

视觉表象产生加工的可塑性水平研究*

宋晓蕾 游旭群**

(陕西师范大学心理学院, 西安, 710062)

摘要 采用标准化的视觉表象产生任务,以经过系统训练以及三个不同年龄阶段被试为研究对象来研究视觉表象产生加工时所表现出的可塑性水平。研究表明,视觉表象产生加工水平会因外界系统训练而发生功能增强的练习效应,也表现出随着个体的发展所呈现出的年龄效应,年幼儿童还不能产生空间表征,9岁左右可能是儿童类别表象产生能力发展的一个重要时期,也是个体视觉表象产生加工能力可塑性最高的时期。说明由于受大脑神经细胞活动特性改变的影响,视觉表象产生能力具有相对较高的可塑性和易变性特点。

关键词 表象产生 练习效应 年龄效应 可塑性

1 引言

视觉表象是人们日常生活中应用最多的一种表象形式,也是认知心理学中研究最多的一种表象形式。视觉表象加工在缺乏感觉输入的情况下包括视觉表象的产生和操作,其中最基础的加工过程就是视觉表象的产生,表象的转换操作实际上也是表象产生的一种特殊形式(Kosslyn, 1994)。视觉表象产生是用客体或场景的长时记忆的知识产生短时的、类似知觉的表象加工过程。当知觉信息被记忆获取的时候,人们会产生“用心理之眼”或“用心理之耳听”等等的体验,这就是表象产生(Kosslyn)。

行为可塑性是就个体对环境反应过程中其行为结构和功能的可变性(flexibility)和突变性(mutability)而言的,它在根本上取决于先天神经解剖结构的特点以及后天个体内外环境的改变,其中神经细胞的可塑性是人类一生行为发展和变化的重要基础,这意味着大脑具有可塑性。在个体发育过程中,存在一个大脑可塑性最高的时期,即关键期。后来的研究发现(Lamber, 2004),在大脑受损、中风以及神经系统受到破坏之后,特别是在长期的学习或训练之后,成年人的皮质上仍然出现了显著的可塑性现象。从行为研究来讲,心理学关于可塑性研究主要集中探索行为可塑性的条件及其程度以及那些与年龄相关的制约因素。练习效应和年龄效应是高水平视觉认知加工可塑性的直接表现形式,也是视觉表象活动自动性加工的可观测的行为指标。

纵观近年国内外有关表象产生加工的研究,大

多都是围绕其脑机制展开,即视觉表象产生过程中信息在大脑皮层上是如何组织的?是额叶背腹侧分离,还是大脑左右两半球的机能单侧化?而关于表象产生的可塑性水平的研究却鲜有报道。因此,本研究旨在以高水平视觉空间认知子系统理论为基础,试图通过揭示视觉表象产生加工对于外界的系统训练以及年龄的增长过程中所表现出的神经认知特点,并对这一加工性质作出相应的理论分析,进而达到推论其可塑性水平的目的。

2 实验1 系统训练对视觉表象产生加工的影响

2.1 研究目的

训练历来都被作为一种提高某种特殊技能的重要手段。本实验的主要目的就是要证明视觉表象产生加工能力在经过长时间的学习和系统训练之后,是否会表现出一定的练习效应。

2.2 研究方法

2.2.1 被试

不同的职业要求具有不同的能力。特殊能力能够在特定环境中通过系统的训练和实践获得提高。绘画训练经常需要绘画者从不同的方向理解场景,生成一种视-空间表征,并对表象进行一定的理解和加工。如果绘画的运用的确需要视觉表象产生能力,那么经常进行绘画训练的人就有可能在表象产生能力上优于非经常训练的人。因此本研究从西安美术学院选择了12名经系统训练的、专业功底深厚的绘画系大三学生作为研究对象,男女生各半,平均

* 本研究得到全国教育科学“十一五”规划教育部青年课题(EBA100360)、国家自然科学基金委员会与中国民航局联合资助项目(6107904)和陕西师范大学中央高校基本科研业务费专项资金项目(09SZYB24)的资助。

** 通讯作者:游旭群。E-mail: youxuqun@snnu.edu.cn

年龄为 20.66 岁,均经过 10 年以上专业的绘画训练,按照手习惯问卷测试确定他们均为右利手。同时以 12 名文科专业的一般大学生被试作为控制组共同参加本实验,控制组被试在性别、年龄、利手上均与绘画组相匹配。所有被试视力正常或矫正视力正常,且不知晓实验目的。

