's construction of fair chances: Adjusting probabilities. *Developmental Psychology*, 34(6), 1340-1357.
- Felsche, E., Völter, C. J., Herrmann, E., Seed, A. M., & Buchsbaum, D. (2024). How can I find what I want? Can children, chimpanzees and capuchin monkeys form abstract representations to guide their behavior in a sampling task? *Cognition*, 245, 105721.
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31-60.
- Giroto, V., Fontanari, L., Gonzalez, M., Vallortigara, G., & Blaye, A. (2016). Young children do not succeed in choice tasks that imply evaluating chances. *Cognition*, 152, 32-39.
- Gualtieri, S., & Denison, S. (2019). A comprehensive examination of preschoolers' probabilistic reasoning abilities. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 41, 380-386.
- Handley, S. J., Capon, A., Beveridge, M., Dennis, I., & Evans, J. S. B. (2004). Working memory, inhibitory control and the development of children's reasoning. *Thinking & Reasoning*, 10(2), 175-195.
- Hennefield, L., & Markson, L. (2022). The development of optimistic expectations in young children. *Cognitive Development*, 63, 101201.
- Janne, L., Anu, K., Eero, L., & F., M. C. (2023). Opportunities talk matter in shared reading: The mediating roles of children's engagement and verbal participation in narrative listening comprehension. *Early Education and Development*, 34(8), 1896-1918.
- Jarrah, K., Louise, M. H., K. A. G., & Kate, N. (2022). The effects of progressive time delay to teach social problem - solving to preschoolers. *Journal of Early Intervention*, 44(3), 268-288.
- O'Grady, S., & Xu, F. (2020). The development of nonsymbolic probability judgments in children. *Child Development*, 91(3), 784-798.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1975). Origin of the idea of chance in children. *British Journal of Educational Studies*, 24(3), 46-58.
- Pollarolo, E., Papavaslopoulou, S., Granone, F., & Reikerås, E. (2024). Play with coding toys in early childhood education and care: Teachers' pedagogical strategies, views and impact on children's development. A systematic literature review. *Entertainment Computing*, 50, 100637.
- Prahani, B. K., Susiawati, E., Deta, U. A., Lestari, N. A., Yantidewi, M., Jauharyiah, M. N. R., ... Siswanto, J. (2021). Profile of students' physics problem - solving skills and the implementation of inquiry (free, guided, and structured) learning in senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1747(1), 012012.
- Qi, Y., Chen, Y., Yu, X., Yang, X., He, X., & Ma, X. (2024). The relationships among working memory, inhibitory control, and mathematical skills in primary school children: Analogical reasoning matters. *Cognitive Development*, 70, 101437.
- Sobel, D. M., Tenenbaum, J. B., & Gopnik, A. (2004). Children's causal inferences from indirect evidence: Backwards blocking and Bayesian reasoning in preschoolers. *Cognitive Science*, 28(3), 303-333.
- Stanovich, K. E., & West, R. F. (2000). Advancing the rationality debate. *Behavioral and Brain Sciences*, 23(5), 701-717.
- Supply, A. S., Van Dooren, W., Vanluydt, E., & Onghena, P.

(2022). A word about probability: Do general and specific vocabulary knowledge predict probabilistic reasoning in young children? *Early Childhood Research Quarterly*, 61, 106 – 116.

Téglás, E., Girotto, V., Gonzalez, M., & Bonatti, L. L. (2007). Intuitions of probabilities shape expectations about the future at 12 months and beyond. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(48), 19156 – 19159.

Probabilistic Reasoning in 3 ~ 5 – year – old Children : The Role of Task Difficulty and Instructional Questioning

Shi Zifu¹, Liu Ya¹, Hou Ruyue¹, Jin Ziyang¹, Peng Jingjing¹, Qiao Qingwei²

(1. Department of Psychology, Hunan Normal University, Changsha 410081;

2. Xiangnan Preschool Normal College, Chenzhou 423000)

Abstract: To explore the characteristics and influence mechanism of probabilistic reasoning in preschool children, this paper focuses on children aged 3 to 5 years as the research subjects. Probabilistic reasoning serves as an important foundation for understanding the development of numerical cognition, which is crucial for children's future cognitive development and problem – solving. While some studies suggest preschoolers struggle with probabilistic reasoning, others indicate that even young children can use probabilistic information under certain conditions. This research employs oral reporting and a binary choice paradigm, combined with an analysis of reasoning strategies, to examine children's performance across three levels of task difficulty and the role of guided questioning through two experiments. The results showed that: (1) Children's probabilistic reasoning varied with task difficulty, with performance being best on simpler tasks. Strategy analysis indicated a primary reliance on first – order relationships; (2) Guided questions significantly promoted reasoning in simple and medium – difficulty tasks, helping children become more aware of part – whole relationships and leading them to utilize second – order relational strategies. This facilitative effect was most pronounced for children aged 4 and 5 years in moderately difficult tasks, enabling a strategic shift. In contrast, guided questions showed little impact on difficult tasks. This demonstrates that effective instructional questioning can facilitate the strategic change from first – order to second – order relationships within preschoolers' proximal development zones, thereby enhancing their probabilistic reasoning abilities. The findings highlight the interaction between task demands and instructional support in early cognitive development.

Key words: probabilistic reasoning; task difficulty; guided questions; preschool children