

从表征和认知过程上看表象与知觉、记忆的关系*

李筱梅 李海峰 **

(福建师范大学心理学院, 福州, 350117)

摘要 表象、知觉和记忆是一个整合的认知系统。由于知觉和记忆提供了表象生成的材料, 因而三者共享相似的表征, 并激活广泛的相似的脑区。然而在认知加工过程中三者存在一定的差异。与知觉相比, 表象的编码方式更抽象、更依赖过去经验的参与且处理细节能力更弱; 与记忆相比, 表象更容易受无关信息的干扰。未来对三者关系的研究应关注不同来源和不同类型的表象与知觉、记忆之间的关系, 以及工作记忆在三者关系中所起的作用。

关键词 表象 知觉 记忆 表征 认知过程

1 前言

表象 (mental imagery) 又称意象、心像, 指事物不在眼前时人们在大脑中所形成的类似知觉的表征。因而有研究者认为表象是“用心灵的眼睛去观察”, “用心灵的耳朵去倾听” (Kosslyn & Thompson, 2003)。近年来关于表象与知觉、记忆关系的研究受到了学术界的重视。一些研究者认为, 表象、知觉和记忆可以被看成是同一种认知系统。他们的研究表明, 三者都能采用类似图像的方式加工处理信息, 并能激活以初级视觉皮层为主的广泛脑区, 说明三者共享相似的表征。但是, 另一部分研究者则认为, 表象、知觉和记忆仍然属于不同的认知系统。他们的研究发现, 三者在编码方式、细节处理和受干扰阶段等方面存在一定的差异, 表明三者在认知加工过程方面存在差异。因此, 本文从表象、知觉和记忆的表征和认知加工过程入手, 探讨三者之间的异同, 以期为后续对三者关系的进一步研究提供指导。

2 表象与知觉、记忆是否共享相似的表征

2.1 表象与知觉是否共享相似的表征

Thomas (2014) 认为表象与知觉只有量的不同而没有质的区别。Pearson 等人认为表象是一种弱化了的知觉, 它在一定程度上能够代替知觉, 产生与知觉相似的作用 (Pearson, Naselaris, Holmes, &

Kosslyn, 2015)。大量研究表明, 视觉表象与视知觉共享相似的表征。如 Borst 和 Kosslyn (2008) 使用心理扫描范式对视觉表象和知觉早期阶段的信息表征方式进行了研究, 结果发现被试是以相同的速率对表象和知觉内容进行心理扫描的。Laeng 等人发现被试在形成图形表象和知觉图形时, 注视点的眼动模式并没有显著差别 (Laeng, Bloem, D'Ascenzo, & Tommasi, 2014)。还有研究者使用双眼竞争范式对视觉表象进行研究时发现, 在表象产生阶段插入视觉干扰刺激会干扰到后续的双眼竞争 (Chang, Lewis, & Pearson, 2013)。

认知神经科学的证据同样支持了表象与知觉共享相似表征的观点。视觉表象和视知觉激活的大脑区域十分类似, 这些脑区包括视觉皮层 V1-V3 区域, 大脑视觉联合区 (包括顶叶、枕叶和额叶皮层的某些区域), 以及腹侧视觉皮层 (Bridge, Harrold, Holmes, Stokes, & Kennard, 2012; Cichy, Heinze, & Haynes, 2012; Johnson & Johnson, 2014)。同样, 听觉表象和听觉知觉也激活了相似的大脑区域, 包括颞叶的初级听觉皮层和次级听觉皮层等区域 (Herholz, Halpern, & Zatorre, 2012; Linke & Cusack, 2015)。此外, 研究者还发现动觉表象能够激活初级运动皮层 (van der Meulen, Allali, Rieger, Assal, & Vuilleumier, 2014), 触觉表象能够激活躯体感觉皮层 (Schmidt, Ostwald, & Blankenburg, 2014)。

