

# 小学儿童在不同刺激材料中的左右空间方位传递性推理能力及策略分析

毕鸿燕<sup>1,2</sup> 方 格<sup>1</sup> 于海霞<sup>2,3</sup>

(1. 中国科学院心理研究所,北京 100101; 2. 北京师范大学心理学院 100875;  
3. 中央司法警官学院,保定 071000)

**摘 要:**采用定性和定量相结合的研究方法,从图形刺激材料和文字刺激材料入手,探查了 7 岁、9 岁、11 岁儿童的一维空间方位传递性推理能力的发展水平及其认知策略。主要研究结果表明:(1)小学儿童的一维空间方位传递性推理能力从 7 岁到 9 岁,从 9 岁到 11 岁都有显著性提高。7 岁儿童处于能力的初步形成期,9 岁儿童是能力的提高和发展期,11 岁儿童已基本具有了一维空间方位单模型条件下的传递性推理能力;(2)小学儿童在图形刺激材料条件下的推理成绩显著优于文字刺激材料条件下的推理成绩;(3)前提数量的增加没有对小学儿童的推理造成显著性影响;(4)随着儿童年龄的增长,模型建构策略的使用者越来越多,但在图形刺激材料和文字刺激材料下,儿童解决问题的策略有所不同。在图形刺激材料下,大部分 7 岁和 9 岁的儿童采用知觉策略,11 岁儿童中只有少部分人使用这一策略。在文字刺激材料下,模型建构策略是儿童推理的主要策略。少部分 7 岁儿童使用模型建构策略,大部分 9 岁儿童和绝大部分 11 岁儿童使用模型建构策略来解决

**关键词:**小学儿童;空间方位;传递性推理;策略;心理模型

## 1 问题的提出

传递性推理是指对元素排列次序关系的一种推理<sup>[1]</sup>,比如,由  $A > B, B > C$ ,推理  $A > C$ 。它是儿童逻辑推理能力的核心<sup>[2]</sup>。关于儿童传递性推理能力发展的研究自 Piaget 开始就没有中断过。

Piaget 认为传递性推理能力是具体运算阶段儿童(7 岁至 11、12 岁)才具有的一种认知能力,前运算阶段儿童(4~7 岁)不能进行传递性推理。但后来的研究者发现在某种条件下,学前儿童也能进行传递性推理<sup>[1,3,4]</sup>。本文作者在尽量降低任务难度,采用具体直观的刺激材料的条件下发现 4~6 岁的幼儿也能进行某种程度的传递性推理<sup>[5]</sup>。

从上面的相关研究可以看出,儿童,尤其幼儿,传递性推理能力与刺激材料有很大相关,具体直观的刺激材料有利于儿童推理。但并不是所有年龄的个体都有这种表现,以大学生为被试的研究发现具体直观的刺激材料干扰了大学生的传递性推理<sup>[6]</sup>。小学儿童的思维正处于由具体形象思

维向抽象逻辑思维过渡的时期,那么,刺激材料的具体性对于他们的传递性推理是否有影响?如果有,是促进其推理还是干扰其推理呢?

心理模型理论是目前关于推理的内部本质的一个重要理论,它得到了成人各种推理实验结果的支持<sup>[7-10]</sup>。心理模型理论认为<sup>[11,12]</sup>演绎推理基本上不具有逻辑性质,推理只需根据前提所描述的事件状态建构一个结构类似的模型,然后从模型中找到问题的答案。从另一个角度讲,心理模型理论也可以看成是成人的一种成熟的推理策略,那么,儿童在推理中是否也使用了这种策略呢?即小学儿童在推理中是否建构心理模型?在传递性推理能力发展的过程中,儿童的策略使用情况如何?对这些问题的探查有助于深入了解儿童空间方位传递性推理能力的发展水平和内部机制。

为此,本研究拟:(1)探察小学儿童在不同刺激材料下的空间方位传递性推理能力的发展水平;(2)初步分析儿童在推理过程中的策略使用情况。

## 2 研究方法

### 2.1 被试

城市中等水平小学7岁、9岁、11岁小学生各24人,其中男女各半,平均年龄分别为7.5岁、9.5岁、11.5岁(上下不超过两个月)。他们均能分辨左右空间方位,并通过了预备实验。

