

# 认知神经科学关于表象的研究

任国防<sup>1</sup>,王金娥<sup>1</sup>,张庆林<sup>2\*</sup>

(1. 安阳师范学院 教育科学学院, 安阳 455000; 2. 西南大学 心理学院, 重庆 400715)

**摘 要:**表象是不是除命题表征之外的一种独立的表征问题一直是心理学上争论不休的话题。争论的焦点主要在视觉表象与视知觉的关系上,有些研究发现视觉表象能够激活视觉系统,甚至能够激活较早的视觉皮质(如 V1 区),而且视知觉的选择性障碍也会导致相应的视觉表象障碍,但另外的研究却没有发现视觉表象能够激活较早的视觉皮质,而且发现视觉表象与视知觉存在双重分离。文章最后讨论了视觉表象研究中存在的一些问题。

**关键词:**表象;视觉表象;视知觉;认知神经科学

**中图分类号:**B842.5

**文献标识码:**A

**文章编号:**1003-5184(2010)01-0032-05

## 1 引言

视觉表象是否真是视觉的,也就是说视觉表象与视知觉是否涉及同样的表征问题一直是心理学上争论不休的话题。争论的一方认为视觉表象能够引起视觉表征(该表征在受到外界视觉刺激时能够自动激活)自上而下的激活,是一种独特的心理表征<sup>[1,2]</sup>。Pylyshyn<sup>[3]</sup>将之称为图片理论(Picture Theory)。争论的另一方则认为视觉表象中的表征并不是视觉表征,视觉信息的回忆即使伴随着“看”的体验,也并非视觉表征,而是类似语言的心理描述<sup>[4,5]</sup>。Kosslyn 等将这种观点称为是虚无假设(Nihilistic Hypothesis)<sup>[6]</sup>。

争论的焦点主要在视觉表象与知觉的关系上,其基层隐喻是如果视觉表象与视知觉具有共同的内部表征,那么知觉表征与命题语义表征属于两种不同的表征,于是表象是一种独特表征的说法就能够得到支持。为了证明自己的立场正确,各个阵营的研究者采用了认知神经科学手段来支持自己的理论。

## 2 支持表象独立地位的认知神经科学研究

Farah 等<sup>[7]</sup>认为虚无假设针对图片理论提出的意见要么是在实践上要么是在理论上都非常难以拒绝。例如心理学家无论如何设计实验、控制无关变量都难以完全避免不言自喻的知识和实验者效应等因素。于是图片理论的拥护者试图从认知神经科学的研究中寻找证据。他们主要从两个方面寻找证据,一是试图证明视觉表象中视觉加工区域得到的激活,另外一类试图证明视觉表象与视觉知觉的有共同的神经功能机制,即脑损伤会同时损害视知觉和视觉表象功能。图片理论的支持者并在此基础上

提出了知觉与表象的等价假设。

### 2.1 视觉表象中视觉加工区域的激活

Roland & Friberg<sup>[8]</sup>考察了被试在休息时和在进行三项认知任务时的局部脑血流。这三项认知任务分别是:从 50 开始的减 3 运算,对听觉刺激的记忆扫描(想象一个熟悉旋律),视觉想象(想象从自家前门开始走到邻居家门口要做的左转或右转)。在这三项任务中不时询问被试当前的答案(如减三到什么程度了,旋律想象到哪里了或者走到哪里了)。研究者认为这三项任务的错误率相同,因此难度也相同。在 11 个正常被试中,与休息时的脑血流相比,视觉想象任务导致后部脑区的血流增加,包括枕叶(视皮层)和进行高级视觉加工的顶区后上部、颞区后下部。这些区域正是进行视觉知觉任务时所激活的区域。而在其他两项任务中这些区域没有激活。