* 本研究得到国家社会科学基金青年项目 (16CSH047) 的资助。

** 通讯作者: 李海峰。E-mail: haifeng.li@fjnu.edu.cn

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20180302

Mcnorgan (2012) 关于表象和知觉激活脑区的元分析表明，在大部分研究中各种类型的表象与知觉一样，都能激活相应的初级感觉皮层。

2.2 表象与记忆是否共享相似的表征

不少研究发现视觉表象与记忆同样共享相似的表征。Borst 等人比较了视觉表象和工作记忆条件下干扰类型对被试认知判断的影响，发现两者都容易受结构性视觉图片的干扰，而不受非结构性图片和空白屏幕的干扰 (Borst, Ganis, Thompson, & Kosslyn, 2012)。有研究比较了屏幕亮度变化对表象任务和工作记忆任务的影响，结果发现表象任务与工作记忆任务存在显著的正相关，且均受屏幕亮度变化的影响 (Keogh & Pearson, 2011, 2014; Pearson & Keogh, 2012)。

同样，认知神经科学的证据也支持了表象与记忆共享相似表征的观点。大量研究表明视觉表象、短时记忆和工作记忆都能够激活相似的脑区，特别在初级视觉皮层尤为明显 (Albers, Kok, Toni, Dijkerman, & de Lange, 2013; Cattaneo, Vecchi, Pascual-Leone, & Silvanto, 2009; Hamamé et al., 2012)。如 Cattaneo 等人 (2009) 使用单脉冲经颅磁刺激 (single pulse of TMS) 比较了表象和短时记忆任务的大脑激活情况。表象任务要求被试根据屏幕上呈现的数字想象数字对应的时钟表盘，短时记忆任务则要求被试记忆呈现在屏幕上的时间表盘。结果发现在表象加工的后期和信息存储的后期，都能激活初级视觉皮层的 V1 和 V2 区域。Albers 等人 (2013) 使用 fMRI 技术，要求被试记忆或心理旋转指定的光栅并与探测光栅进行比较。结果发现被试进行表象和工作记忆时都激活了初级视觉皮层 (V1 到 V3 区域)，且两种条件的激活情况没有显著差别。也有研究比较了视觉表象和长时记忆，发现两者都能激活额叶、顶叶控制区和枕颞感觉区 (Slotnick, Thompson, & Kosslyn, 2012)。上述结果说明，表象与记忆系统的各个组成部分，可能都采用相似的表征处理信息。

3 表象与知觉、记忆是否具有类似的认知加工过程

3.1 表象与知觉是否具有类似的认知加工过程

早期有研究认为表象与知觉具有相似的认知加工过程。例如 Finke 和 Kosslyn (1980) 对表象和知觉的视野范围进行了研究，认为表象的加工范围与视觉信息进入视觉感受野的范围相似。但后续大量

研究表明，表象和知觉的认知加工过程存在一定差异。首先，来源于知觉的表象与知觉在加工过程中存在差异。Linke 和 Cusack (2015) 要求被试先听一段声音，随后在脑中表象这段声音，并使用 fMRI 比较了被试在表象和知觉过程中对声音的生命性 (animacy)、类别 (category) 和特征 (identity) 信息编码时，在赫氏回、听觉皮层和颞下回上的激活情况。结果发现，在知觉条件下，仅特征编码在这三个区域均有激活。而在表象条件下，类别和特征编码激活了听觉皮层，生命信息和类别编码激活了颞下回。由于生命和类别信息比特征信息更抽象，因而这一结果表明，听觉表象在形成表征过程中比听觉知觉采取更抽象的编码方式。其次，来源于记忆的表象与知觉在认知过程中也存在差异。后天 V1 区受损的皮质盲患者 (Bridge et al., 2012) 以及后天失明的盲人 (Boucard et al., 2016) 尽管视觉能力受损，但其视觉表象能力仍然完好且在表象过程中可以激活视觉皮层。Dentico 等人 (2014) 使用 EEG 技术，要求被试观看短片或在心中回放先前观看的短片，结果发现知觉过程和表象过程的神经活动方向相反。知觉过程会导致下枕后回到顶叶小叶自下而上信号流的增强，而表象过程导致了顶叶小叶到下枕后回自上而下信号流的增强。此外，知觉比表象拥有更强的细节处理能力。Kosslyn 等人要求被试在知觉和表象条件下判断不同密度的光栅的属性，如长、宽、方向等。结果发现知觉组在判断密集和稀疏两种光栅的属性时，反应时没有差异，但表象组在判断密集光栅时明显比稀疏光栅耗费了更多的时间 (Kosslyn, Sukel, & Bly, 1999)。总之，与知觉相比，表象的编码方式更抽象，更依赖于自上而下的认知加工，且处理细节的能力也更弱。