### 2.2 实验设计

本实验为2(推理任务的前提数量)×2(刺激材料)×3(年龄)的三因素混合设计。推理任务的前提数量为组内因素,有三个前提和四个前提两个水平;刺激材料为组内因素,有图形刺激材料和文字刺激材料两个水平;年龄为组间因素,有7岁组、9岁组、11岁组三个水平。

### 2.3 实验材料

本实验的刺激材料有两种,一种是图形刺激材料,一种是文字刺激材料。图形刺激材料选用的是小学儿童熟悉的几何图形,如、等等。每个前提包括两个图形,各个前提纵向排列。文字刺激材料是以语言文字形式陈述推理问题,测题仍然以卡片形式呈现,各个前提也是纵向排列。前提中所涉及的内容为小学儿童所熟悉,比如铅笔、小刀、橡皮等。文字刺激材料有两套,一套是加注汉语拼音的,适用于7岁儿童,另一套未注汉语拼音的适用于9岁和11岁儿童。

### 2.4 实验程序

预备实验:每个被试在进行正式实验之前先进行预备实验,目的在于让被试理解实验。预备实验所涉及问题内容为儿童所熟悉的水果名称。预备实验只有两道测题,每道测题只有两个前提,两道测题都回答正确方算通过,通过预备实验的被试方可进行正式实验。

正式实验:本研究所有实验均采用个别施测的方式。呈现卡片的同时给被试读一遍问题,读题语速尽量保持一致。然后允许被试看着卡片进行思考,思考时间不限,之后回答问题。

所有被试都参加全部实验任务。实验包括8道题,每道题作三次,但不是连续作三次,各个问题呈现顺序是随机排列的。这样,一名被试需做24次。

为了了解儿童推理的策略水平,分别在图形刺激材料三前提和四前提以及文字刺激材料三前提和四前提的推理任务中各事先选定一道题,即图形刺激材料和文字刺激材料中各选了两道题,

事后追问儿童作答的原因,了解儿童的推理过程。在儿童叙述时,主试作详细记录。另外,在整个实验过程中还对被试的外显表现作了详细记录,便于在策略分析中作参考。

### 2.5 指导语

图形刺激材料指导语示例:“小朋友,我们现在来做一个给图形排队的游戏。你看这行圆形在六边形的左边,这行圆形在方形的右边,这行菱形在方形的左边(边说边用手指点相应的图形),那么,你想想按照这些图形的左右关系,菱形在六边形的左边还是右边?”

指导语中对每一前提两个图形的左右方位关系的陈述是随机排列的。

文字刺激材料指导语示例:“小朋友,你看这里写着:墨水在铅笔左边,胶棒在墨水左边,胶棒在橡皮右边,那么,根据这些东西的左右关系,你想想,橡皮在铅笔的左边还是右边?”

### 2.6 记分方法

对于一道题,每做对一次记一分,即三次全作对计3分,作对两次计2分,作对一次计1分,三次全没作对计0分。

## 3 实验结果

### 3.1 儿童的传递性推理成绩

记录被试作答的正确与否,按上述计分方法计算被试的成绩,所有数据采用SPSS10.0进行统计处理。

儿童推理的平均成绩及标准差见表1。

表1 不同年龄儿童推理的平均成绩及标准差

年龄 (岁)	(M ±SD)			
	三个前提		四个前提	
	图形	文字	图形	文字
7	2.46 ±0.90	1.44 ±0.98	2.50 ±0.78	1.92 ±1.16
9	2.60 ±0.77	2.10 ±0.92	2.81 ±0.32	2.08 ±0.73
11	2.96 ±0.14	2.40 ±0.68	2.81 ±0.32	2.29 ±0.74
全体	2.67 ±0.71	1.98 ±0.95	2.71 ±0.54	2.10 ±0.90

对实验结果进行多因素重复测量的方差分析,刺激材料的主效应非常显著( $F_{(1,69)} = 31.92, p < 0.001$ ),即小学儿童在图形刺激材料下的推理成绩明显好于文字刺激材料;年龄的主效应非常显著( $F_{(2,69)} = 10.10, p < 0.001$ );前提数量的主效应和各种交互作用均不显著。