但 Roland & Friberg 的实验中的想象任务相当复杂,包括想象场景并要做一定的情景变换。Goldenberg 等人<sup>[9]</sup>设计了一个相对简单的想象任务和一个控制任务。这两个任务的唯一差别就是有没有想象。两组被试都通过听觉记忆名词(concrete words),但要求一组注意听并且记这些词(无想象组),另外一组要求听并且用想象该词指代物的方法记这些名词(想象组)。实验后如果无想象组被试报告说在记忆过程中会自动地想象该词所指代的事物,则重新被归为想象组。结果发现想象组的被试回忆效果要好,从而在行为上与无想象组区分开来。想象组与无想象组的脑血流也有区分:首先,想象条件下枕叶的血流更强,尤其是左下枕区。其次,在想象条件下,枕区和颞叶后部脑血流的共变模式

也更明显。

表象产生和运用过程中初级视觉区域(primary visual area, PVA)的激活问题也是一个研究热点。争论的焦点是在表象的操作中会不会激活 PVA 及其临近区域。一些研究报告说在表象任务中这些区域被激活<sup>[7,10]</sup>,他们甚至报告说同真实的视觉一样,表象依赖于 PVA 的地形表征(topographical representation):较小物体的表象激活了距状沟(calcarine sulcus)的后部,而较大物体的表象则更多地激活了距状沟的前部。在最近的一项研究中,Slotnick 等人<sup>[11]</sup>采用 fMRI 手段直接比较了知觉、想象和注意/知觉控制条件下的大脑激活。在知觉任务中,要求被试注视一个围绕中心旋转的楔形棋盘。红色的靶框出现后,被试要判断靶框是否出现在棋盘上面。在想象任务中,屏幕上仅出现棋盘的外弧线,要求被试在心里尽可能生动、详细、准确地想象屏幕上有一个在知觉任务中的棋盘在旋转。同样红色的靶框出现后,被试要判断靶框是否出现在想象的棋盘上面。由于有人质疑说<sup>[12]</sup>想象过程其实就是注意过程,因此 Slotnick 等人又设置了控制组以控制注意和知觉的影响。虽然也呈现旋转的外弧线,但只要要求被试注意图形而不去想象。同样也出现红色的靶框,但被试的任务是判断靶框出现在屏幕的左边还是右边。结果发现,排除了注意因素后,视觉表象在视网膜上的映射类似于知觉映射,从而为视觉表象的描绘观点提供了证据。

但也可能存在这样的解释:表象并不是视觉表征,只是伴随着视觉脑区的激活而已,视觉区域的激活只是伴随现象,这样的解释也不无道理。为了排除这种可能性,研究者们必须找到这样的证据:即视觉脑区的损毁也会导致表象障碍。如果这样就能够证明视觉区域的确在想象中扮演功能角色,如果有视觉障碍却没有表象障碍,则能证明表象只是附带现象而已。

## 2.2 脑损伤后视知觉与视表象的平行障碍

如果视觉表象同视觉知觉运用的是相同的表征机构(representational machinery),那么可以预期在知觉出现选择性缺陷时,表象功能也会出现选择性缺陷。实际上,对于由于皮质损伤造成的所有的知觉的选择性缺陷都伴随有相应的知觉缺陷。在视觉皮质加工的早期阶段,颜色同其它的视觉特征是独立表征的,因此视觉皮质损伤能够单独引起颜色缺陷。许多后天皮质性色盲(acquired cerebral color blindness)病例研究都已经发现了颜色知觉与颜色想象的伴随缺陷<sup>[13]</sup>。除了不能认出或区分颜色外,这些病人也不能根据记忆报告常见物体的颜色

(如足球的颜色,仙人掌的颜色,或者德国牧羊犬背部的颜色)。但这些病人的认知功能通常没有受到损害。实际上,Riddoch & Humphreys<sup>[13]</sup>报告的后天皮质色盲病人在其它方面具有正常的想象能力(根据绘画和对物体的记忆描述来判定),唯一受损的就是颜色想象能力。