2.2.2 实验材料

众所周知,产生复杂客体的视觉表象需要较长时间,客体的每一部分都需要一定时间去生成表象。为了把表象各个部分合理安排,必须提取其空间关系表征(Kosslyn, 1995)。因此,在视觉表象产生过程中,可用两种不同的空间关系表征来安排各个部分的排列:一种依靠类别空间关系,它在左半球较有效,一种依靠数量空间关系,它在右半球较有效。由于类别空间关系表征是以等量级的方式表征客体空间关系的一般特征(如连接/非连接、上/下、左/右、内/外),而数量空间关系表征是以分量级的方式表明客体空间关系的差异性特征(如距离的精确比较)。因此,本实验用的类别刺激为 4×5 方格,数量刺激为同样大小、但剔除方格内线的四角方括弧。在 4×5 方格条件下,需要用客体空间关系的一般特征来定位客体各部分的位置,所以本研究假设在此条件下应用类别空间关系表征产生表象会有更好绩效,而在中间全空的四角方括弧条件下,要产生特定表象,需要有该刺激各部分之间距离的精确比较,因此假设应用数量空间关系表征产生表象会有更好绩效(游旭群等, 2009)。

本实验由一台方正奔 IV 3.0 计算机控制,视觉刺激呈现在 17 英寸液晶显示器中央,显示器分辨率为 1024×768 像素,刷新频率为 70Hz。刺激材料为一组 4×5 方格,将其单元格选择性涂黑以描画六个不同的大写黑体字母, C、F、H、J、L、U(平均视觉复杂性值为 2.1); 每个字母在每一行和每一列至少有一格被填充。对应的小写字母位于这些字母的下方,大小为 1-1.5cm 高,用来指导被试方格中黑体字母的呈现。此外,还有一组探测标记,同样大小的方格位于中央星号(它用来作为固定点)左右 1.5° 视角。这些方格除了单一的 X 探测标记外其余全空, X 探测标记是单元格对角线大小。

在这些试验中,一半的 X 标记出现时落在相应的黑体字母上(‘是’试验),一半落在其周围(‘否’试验)。每个字母有两个‘是’和两个‘否’探测标记。一个‘是’或‘否’探测标记出现在早期位置,另一个‘是’或‘否’探测标记出现在晚期位置。‘是’试验的

早期探测位置在字母起笔位置,‘否’试验的早期探测位置与字母起笔位置相邻;‘是’试验的晚期探测位置在字母末笔位置,‘否’试验的晚期探测位置与字母末笔位置相邻。字母各部分的笔划顺序通过私下观察另一组 25 个被试在空白方格中画这个字母时的笔划顺序决定。为了排除探测标记“×”定位的准确性可能对实验结果产生的影响,本研究事先还会要求被试只对探测标记“×”的呈现位置做出反应,并记录正确率,只有当正确率达到一定水平并保持恒定的被试才能进入正式实验。每个刺激在左右视野各出现两次。试验在每 16 个和 8 个被试序列内抵消平衡。这些刺激如图 1 所示。

对每个方格刺激,用四角方括弧代替方格构建对应的另一组方括弧刺激。

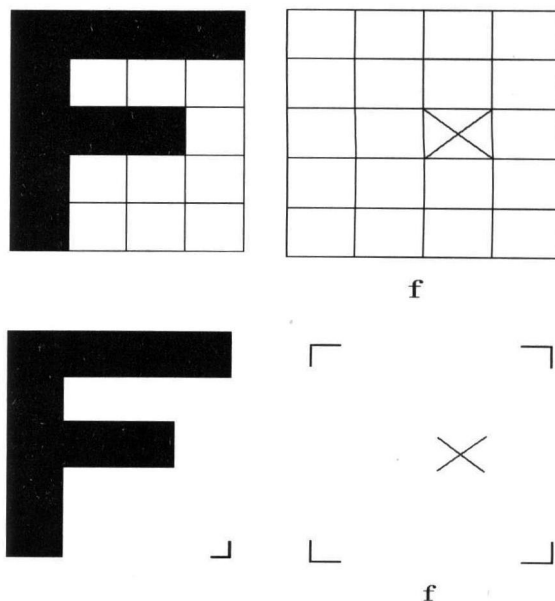


图 1 实验中用的方格和方括弧刺激

2.2.3 实验程序

实验程序用 E-prime 软件编制。在所有实验中,被试独立测试,他们的头部在一个颌休息器上以确保距离屏幕恒定的观察距离。一半被试接受方格刺激,一半被试接受方括弧刺激。具体实验步骤如下:

按键练习阶段 在键盘上固定两个反应键(键盘中央位置的“H”和“G”键),分别代表“是”与“否”。屏幕中央出现‘是’或‘否’时,要求被试按相应的反应键。每个字呈现 16 次,不能连续出现 3 次。计算机自动记录被试每次按键的情况,并用声音提示的方式对被试的错误反应给予反馈。

学习阶段 首先要求被试学习和记忆大写的黑体字母 C、F、H、J、L、U,它们分别位于上述方格或方

括弧内,要求被试确切记住这些字母如何出现在该位置。被试可用任意时间观察一张含有方格或方括弧纸上的大写黑体字母并记住字母在此出现的位置。当被试表示已记住字母呈现的位置时,给他们一张表格纸,上有一个空的 4×5 的方格或方括弧并在下方有小写字母提示(在方括弧刺激下方2cm处),要求他们画出相应的大写黑体字母。被试重复此任务三次以确保他们正确记住了字母在方格/方括弧中出现的位置。主试密切观察被试画这个字母的顺序以确保他们以正确的、先前确定的先后顺序自由画出字母各部分,并都以相同的顺序产生了这个字母的表象。

测试阶段 被试首先读屏幕上的指导语。对于类别任务,要求被试判断方格下方有小写字母提示的被想象的大写字母是否将覆盖方格内探测标记X;数量任务中要求被试判断当想象的大写字母确实呈现在四角方括弧内时,是否将覆盖方括弧内的探测标记X。当被想象的大写字母覆盖了探测标记时,指导被试用一只手的食指按先前标识的“是”键,否则用另一只手的食指按“否”键,反应手被抵消平衡。

2.2.4 实验设计

自变量为 $2(\text{左右视野}) \times 2(\text{任务类型}) \times 2(\text{探测位置}) \times 2(\text{组别})$ 的混合设计,其中任务类型和组别为被试间因素,左右视野和探测位置为被试内因素。因变量为反应时和准确率。

2.3 结果与分析

对资料进行统计分析之前,剔除正确率低于60%的被试(考虑到正确率为50%时接近机率水平),剔除2.5个标准差以外的反应时数据。各处理条件下的反应时如表1所示。

2.3.1 反应时数据

对反应时进行方差分析发现,被试类型的主效应显著 $F(1,20) = 15.15, p = .001$,经过系统训练的绘画组被试反应速度明显较快;任务类型 $[F(1,20) = 4.11, p = .05]$ 和探测位置 $[F(1,20) = 23.89, p < .001]$ 的主效应显著。当刺激呈现在大脑左半球(右视野)时,被试反应更快,但大脑半球的主效应没有达到显著水平, $F(1,20) = .52, p > 0.1$ 。

任务类型与大脑半球的相互作用显著, $F(1,22) = 7.86, p = .01$,也就是说,在方格和方括弧任务上,两半球存在显著差异。被试类型与左右视野(大脑半球)的相互作用显著, $F(1,20) = 5.96, p = .02$ 。探测位置、被试类型与大脑半球三因素的交互作用显著, $F(1,20) = 5.96, p < .05$ 。对三者的交互作用进行简单效应检验表明,在早期探测位置,两组被试均表现出显著的右半球效应($F(1,20) = 8.76, p < .05$);而在晚期探测位置,两组被试并没有表现出大脑半球的差异($F(1,20) = .69, p < .05$);无论是当探测刺激在字母的早期位置还是晚期位置,与正常被试相比,练习组被试的反应明显更快 $[F(1,20) = 23.32, p < .001]$ 。

表1 实验1中不同任务条件下的反应时(ms)、正确率及标准差

	探测位置	左右视野	被试类型	任务类	
				方格	方括弧
反应时	早	左	练习	931 ± 115	993 ± 148
			一般	1127 ± 234	1269 ± 156
		右	练习	813 ± 50	1002 ± 132
			一般	1172 ± 274	1348 ± 235
	晚	左	练习	1084 ± 60	1045 ± 168
			一般	1186 ± 248	1380 ± 233
		右	练习	920 ± 43	1078 ± 173
			一般	1157 ± 224	1415 ± 260
正确率	早	左	练习	.897 ± .038	.853 ± .044
			一般	.696 ± .052	.703 ± .056
		右	练习	.925 ± .079	.917 ± .083
			一般	.794 ± .085	.691 ± .072
	晚	左	练习	.862 ± .066	.853 ± .094
			一般	.738 ± .058	.640 ± .072
		右	练习	.870 ± .079	.872 ± .095
			一般	.664 ± .089	.683 ± .077