对年龄主效应进行事后分析发现,9岁组儿童的推理成绩明显优于7岁组儿童( $t(46) =$

2.50,  $p < 0.05$ ), 11岁组儿童的推理成绩也明显优于9岁组儿童( $t(46) = 2.05, p < 0.05$ )。

在实验中刺激材料的主效应非常显著,即小学儿童在图形刺激材料下的推理成绩明显优于文字刺激材料,那么,刺激材料造成的这种差异在不同年龄阶段儿童的推理中表现是否一样呢?我们对刺激材料作进一步任务分析,结果:各年龄组儿童在图形刺激材料下的推理成绩都明显优于文字刺激材料,7岁组和9岁组儿童这种成绩差异在0.01水平上显著,11岁组儿童的成绩差异在0.001水平上显著。

### 3.2 儿童解决问题的策略

对儿童的口语报告记录作详细整理分析,归纳出儿童在解决问题过程中所用策略主要有:无关策略,即儿童在做出判断时有自己的想法,但与所提出的前提和问题无内在关系。如儿童在图形刺激材料中说:“因为把平行四边形放在左边好看”,在文字刺激材料中说:“铅笔比橡皮细,铅笔比橡皮高,所以铅笔在左边,橡皮在右边”;知觉策略,这仅在图形刺激材料中出现,即根据图形在问题中或前提中的左右绝对位置做判断。如儿童说:“方形在左边,圆形在右边,就是方形在圆形的

左边”,“因为菱形在这行的左边,梯形在这行的右边,所以,菱形在左边,梯形在右边”;建构模型策略是指依据前提中各元素的关系建构一个直观的模型,借此进行推理,即根据心理模型理论进行推理。如儿童在图形刺激材料中说:“因为十字形在环形的左边,环形的右边又出现了平行四边形,平行四边形右边又出现了三角形,就是十字形在第一位,环形在第二,平行四边形在第三,三角形在最后,所以,三角形在十字形的右边”,在文字刺激材料中说:“小刀在这儿,铅笔在这儿(用手指在桌上比划)……,所以,铅笔在橡皮左边”,“因为铅笔在从右数第二个,左边是尺子,尺子右边是橡皮,铅笔在墨水的左边,尺子在铅笔左边,尺子旁边是橡皮,橡皮是左数第二个,所以,铅笔在橡皮右边”。使用这一策略的儿童在解决问题过程中一般伴有外显的排列动作;逻辑规则策略,是指无外显建构模型的动作,而且,在陈述推理原因时能抽出相关的前提,利用中介进行推理,即根据形式规则理论进行推理。如儿童说:“因为尺子在铅笔左边,尺子又在橡皮右边,所以,铅笔在橡皮右边”。儿童在实验中各策略的使用情况如表2。

表2 不同年龄儿童在两种刺激材料下各种策略的使用人次

年龄 (岁)	图形材料				文字材料		
	无关策略	知觉策略	建构模型	逻辑规则	无关策略	建构模型	逻辑规则
7	14(29.17)	32(66.67)	2(4.17)	0	30(62.50)	18(37.50)	0
9	6(12.50)	32(66.67)	6(12.50)	4(8.33)	8(16.17)	36(75.00)	4(8.33)
11	6(12.50)	19(39.58)	22(45.83)	1(2.08)	0	44(91.67)	4(8.33)
全体	26(18.06)	83(57.64)	30(20.83)	5(3.47)	38(26.39)	98(68.06)	8(5.56)

注:括号中的数据为儿童使用某种策略的人次百分比,各年龄阶段儿童的总人次为48。

表3 不同年龄儿童在不同刺激材料下使用各种策略正确推理的人次

年龄 (岁)	图形材料				文字材料		
	无关策略	知觉策略	建构模型	逻辑规则	无关策略	建构模型	逻辑规则
7	6(12.50)	19(39.58)	2(4.17)	0	12(25.00)	13(27.08)	0
9	6(12.50)	21(43.75)	5(10.42)	3(6.25)	1(2.08)	29(60.42)	4(8.33)
11	4(8.33)	16(33.33)	22(45.83)	1(2.08)	0	32(66.67)	4(8.33)
全体	13(9.03)	56(38.89)	29(20.14)	4(2.78)	13(9.03)	74(51.39)	8(5.56)