DeRenzi & Spinnler<sup>[14]</sup>对单侧脑损伤后导致与颜色有关障碍的病人进行了大规模的系统研究。颜色知觉通过两种方式进行测试:让被试将绘有两个相同颜色方框的纸配对和 Ishihara 色盲测试(即从一些随机彩色点子中辨别出数字)。颜色回忆也通过两种方式进行测试:让被试口头回答问题如“橘子是什么颜色的?”“水泥是什么颜色的?”,让被试用彩笔根据物体的实际颜色涂抹相应的黑白线条图。他们发现具有颜色知觉缺陷的被试也有颜色想象缺陷,即使排除了有语言和记忆障碍被试的情况下也是如此。

双侧顶—枕疾病的病人常常不能报告在视野中的物体在什么位置,但却能毫不费力地说出该物体是什么<sup>[15]</sup>。由于缺陷只出现在视觉通道,因此这些病人可以用触觉或听觉定位刺激。同时,这些病人再认视觉刺激的能力并没有损害。因此这些病人可能会很快认出视野中的物体,但却不能指出他的位置,无论是口头上还是用手。另外一些由于疾病损伤双侧颞枕的病病人的表现可能正好相反<sup>[16]</sup>。这些失认症病人不能再认视觉中呈现的刺激,虽然有正常的初级视觉能力(如足够的视野和视敏度),并且这些病人的失认症也是跟视通道有关的。他们能够通过触摸或声音辨别物体。另外,他们定位视觉呈现物体的能力却没有受到损伤。因此,这样的病人可能辨认不出视野中的邮票,但却能准确地指出他的位置。Levine 等人<sup>[17]</sup>考察了一个视觉定位障碍的病人和一个视觉再认障碍的病人,发现这两人的想象能力也分别相应地受到损伤,如有物体再认障碍的病人不能画出或描述熟悉物体、动物或面孔的外貌,虽然能够详细地画出和描述地图上城市的位置,房屋里的家具等等。而有物体定位障碍的病人却不能描述城市的相对位置,并且当蒙上眼睛后也不能指出病房里家具的位置,但他却能相当详细地描述常见物体、动物或面孔。

右顶叶损伤的病人常常不能觉察到呈现在左半视野的刺激,即使他们受损视野的基本的刺激感觉过程没有损伤的情况下也是如此,这种缺陷叫作“视觉忽略”(visual neglect),并且也会在视觉想象中出现<sup>[18]</sup>。例如在他们的研究中,要求两个右顶叶损伤的视觉忽略病人想象正在从某个角度观察一个有名

的广场(在脑损伤前这些人对这个广场非常熟悉),并且描述所看到的场景。两个病人都漏掉了可能会落在左视野中的标记。然后研究者要求被试从另外相反的一个视角重复刚才的任务,结果出现的相反的情况。原先在左视野中的物体被报告出来了,而原先在右视野中的物体地被漏掉了。

### 3 反对表象独立地位的认知神经科学研究

Pylyshyn<sup>[19,20]</sup>认为图片理论对神经科学研究结果的解释是非常有问题的,并且认为这些结果丝毫没有对图片理论提供支持。他说在表象中发现视觉系统部分激活很有意思,但对表象表征的本质和形式争论毫无用处。更重要的是,图片理论只看到了表象形象与知觉形象的相似性却忽视了它们之间巨大的、而且有决定性的差异性,例如:视觉信息和表象信息的获得和解释是非常不同的。表象无论多么清晰也不具有知觉的本质特征。例如二维线条图形的表象不会自动地导致三维解释、也不会出现双关图现象。再如依靠视觉你能轻易倒读单词中的字母,而表象却不能。更重要的是,视皮质上的图像尚没有得到解释,而表象本身就是对信息的解释,而且完全有理由相信表象不能从视觉上得到进一步的重新解释。当然对表象进行思考并且也能推测当旋转或组合它们时会发生什么,但只有当这些操作相当容易时才会如此。另外,虽然一些研究发现在视觉表象任务中 PVA 得到激活,但另外的研究却没有发现 PVA 的激活<sup>[21]</sup>,甚至某些情况下局部脑血流(regional cerebral blood flow, rCBF)比基线条件更低。造成这种差异的可能原因很多,例如没有发现较早的视觉皮质激活的研究多数采用的是空间任务,而发现较早的视觉皮质激活的研究却采用另外的任务。另外,没有发现较早视觉皮质激活的研究更多采用的是储存在长时记忆中的表象,而另外的研究的表象却是在实验前形成的。当然也可能有被试空间想象能力高低的原因和基线任务不同的原因<sup>[22]</sup>。