2.3.2 正确率数据

对正确率进行方差分析发现,被试类型 $[F(1,$

$20) = 20.89, p < .001]$ 和探测位置 $[F(1,20) = 9.081, p = .007]$ 以及大脑半球 $[F(1,20) = 3.51,$

$p = .07$]的主效应显著。方格任务的正确率高于方括弧任务的正确率,但没有达到显著性水平, $F(1, 20) < 1$ 。探测位置与大脑半球的相互作用也基本显著, $F(1, 20) = 3.29$, $p = .08$;任务类型和左右视野以及探测位置三者的交互作用显著($F(1, 20) = 4.0$, $p = .05$),也就是说,在早期探测位置,两组被试均表现出显著的右半球效应;而在晚探测位置,两组被试并没有表现出大脑半球的差异;无论探测刺激在字母的早期位置还是晚期位置,与正常被试相比,练习组被试的正确率明显更高($F(1, 20) = 15.28$, $p < .05$)。此外,被试类型、任务类型、左右视野以及探测位置四者的交互作用也达到显著性水平, [$F(1, 20) = 6.23$, $p = .02$]。

3 实验2 年龄对视觉表象产生加工的影响

3.1 研究目的

本实验的主要目的是探索年龄因素可能对视觉表象产生加工能力产生的影响,不同年龄阶段的儿童在表象产生任务中能否表现出相似的单侧化优势。

3.2 研究方法

3.2.1 被试

在一项关于个体空间能力发展的研究(Clarissa & Stiles, 2005),研究者以24名6岁和7岁儿童为被试,研究结果表明尽管个别儿童在经过扩展训练以后能完成类别和数量任务,但大多数儿童既不能理解指导语的要求,也不能长时间地维持注意以完成任务。他们的反应时间很长并且离散程

度较高,错误率几乎达到随机水平。此研究与Kosslyn(1990)报道的5岁儿童不能准确产生简单字母的表象的结论一致。基于以上研究,本实验决定以8岁儿童作为开始测试的年龄段,拟分别选择8-9岁组($M = 8.5$ 岁, $SD = .26$)、10-11岁组($M = 10.7$ 岁, $SD = .28$)和14-15岁($M = 14.6$ 岁, $SD = .23$)三个年龄阶段共24名右利手被试参加本实验,男女生各半,其中儿童被试分别来自陕西师范大学附属小学三、四、五年级和附属中学初二年级。所有被试视力正常或矫正视力正常,且不知晓实验目的。

3.2.2 材料和程序

具体实验材料和程序基本同实验1。对于儿童被试,在试验之前告诉他们将在计算机上进行画画游戏,并对儿童具体讲解要完成的实验任务。为了确保儿童被试完全理解该任务,要求他们意译任务要求,并对错误理解给予及时纠正。在每个实验的最后,对每个参与的儿童给予一定奖励。

3.3 实验设计

自变量为2(左右视野)×2(任务类型)×2(探测位置)×2(年龄)的被试间设计,其中任务类型和年龄为被试间因素,左右视野与探测位置为被试内因素。因变量为反应时和正确率。

3.4 结果与分析

对资料进行统计分析之前,剔除正确率低于60%的被试,剔除2.5个标准差以外反应时数据。各处理条件下的反应时如表1所示。

3.4.1 反应时数据

表2 不同任务条件下的反应时(ms)及标准差

反应时	探测位置	左右视野	年龄组	任务类型	
				方格	方括弧
早	左		8岁组	2000 ± 231	1431 ± 517
			10岁组	1707 ± 434	1558 ± 438
			14岁组	1096 ± 261	1135 ± 103
		右	8岁组	1890 ± 278	1217 ± 371
			10岁组	1611 ± 398	1401 ± 380
			14岁组	1042 ± 259	1024 ± 97
	右	左	8岁组	2300 ± 179	1679 ± 484
			10岁组	1920 ± 479	1759 ± 476
			14岁组	1176 ± 319	1237 ± 178
		右	8岁组	2286 ± 213	1543 ± 498
			10岁组	1919 ± 490	1637 ± 452
			14岁组	1108 ± 244	1169 ± 112

对反应时进行方差分析发现,正如所预期的,不同年龄阶段被试的反应时间有显著差异,被试年龄的主效应显著 $F(2, 18) = 7.97$, $p = .003$, T 检验($p < .05$)表明8岁组儿童和10岁组儿童的反应明

显比14岁组更慢;任务类型 [$F(1, 18) = 3.39$, $p = .08$]和探测位置 [$F(1, 18) = 76.24$, $p < .001$]以及大脑半球 [$F(1, 18) = 28.33$, $p < .001$]的主效应显著。任务类型与左右视野有较显著的相互作用, F