注:括号中的数据为儿童正确推理的人次百分比,每一年龄阶段儿童的总人次为48。

对使用模型建构策略的儿童人次作统计分析,非参数检验发现,在图形刺激材料中,年龄对使用这一策略的儿童人次有显著影响( $\chi^2 = 28.30, p < 0.001$ )。进一步分析发现,7岁和9岁儿童之间使用人次没有显著差别,而9岁和11岁儿童之间使用人次差异非常显著( $\chi^2 = 12.91, p < 0.001$ ),11岁儿童中使用这一策略的人次明显比

9岁多。在文字刺激材料下,使用这一策略的人次随年龄增长也明显增加( $\chi^2 = 33.99, p < 0.001$ )。进一步分析发现,7岁和9岁儿童之间差异非常显著( $\chi^2 = 13.71, p < 0.001$ ),9岁组儿童中使用模型建构策略的人次显著多于7岁组儿童;9岁儿童和11岁儿童之间的差异也显著( $\chi^2 = 4.80, p < 0.05$ ),11岁组儿童中使用这一策略的

人次显著多于 9 岁组儿童。

为了更清楚地显示儿童正确推理时所使用各种策略的情况,列表 3 如下。

下面把不同年龄儿童在两种刺激材料中使用各种策略正确推理的人次百分比画图如下。

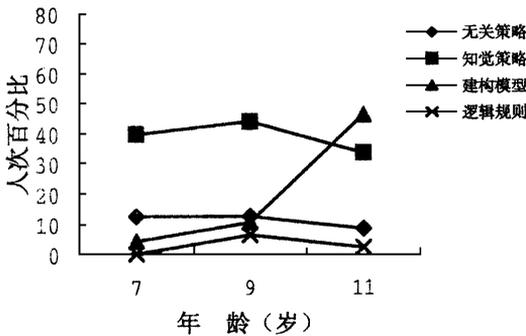


图 1 图形刺激材料中不同年龄儿童使用各种策略正确推理的人次百分比

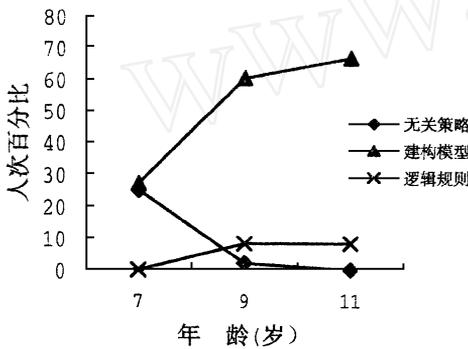


图 2 文字刺激材料中不同年龄儿童使用各种策略正确推理的人次百分比

### 4 讨论

从结果 3.1 知道年龄的主效应非常显著,说明在小学阶段,儿童的传递性推理能力有随年龄而明显提高的趋势。而且,从 7 岁到 9 岁,从 9 岁到 11 岁,其推理能力都有明显的提高,即从 7 岁到 9 岁,从 9 岁到 11 岁儿童的推理能力都处于飞跃发展阶段,抑或可以说,7 岁、9 岁、11 岁儿童的这种传递性推理能力分处于三个不同的水平。7 岁儿童水平最低,处于能力的初步形成时期,他们在有些条件下的推理成绩还不错(如图形刺激材料),但在有些条件下的成绩又很低(如文字刺激材料下的成绩在几率水平左右);9 岁儿童的推理能力较 7 岁儿童有显著的提高,各种条件下的推理成绩都在几率水平之上,但不同任务条件下的能力发展趋势不完全相同;11 岁儿童已基本上具有了该实验条件下的传递性推理能力,推理的正

确率都在 70% 以上。从通过率也可以看出同样的发展趋势。在看发展的同时,我们也可以看出小学儿童空间方位传递性推理能力在不同刺激材料推理任务中表现不尽相同,下面我们具体讨论刺激材料对儿童推理的影响。