另外,临床神经学病例研究发现知觉和想象能力的双重分离,从而也对知觉—表象等价假设提出了挑战。从解剖学的观点看,枕部损伤既不是表象缺陷的必要条件也不是其充分条件。另一方面,广泛的左颞损伤常常伴随着对物体形状和颜色的表象缺陷,因此,视觉想象能力可能要求视觉脑区的参与,但也可能涉及更高级的功能。而且知觉表象等价假设的反对者认为虽然在以前的研究中发现知觉损伤往往伴随有相应的表象缺陷,但这种关系并不足以说明两者存在相同的机制,因为以前的病例研究中损伤的范围可能过大,以致于同时损伤了知觉

与表象的机制,使知觉与表象看起来象是有着共同的机制,实际上两者是相互分离的<sup>[23]</sup>。Behrmann 等人在一个病例报告中说,他们遇到这样一个病人:他有严重的物体失认症(visual object agnosia),但却有正常的视觉表象。他能够根据记忆画出物体的细节,也能够根据表象进行一系列的操作,但却不能进行物体辨认,甚至自己画出来的物体他也辨别不出来。但他却又有正常的视敏度和其它知觉<sup>[24]</sup>。

但图片理论的支持者有可能这样反击:知觉与表象所以出现分离不是由于两者没有共同的神经机制,而是表象或知觉的产生过程受到了损害。这种解释更显得合理一些,但是如果说视觉缓冲区位于枕叶的视觉皮质的话,那么知觉或表象分别受到损伤的区域又会在哪里呢?也就是说知觉编码和表象产生的区域分别会在哪里呢?这也是 Kosslyn 模型所面临的一个问题。

值得注意的是虽然 Kosslyn 后来补充说知觉缺陷与表象缺陷虽然常常同时出现,虽然知觉与表象共享许多共同机制,但两者并非完全等同:表象不需要较低水平的组织过程(low-level organizational processing),而知觉不需要激活记忆中的信息。而且有研究表明知觉与表象的激活区域约有三分之二的重叠<sup>[25]</sup>,而且在共同激活区域内的损伤往往导致表象与知觉的相同障碍,而在非重叠区域的损伤却会导致表象和知觉的选择性障碍<sup>[26]</sup>。

### 4 对表象的认知神经科学研究的反思

#### 4.1 相关研究较多,而因果研究较少

如上所述,关于表象的脑研究中 fMRI 和 PET 研究较多,而这类研究基本上还是属于相关研究:考察在什么条件下会导致什么样的脑激活模式。但仅凭表象和知觉激活的脑区重叠较多来推论两者之间的等价关系的逻辑前提也并非坚不可摧,这样的研究基本上还是属于相关研究,无法进行因果推论。例如,在思维的研究中常常会发现声带在活动,但声带的活动并不意味着它也参与到思维活动中。可喜的是已经有人在表象研究领域开始尝试因果研究,Kosslyn 等<sup>[27]</sup>用 PET(positron emission tomography)和 rTMS(repetitive transcranial magnetic stimulation)技术考察了视觉表象中 V1 区的激活情况。在 PET 实验中,要求被试闭上眼睛想象一些特定的条纹,然后比较这些条纹的特定属性(例如长宽的长短),结果显示在执行该任务过程中,V1 区得到激活。在 rTMS 实验中,实验任务与 PET 的实验任务相同,但用 MTS 刺激枕中皮质(medial occipital cortex),发现 TMS 刺激降低了被试的成绩。在类似的视觉任务中也观察到了同样现象。他们认为