(1,18) = 4.66, $p < .05$, 方格任务的左半球优势比方括弧任务的左半球优势更高;被试年龄与探测位置的相互作用也显著, $F(1,18) = 6.58$, $p = .007$, 表明探测位置效应的大小随年龄下降。 T 检验($p < .05$)表明,早晚探测刺激效应在每个年龄阶段是显著的,但在大小上明显不同。此外,在早期探测位置,尽管儿童之间没有显著差异,但 14 岁组与两组儿童组的反应时间有明显差异;而在晚期探测位置,

三组被试之间的反应成绩有明显差异。探测位置 \times 左右视野的相互作用也有一定的显著性, $F(1,18) = 2.01$, $p = .1$, 表明对早期探测位置有一定的右半球优势($p = .1$),而对晚期探测位置,两半球的成绩没有明显差异($p = .69$)。被试年龄、左右视野与任务类型三因素的交互作用没有达到显著性水平, $F < 1$ 。

3.4.2 正确率数据

表 3 不同任务条件下的正确率及标准差

探测位置	左右视野	年龄组	任务类型	
			方格	方括弧
正 确 率	早	8 岁组	.627 \pm .109	.612 \pm .108
		10 岁组	.735 \pm .102	.723 \pm .111
		14 岁组	.805 \pm .131	.823 \pm .144
		8 岁组	.553 \pm .082	.514 \pm .077
		10 岁组	.613 \pm .104	.612 \pm .096
		14 岁组	.738 \pm .098	.735 \pm .092
	晚	8 岁组	.520 \pm .101	.510 \pm .097
		10 岁组	.570 \pm .085	.610 \pm .092
		14 岁组	.695 \pm .128	.673 \pm .178
		8 岁组	.460 \pm .076	.432 \pm .063
		10 岁组	.578 \pm .082	.575 \pm .096
		14 岁组	.705 \pm .164	.735 \pm .175

对正确率进行方差分析发现,被试年龄 [$F(2,18) = 11.20$, $p = .001$] 和探测位置 [$F(1,18) = 40.24$, $p < .001$] 以及大脑半球 [$F(1,18) = 29.27$, $p < .001$] 的主效应显著。方格任务的正确率高于方括弧任务的正确率,但没有达到显著性水平, $F(1,18) < 1$ 。探测位置与大脑半球的相互作用显著, $F(1,18) = 4.18$, $p = .05$, 也就是说,当早期探测刺激在大脑右半球时,被试的正确率更高,表现出显著的右半球优势($p < .05$);而对晚期刺激,两半球的正确率相差较小,并没有表现出大脑半球的差异($p = 0.45$)。任务类型 \times 大脑半球的相互作用显著, $F(1,18) = 4.66$, $p = .04$, 正如 Hellige (1992) 所言,任务类型 \times 大脑半球的相互作用充分说明被试运用了两种截然不同的加工方式。

然而,与预期假设相反,任务类型 \times 探测位置 \times 左右视野显著的相互作用 [$F(1,18) = 3.18$, $p = .05$] 表明任务成绩在早晚探测试验上表现出明显不同的模式,在早期探测位置试验上,两个任务的成绩非常相似。 T 检验($p < .05$)表明无论何种任务类型,当刺激呈现在大脑右半球(左视野)时,被试的正确率更高;而对晚期刺激,反应成绩在两个任务上则明显不同。 T 检验($p < .05$)表明在类别任务中,当刺激呈现在大脑左半球时,被试的正确率较高。然而,当刺激呈现在大脑右半球时,两个任务的成绩没

有显著差异($p = 0.12$)。总之,在所有年龄组中,晚期探测试验提供的大脑单侧化数据与 Kosslyn 等 (2005) 的结果一致,而早期探测试验的数据则与其结果明显不同。

年龄效应也表现在年龄 \times 探测位置 \times 左右视野的交互作用, $F(2,18) = 4.79$, $p < .05$, 早期探测位置的效应在所有年龄组和大脑两半球之间是相似的,8 岁和 10 岁儿童组比 14 岁组在两个脑半球上的正确率均更低。而 8 岁组和 10 岁组儿童在两个脑半球上的成绩没有显著差异。此外,所有年龄组均有右半球的优势($p < .05$)。在晚期探测实验上,尽管任何一个年龄组都没有大脑半球的差异,但 14 岁组和其他两儿童组在两半球上有明显差异,两组儿童在右半球的成绩上也有明显差异。特别是,相比较 10 岁儿童,8 岁儿童在右半球加工晚期探测刺激时正确率明显更低,但在左半球,两组儿童没有明显差异。