从结果 3.1 还可以看出,刺激材料对儿童推理的影响表现为:儿童在图形刺激材料下的推理成绩明显好于在文字刺激材料下的推理成绩。这说明具体、直观的刺激材料有利于儿童推理,这与 Richardson 在成人中的发现不一致<sup>[6]</sup>。图形刺激材料对于儿童来说有利于问题的解决是事实,但到底是什么原因造成的呢?可能的原因有这样两点:一是直观化的前提呈现方式可以进一步减轻儿童在推理中的信息加工量,减轻工作记忆负担。一方面,在图形刺激材料中,每个前提都把客体的空间方位关系直观地表示了出来,客体在前提中的左右空间方位一目了然,儿童无需再对诸如文字式的前提之语义进行加工,大大减轻了工作记忆的负担,而在文字刺激材料下,儿童需要先对每一前提进行理解加工,将其“翻译”成一种直观的具体的表达方式,这样就加大了工作记忆负担;另一方面,在文字刺激材料中,儿童在对每一前提进行理解加工之后还需要在记忆中加以保留,以备以后运用,故记忆负担很重,而图形刺激材料则大大减轻了这种记忆负担。二是儿童在两种刺激材料推理中使用的策略不同,让我们结合结果 3.2 进行分析。从策略使用情况看,儿童在图形刺激材料中最多使用的是知觉策略,这种策略简单而且成功解决问题的概率很高,这可能也是导致刺激材料效应的一个因素(参见图 1)。

在本实验条件下,前提数量没有对儿童的推理造成影响,这似乎与方格在时间推理中的发现不一致<sup>[13]</sup>。造成这种不同的原因可能有两种:首先,推理任务不同,在空间方位推理中位置线索更明确;其次,前提数量变化不大,三个前提和四个前提对小学儿童的信息加工没有造成本质上的难度差异。当然,这都是推测,前提数量对儿童推理的影响还有待于进一步深入探查。

在儿童使用的各种策略中,只有模型建构策略和逻辑规则策略是有效的推理策略,因为从理论上讲,依据它们是可以得出推理的正确结论的。知觉策略成功解决问题的概率虽然很高,但它不是一种有效的推理策略,一方面,它不是一种推理策略,即使问题得以解决,也是知觉水平的问题解

决,不是推理水平的;另一方面,在问题解决过程中它并不能始终保证问题的正确解决。从结果3.2可以看出,随着年龄的增长,儿童自发生成有效策略的能力提高了,即使用建构模型策略和逻辑规则策略的人次明显增加,当然,这主要反映在模型建构策略使用人次的增加上。那么,他们利用这种有效策略的能力是否随着年龄的增长而提高呢?统计结果表明,在图形刺激材料下,三个年龄阶段儿童利用模型建构策略进行推理的成功率都在80%以上,在文字刺激材料下,都在70%以上,差别不大。也就是说,从正确率上我们看不出儿童在策略利用能力上的明显变化。

不论是在图形刺激材料还是在文字刺激材料中,小学儿童使用建构模型策略的人次都随年龄的增长而增加。在图形刺激材料中,从7岁到11岁使用这一策略的人次从2人次增加到22人次,从4.17%增加到45.83%,增加了约40个百分点;在文字刺激材料中,从7岁到11岁使用这一策略的人次从18人次增加到44人次,从37.5%增加到91.67%,增加了五十多个百分点。可以看出从9岁起,建构模型就已成为儿童对文字刺激材料进行推理的一种主要策略。在图形刺激材料中,知觉策略的使用者相当多,尤其是7岁组和9岁组儿童,使用者高达66.67%,到11岁虽有所减少,但也近40%。在文字刺激材料中则无这种现象,因为儿童在这种情况下无法借助知觉解决问题,所以促进了儿童有效策略——建构模型策略的使用。从图1和图2也可以看出,在成功解决问题的人次中,使用模型建构策略的人次随年龄明显增加,在图形刺激材料中已超过了知觉策略的人次。同时,随着儿童年龄的增长,无关策略的使用者明显减少,尤其是在文字刺激材料中这种趋势更明显。不管是在图形刺激材料还是在文字刺激材料中,逻辑规则策略的使用人次都很少,在7岁组儿童中根本就无人使用这一策略,9岁组和11岁组儿童中的使用者也极少。虽然利用这一策略推理的正确率很高,但它不是小学儿童传递性推理的主要策略。

可以看出小学儿童在解决问题过程中是多种策略并存,有无效策略、相对有效策略和有效策略,这也从一个角度反映了小学儿童推理能力上的水平差异,同时,也显示出儿童发展的潜力,为我们的教育教学提供依据,尽量使教育走在发展的前头。另外,儿童在推理过程中并不是始终一

贯地使用一种策略,他们会根据具体问题情境选择他们认为既简单又有效的策略。

## 5 结论

根据本实验的结果,可以得出如下结论:

(1)小学儿童的一维空间方位传递性推理能力从7岁到9岁,从9岁到11岁都有显著性提高。7岁儿童处于能力的初步形成期,他们已基本具有了在具体直观的刺激材料下进行推理的能力,萌发了文字刺激材料下的推理能力;9岁儿童是能力的提高和发展期,11岁儿童已基本具有了一维空间方位单模型条件下的传递性推理能力。

(2)小学儿童在图形刺激材料条件下的推理成绩显著优于文字刺激材料条件下的推理成绩;

(3)前提数量的增加没有对小学儿童的推理造成显著性影响;

(4)随着儿童年龄的增长,模型建构策略的使用者越来越多,但在图形刺激材料和文字刺激材料下,儿童解决问题的策略有所不同。在图形刺激材料下,大部分7岁和9岁的儿童采用知觉策略,11岁儿童中只有少部分人使用这一策略。在文字刺激材料下,模型建构策略是儿童推理的主要策略。少部分7岁儿童使用模型建构策略,大部分9岁儿童和绝大部分11岁儿童使用模型建构策略来解决问题。

## 参考文献:

- [1]Markovits H. Understanding transitivity of a spatial relationship: A developmental analysis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1995, 59: 124 - 141.
- [2]Piaget J, Inhelder B. *The child's construction of quantities: Conservation and atomism*. London: Routledge & Kegan Paul, 1974.
- [3]Bryant P E, Trabasso T. Transitive inference and Memory in young children. *Nature*, 1971, 232: 456 - 458.
- [4]Pears R, Bryant P E. Transitive inferences by young children about spatial position. *British Journal of Psychology*, 1990, 81(4): 497 - 510.
- [5]毕鸿燕,方格. 4~6岁幼儿空间方位传递性推理能力的发展. *心理学报*, 2001, 33(3): 238 - 243.
- [6]Richardson, John T E. The role of mental imagery in models of transitive inference. *British Journal of Psychology*, 1987, 78: 189 - 203.
- [7]Byrne R M J. & Johnson-Laird P N. Spatial reasoning. *Journal of Memory And Language*, 1989, 28: 564 - 575.
- [8]Schaeken W. & Johnson-Laird P N. & Ydewalle G. Mental models and temporal reasoning. *Cognition*, 1996, 60: 205 - 234.
- [9]Johnson-Laird P N, Byrne R M J. & Tabossi P. Reasoning by model: The case of multiple quantification. *Psychological Review*, 1989,

96: 658 - 673.

[10] Bauer M I. & Johnson-Laird P N. How diagrams can improve reasoning. *Psychological Science*, 1993, 4: 372 - 378.

[11] Johnson-Laird P N. *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Massachusetts: Harvard

University Press, 1983.

[12] Johnson-Laird P N, Byrne R M J. *Deduction*. Hove, UK: L. Erlbaum Associates, 1991.

[13] Ge Fang, Xuehong Tian. Children's temporal reasoning. *Philippine Journal of Psychology*, 1999, 32: 50 - 59.

## The Spatial Transitive Reasoning Ability and Strategies Analysis of Primary School Children Under Different Experimental Materials

BI Hong-yan FANG Ge

( *Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101* )

YU Hai-xia

( *School of Psychology, Beijing Normal University, Beijing 100875; Central Institute of Correctional Police, Baoding 071000* )

**Abstract:** The purpose of the study was to investigate the development of elementary schoolers in spatial transitive inference and analyze the strategies children used during reasoning.

The participants were 72 children randomly selected from one middle-level primary school including three groups aged 7, 9 and 11 with half boys and half girls in each group. The tests were carried out individually. The methodology of the study was characterized by qualitative and quantitative analysis.

The results showed that: (1) Children's ability of the spatial transitive reasoning increased significantly. The 7-year-olds developed this kind of reasoning ability, and the 9- and 11-year-olds had preliminarily possessed the ability; (2) The experimental materials had an effect on children's transitive inference. Children's performance of figure materials was better than that of word materials; (3) The increasing of number of premises has no effect on children's transitive inference; (4) Children using the model constructing strategy to resolve problems became more and more with age. Nearly all 11-year-olds were able to use it.

**Key words:** spatial transitive reasoning; strategies; mental model