PET 结果证明了想象条纹时, V1 区得到激活, 而 rTMS 结果则表明 V1 区是视觉表象的信息加工区域。

#### 4.2 忽略了表象的个体差异

也如其它心理现象一样, 表象的产生和保持也存在个体差异。Richardson<sup>[28]</sup>认为可以根据在解决认知任务时所采取的策略不同, 可以将个体可以分为两类: 一类是形象型 (visualizer), 另外一类是抽象型 (verbalizer)。形象型个体在解决认知任务时主要依靠表象, 而抽象型个体却主要采取语言—分析策略。Kozhenvnikow 等人<sup>[32]</sup>采用新的方法研究了个体在认知功能上的个体差异, 结果发现, 抽象型个体在想象任务上的成绩一般处于中等水平, 而形象型个性可以划分为两类。具体来说, 根据“形象—想象”认知风格量表, 可以把形象型个体分为两类: 一类是在空间想象能力差但物体想象能力却好, 另外一类正好相反。因此表象是存在个体差异的, 但有关表象的脑研究却很少考虑到表象的个体差异, 而个体差异可能是同类研究出现不同结果的重要原因。

#### 4.3 表象研究中的证真偏向较严重

图片理论和虚无假设为了证明自己的理论假设正确, 分别从已有的脑科学研究中各取所需, 而忽略了不利于自己假设的证据, 结果导致出现很多相互矛盾的结果。事实上图片理论有些过于强调表象表征与知觉的相似性和表象表征与命题表征的差异性, 而虚无假设则抹杀了表象表征与命题表征的差异性, 甚至完全否认表象的存在。两种观点都有自己的合理性, 但它们也许分别解释了同一事情的不同方面, 即也许表象表征与命题表征并不是完全独立的, 可能是一个连续体的两端, 两者可能是不同水平的表征形式, 而且在不同任务中可能需要激活的表征形式具有优势与劣势之分。以前的众多研究之所以出现不一致的结果可能跟忽略了两种表征方式能够相互转化、且在不同条件下激活的表征方式不同有关。

#### 5 总结

事情的复杂性在于, 不仅实验结果, 而且人们的内省报告既有肯定也有否定表象作用的, 而有些实验结果可以从表象的角度也可以从命题表征的角度得到解释。即使这样, 也不应否定表象, 因为人的心理活动有多种方式, 一个作业可以通过不同途径来完成, 而且达到同样的水平, 从而导致视觉表象的脑激活具有不同的模式。

#### 参考文献

- Kosslyn S M. The medium and the message in mental imagery. *Psychological Review*, 1981, 88: 46—66.
- Kosslyn S M, Thompson W L. When is early visual cortex activated during visual mental imagery. *Psychological Bulletin*, 2003, 129: 723—746.
- Pylyshyn Z. Return of the mental image: are there really pictures in the brain? *Trends in Cognitive Science*, 2003, 17(3): 113—118.
- Pylyshyn Z W. The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. *Psychological Review*, 1981, 88: 16—45.
- Anderson J R. Arguments concerning representations for mental imagery. *Psychological Review*, 1978, 85: 249—277.
- Kosslyn S M, Ganis G, Thompson W L. Mental imagery: Against the nihilistic hypothesis. *Trends in Cognitive Science*, 2003, 7: 109—111.
- Farah M J, P  ronnet F, Gonon M A, et al. . Electrophysiological evidence for a shared representational medium for visual images and visual percepts. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1988, 117: 248—257.
- Roland P E, Friberg L. Localization of cortical areas activated by thinking. *Journal of Neurophysiology*, 1985, 53: 1219—1243.
- Goldenberg G, Podreka I, Steiner M, et al. . Patterns of regional cerebral blood flow related to memorizing of high and low imagery words: an emission computer tomography study. *Neuropsychologia*, 1987, 25: 473—486.
- Kosslyn S M, Pascual-Leone A, Felician O, et al. . The role of area 17 in visual imagery: convergent evidence from PET and rTMS. *Science*, 1999, 284: 167—170.
- Slotnick S D, Thompson W L, Kosslyn S M. Visual Mental Imagery Induces Retinotopically Organized Activation of Early Visual Areas. *Cerebral Cortex*, 2005, 15: 1570—1583.
- Pylyshyn Z W. Mental imagery: in search of a theory. *Behaviour Brain Science*, 2002, 25: 157—238.
- Riddoch M J, Humphreys G W. A case of integrative visual agnosia. *Brain*, 1987, 110: 1431—1462.
- De Renzi E, Spinnler H. Impaired performance on color tasks in patients with hemispheric lesions. *Cortex*, 1967, 3: 194—217.
- De Renzi E. Disorders of space exploration and cognition. New York: John Wiley & Sons, 1982.
- Bauer R M, Rubens A B. Agnosia. In: K. M. Heilman & E. Valenstein, Ed. *Clinical neuropsychology* New York: Oxford University Press, 1985: 187—241.
- Levine D N, Warach J, Farah M J. Two visual systems in mental imagery: Dissociation of ‘what’ and ‘where’ in imagery disorders due to bilateral posterior cerebral lesions. *Neurology*, 1985, 35: 1010—1018.
- Bisiach E, Luzzatti C, Perani D. Unilateral neglect, representational schema and consciousness. *Brain*, 1979,