4 讨论

4.1 视觉表象产生加工的练习效应

实验 1 考察经过系统训练的被试完成标准化的视觉表象产生任务的反应时模式,发现了视觉表象产生加工练习效应的存在。该实验结果表明,在标准化的表象产生任务中,经过长期学习和系统训练

的被试,任务成绩明显好于控制组被试。说明一定的练习和系统训练提高了被试产生视觉表象的能力。另外,探测位置也有较显著的主效应,与晚期位置相比,当探测刺激在字母的早期位置时,被试反应更快,反应的正确率也更高。此结果与 Kosslyn 等(1995,2005)的研究结果一致,表明大写字母的表象是一部分、一部分按自然顺序产生的。另外,大脑半球与任务类型之间显著的相互作用更进一步说明有两种截然不同的加工在起作用,即大脑左半球通过运用类别空间关系的描述安排客体各部分的排列来产生表象更有效,大脑右半球通过运用数量空间关系在空间上定位客体各部分的精确位置来产生表象更有效。

Emmorey 等(1996)用 Kosslyn 的表象产生任务,发现无论是耳聋的还是正常听力被试产生表象的速度比很少或没有手语经验的被试更快,表明美国手语经验提高了一个人产生视觉心理表象的能力。视觉表象能力是美国手语产生和理解的一部分,说明有手语经验的被试在外界系统训练的影响下发生了新的变化,其神经结构更加趋于完善且协同作用增强,从而使视觉表象产生能力得到了提高。国内何大芳等人(2004)利用同样任务也得到了类似的结果。但手语学习对视觉表象生成的促进作用主要表现在有明显的启动作用,而没有明显的增值作用。Vanlierde 等(2003,2004)关于先天失明被试表象产生能力的可塑性研究中发现视觉背侧通路参与了先天失明被试的视-空间表象,表明在视觉缺损情况下,听觉和触觉通道的输入可有效提高视觉背侧通路的机能发展。按照这一观点,研究认为大脑机能性组织在后天学习中被事先决定和加强,由于被试被先前剥夺了充分的视觉刺激作用,但其它感官之间可以相互作用,它能以一种特殊方式代偿失去的细胞的功能,从而使先天失明被试的视觉空间表象能力得到一定的发展。

上述实验结果表明,无论是对正常被试还是脑损伤被试,其视觉表象产生能力在经过系统训练后其神经活动模式得到改变从而表现出特定行为功能增强的现象,这是即时练习所不能达到的水平,揭示出视觉表象产生加工过程中存在一定的练习效应。

4.2 视觉表象产生加工的年龄效应

实验 2 考察了不同年龄阶段被试完成标准化的视觉表象产生任务的反应时模式,发现了视觉表象产生加工的年龄效应的存在。该实验结果表明所有年龄组被试在早期探测位置对最初呈现在右半球的

表象产生任务反应正确率更高,但在晚期探测位置,却并没有出现此效应。另外,在 14 岁组和 10 岁儿童组的数据中,当被试加工数量刺激时,会出现右半球的优势效应,而当加工类别刺激时,大脑左半球表现出一定的优势效应,即产生类别空间关系比数量空间关系正确率更高。这些发现提供了类别和数量表象产生加工分离的证据,其结果与笔者前期的研究结论一致(游旭群等,2009)。

与先前有关表象产生的研究结果不同,本实验发现了显著的类别和数量表象产生任务中大脑半球专门化的探测位置效应。实验数据表明,探测位置并不仅仅是表象产生的行为指引;它在两个任务中引起明显不同的效应。特别是,在所有年龄阶段,不论何种任务,对早期探测位置均有右半球效应。早期探测位置任务通过使被试运用集中于刺激的整体属性而不是图形细节的策略提高了操作成绩。由于早期探测位置一般出现在刺激的边缘,被试会运用这一边缘的信息作出不同的反应。这样,整体加工策略足以产生准确的反应,减少产生完整表象的需要,因而忽略了运用类别和数量加工所必须的不同加工策略,此结果可通过被试在与早期探测位置有联系的类别和数量任务中正确率的提高得到反映。整体视觉加工最初以大脑右半球为中介,对早期探测位置观察到的较强的右半球效应也与此观点一致。