- 102:609—618.
- 19 Pylyshyn Z W. Mental imagery: in search of a theory. *Behaviour Brain Science*, 2002, 25: 157—238.
  - 20 Pylyshyn Z W. Return of the mental image: are there really pictures in the brain? *Trends in Cognitive Science*, 2003, 17, (3): 113—118.
  - 21 Mellet E, Tzourio—Mazoyer N, Bricogne S, et al. . Functional anatomy of high—resolution visual mental imagery. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2000, 12: 98—109.
  - 22 Kosslyn S M, Thompson W L. When is early visual cortex activated during visual mental imagery. *Psychology Bulletin*, 2003, 129: 723—746.
  - 23 Paolo Bartolomeo. The relationship between visual perception and visual mental imagery: a reappraisal of the neuropsychological evidence, *Cortex*, 2002, 38(3): 357—378.
  - 24 Behrmann M, Winocur G, Moscovitch Morris. Dissociation between mental imagery and object recognition in a brain—damaged patient. *Nature*, 1992, 359: 636—637.
  - 25 Kosslyn S M, Thompson W L, Alpert N M. Neural systems shared by visual imagery and visual perception: a positron emission tomography study. *Neuroimage*, 1997, 6: 320—334.
  - 26 Kosslyn S M. Neural foundations of imagery. *Nature Neuroscience*, 2001, 2: 635—642.
  - 27 Kosslyn S M, Pascual—Leone A, Felician O, et al. . The role of area 17 in visual imagery: convergent evidence from PET and rTMS. *Science*, 1999, 284: 167—170.
  - 28 Richardson A. Verbalizer—visualizer: A cognitive style dimension. *Journal of Mental Imagery*, 1977, 1: 109—126.
  - 32 Kozhenvnikov M. Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. *Memory & Cognition*, 2005, 33(4): 710—726.

## Cognitive Neuroscience Research on Visual Mental Imagery

Ren Guofang<sup>1</sup>, Wang Jine<sup>1</sup>, Zhang Qinglin<sup>2</sup>

(1. Education Department, Anyang Normal University, Anyang 455000;

2. Psychology School, Southwest University, Chongqing 400715)

**Abstract:** Mental imagery has fallen within the purview of philosophy and cognitive psychology. Both enterprises have raised important questions about imagery, but have not made substantial progress in answering them. With the advent of cognitive neuroscience, these questions have become empirically tractable. This article reviews evidence from measurements of regional brain activity in normal subjects and evidence from patients with brain damage. Visual perception and visual mental imagery, have often been regarded as cognitive functions subserved by common mechanisms. Although many neuroimaging studies of visual mental imagery have revealed activation in early visual cortex, many others have not. Some reports of brain—damaged patients showed that an imagery deficit often parallels a perceptual impairment in the same cognitive domain while other reports of patients showing double dissociations between perception and imagery abilities challenging the perception—imagery equivalence hypothesis. The problems in visual imagery researches are discussed in the end.

**Key words:** imagery; visual imagery; visual perception; cognitive neuroscience