实验结果还表明,就晚期探测位置数据而言,类别和数量加工之间出现了分离,当探测刺激最初呈现在大脑左半球时,10 岁组和 14 岁组在类别任务中明显比在数量任务中正确率高。而且,当探测刺激呈现在大脑右半球时,两组被试在数量任务中正确率明显更高。这些数据与 Kosslyn(2006)的提法一致,即在两个任务中,不同的单侧化加工系统促进任务操作的完成。另外,比较两组被试在早晚探测位置的操作成绩也很有趣。在早期探测位置条件下,当刺激(类别或数量)呈现在大脑右半球时,正确率显著高于本实验其它条件下的正确率。该比较对下列观点又提供了进一步的支持,即早期探测刺激也许并不需要整体的类别和数量加工。早期探测位置数据,特别是大脑右半球的数据,反映了在较少负载的条件下,通过大脑右半球传递的空间排列的整体加工较细节加工更有效。在数量加工条件下是否该整体的加工运用了相同的大脑系统目前还不清楚。任务难度的变化,或任务中的练习使得被试忽略了要求在较多负载条件下更多的刺激加工,在那

些条件下也许只有右半球加工较有效。

8岁儿童的数据对加工策略增加了一项发展层面的理解。在晚期探测位置上,8岁儿童的数据是不确定的,正确率在所有任务条件下呈现均不高。对这个年龄阶段的儿童,晚期探测试验看起来有些困难。正确率数据的模式与较大儿童及青少年被试单侧化加工的数据模式并不相符。而该结果与先前报道的6岁儿童的数据一致,操作数据在实验中所有条件下接近机率水平。然而,在早晚探测试验中,8岁儿童的成绩揭示出一个有趣的发现,无论何种任务条件,当刺激呈现在大脑左半球时,其正确率数据与年长组都是可比较的,表明该任务不同加工层面发展速度的差异。相比较而言,当早期探测刺激呈现在大脑右半球时,该组儿童正确率明显较高。这些数据表明大脑右半球促成图形信息加工的早期发展策略。年幼儿童可能采取了一个相对依靠图形结构总体特征并运用整体水平的加工策略。结合这一解释,Moses等(2002)报道了关于儿童在整体-局部加工任务的fMRI研究中的数据。在整体-局部加工过程中,成人表现出不同的左右脑半球激活模式,儿童在两个任务上表现出更强的右半球的激活。

总之,上述实验结果表明,在类别和数量表象产生能力上探测位置显著而复杂的效应,这是以前相关文献中没有得到的效应。当任务相对容易时,在早期探测位置,无论任务标准如何,简单的空间策略足以决定探测的效率,因此,大脑右半球,这一较好的空间处理器,在产生类别和数量空间关系时均比较准确。然而,当加工系统有较多负载(任务较难)时,在晚期探测位置试验中,两半球之间加工的差异就会出现。此效应在儿童数据中表现得更加突出并表现出明显的发展进步:尽管在8岁儿童数据上没有看到大脑半球专门化趋势,但10岁儿童数据中在产生类别表象时出现了与14岁接近成人组一样的大脑左半球的优势。如果此系统必须被负载才能揭示类别和数量空间关系加工的分离,那么观察到的大脑半球的分离应该对各种各样的神经损伤病人更加显著,包括中风、神经退行性疾病、外伤性大脑损伤等,其程度依据损伤的程度变化。因此,下一步研究应该指向理解在损伤条件下成人及发展中大脑的功能,它将对组织、成熟以及空间加工系统的功能提供更深入的见解。

5 结论

通过上述实验可以得出:

(1)视觉表象产生加工存在一定的练习效应和年龄效应,具有相对较高的可塑性和易变性特点。

(2)8岁儿童还不能产生空间表征,他们还不能以等量级的方式如“连接”、“左边”、“上边”等表明空间关系,而左半球的加工优势对10岁儿童则非常显著。由此推测,9岁左右可能是儿童空间表征能力或类别表象产生能力发展的一个重要时期,也是个体视觉表象产生加工能力可塑性最高的时期。此观点有待于我们进一步的实验研究去证实。

参考文献

- 游旭群,宋晓蕾.(2009).视觉表象产生的大脑半球专门化效应. *心理学报*, 41(10):911-921.
- 方俊明,何大芳.(2004).聋人手语视觉表象生成能力的实验研究. *心理与行为研究*, 2(1):321-324.
- Kosslyn, S. M. (1994). *Image and Brain: The Resolution of the Imagery Debate*. Cambridge, Massachusetts, The MIT Press: 285-325.
- Lamber, S., et al. (2004). Blindness and brain plasticity: contribution of mental imagery? An fMRI study. *Cognitive Brain Research*, 20: 1-11.
- Kosslyn, S. M. (1995). Two Type of Image Generation: Evidence for Left and Right Hemisphere Process. *Neuropsychologia*, 33(11): 1485-1510.
- Clarissa, J., Stiles, R. J. (2005). Hemispheric specialization for categorical and coordinate spatial relations during an image generation task: evidence from children and adults. *Neuropsychologia*, 43:517-529.
- Kosslyn, S. M., Margolis, J. A. (1990). Age Differences in Imagery Abilities. *Child Development*, 61:995-1010.
- Hellige, J. B. & Michimata, C. (1992). Categorization versus distance: Hemispheric differences for processing spatial information. *Memory and Cognition*, 17:770-776.
- Kosslyn, S. M. (2005). Two Type of Image Generation: Evidence from PET. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, (1): 41-53.
- Emmorey, K., Kosslyn, S. M. (1996). Enhanced Image Generation Abilities in Deaf Signers: A Right Hemisphere Effect. *Brain and Cognition*, 1996, 32(28):28-44.
- Vanlierde, A. (2003). Occipito-parietal cortex activation during visuo-spatial imagery in early blind humans. *Neuroimage*, 19:698-709.
- Vanlierde, A. (2004). Abilities and strategies of blind and sighted subjects in visuo-spatial imagery. *Acta Psychologica*, 116: 205-222.
- Kosslyn, S. M. (2006). You can play 20 questions with nature and win: Categorical versus coordinate spatial relations as a case study. *Neuropsychologia*, 44:1519-1523.
- Moses, P., Stiles, J. (2002). Functional MRI of global and local processing in children. *NeuroImage*, 16:415-424.

A study on the Plasticity in the Visual Image Generating Process

Song Xiaolei, You Xuqun

(Department of Psychology, Shaanxi Normal University, Xi'an, 710062)

Abstract Visual mental image generation had been defined as the process during which long-term memory knowledge of the visual appearance of objects or scenes is used to create a short-term percept-like image. It is a complex and multi-componential cognitive process, and a most basic process in visual mental image processes. A systematic research on it will help us not only deeply understand the law of human visual mental image processing, but also most effectively examine and evaluate visual spatial cognition functional level in practice. Does functional plasticity really exist in visual mental image generation process? What roles do both hemispheres play in image generation process? All these questions need to be explored again.

The present study adopted a standardized image generation task to examine the cognitive plasticity in the visual image generating process. Two experiments were conducted to test the processing level of image generating respectively in systematically trained college students and children of three different age phases. In two experiments, a classical image generation task was adopted to investigate the cognitive plasticity of simple letter image generation. The subjects were cued to form images within a grid or within a set of four corner brackets; a single X mark was enclosed within each stimulus, and the subjects were to determine whether the X mark would have fallen on an imaged pattern. To ensure that participants mentally generated the target letter, probe location was varied. "Early" probes appeared on letter segments that were first produced when the letter was drawn; while "late" probes appeared on later produced segments. The reaction time (measured from the end of the question to the onset of the participants' response) and error rates were recorded and analyzed. The aim of these experiments was to clarify whether functional plasticity really existed in visual mental image generation process.

We obtained some evidence by having the subjects memorize letters in grids (which were easily encoded using descriptions of the positions of segments) or within a space delineated by four brackets (which required memorizing the precise positions of the segments). In Experiment 1, we found evidence that the grid task elicited a left hemisphere categorical strategy; while the bracket task elicited a right hemisphere "coordinate" strategy. And it was shown that the visual image generation level changed after a long-term systemic training, and some degree of practice effect was found. In Experiment 2, the results revealed the significant and complex effects of probe location on categorical and coordinate image generation abilities. Specifically, early probes elicited a strong right hemisphere advantage for both tasks across all ages, whereas late probes produced a left hemisphere dissociation between categorical and coordinate processing. The left hemisphere dissociation was evident only for 10-year-olds and 14-year-olds, suggesting that young children are not yet proficient in generating spatial representations.

The present results suggested that the visual image generation level revealed some changes after the long-term systematic training or age factors influenced, showed some extent of practice effect and age effect, which indicated younger children are not yet proficient in generating spatial representations. nine or so perhaps is the critical period in children's development of spatial representations or categorical image generation abilities, and the highest functional plasticity period that individuals' visual image generation processing influenced by some hereditary and intrinsic attributes of the cerebral nervous anatomic structure, the processing system of visual image generating showed a relatively high cognitive plasticity and susceptibility.

Key words image generation, practice effect, age effect, plasticity