3.2 表象与记忆是否具有类似的认知加工过程

虽然表象与记忆过程比较相似，但仍然是不同的认知加工过程。首先，表象与短时记忆的认知加工过程存在差异。在 Cattaneo 等人 (2009) 的研究中，在视觉表象形成前期和短时记忆前期施加单脉冲经颅磁刺激，并不会降低表象任务的成绩，却影响了短时记忆。但在表象和短时记忆的后期，单脉冲经颅磁刺激均能损害两种任务的绩效。此外，视觉表象形成后仍然不稳定，更容易受到无关信息的干扰 (Borst, Niven, & Logie, 2012)。其次，表象与工作记忆的认知加工过程也有差异。Riečanský 等人比较了被试表象和工作记忆时对字母进行旋转操

作时顶叶的电位反应。表象任务要求被试判断先前呈现的字母是正向的或是镜像的；工作记忆任务要求被试判断探测字母相比目标字母是顺时针还是逆时针旋转的。结果发现，表象任务引发了 RRN 电位（rotation-related negativity），而工作记忆任务则引发了 nsw 电位（negative slow wave），且这两种电位的振幅没有相关（Riečanský, Tomova, Katina, Bauer, Fischmeister, & Lamm, 2013），表明表象任务主要与图像操作有关，而工作记忆任务则主要与图像的保持有关。最后，表象与长时记忆的认知加工过程也有不同。Slotnick 等人（2012）发现，与表象相比，视觉记忆在客体信息的提取过程中包含了更多数量的注意转移，从而导致被试在顶叶控制区和枕颞感觉区有更大程度的激活。Kim 等人（2013）对脑损伤病人的空间表象进行研究发现，海马区的病变不会影响空间表象能力，却会影响长时记忆任务的成绩，表明空间表象和长时记忆依赖于不同的大脑区域。上述结果说明，尽管在表象形成与短时记忆的后期存在功能上的部分重叠，但表象形成早期和短时记忆储存早期的认知过程是不同的。表象和工作记忆在进行客体旋转时的加工过程存在较大差异。同时，与表象相比，长时记忆的提取过程相对更复杂且更依赖于海马区。

4 表象、知觉与记忆的相互作用

由于表象、知觉和记忆使用相似的表征处理信息，并且在认知加工过程中存在一定的重叠现象，因此在信息加工过程中，三者之间会出现相互影响的情况。首先，表象的形成和保持能影响知觉与记忆的准确性。从表象对知觉的影响上看，预先形成的表象能帮助人们更好地知觉外界信息或促进知觉稳定性。如 Farah（1989）要求被试先在某一区域形成一个表象，随后对出现在区域内或外的刺激进行知觉探测。结果发现，与落在表象区域外的刺激相比，落在表象区域内的刺激更容易被探测到。Berger 和 Ehrsson（2013）发现人们可以将表象刺激产生的神经信号与不同感觉通道的真实刺激相结合，从而产生一个稳定的多感官知觉。表象甚至可以通过小幅度地降低痛觉阈限而影响正常人的痛觉知觉（Volz, Suarez-Contreras, Portilla, & Fregni, 2015）。从表象对记忆的影响上看，引导被试表象正性或负性事件会造成错误记忆或创伤性事件的扭曲（Bays, Zabrusky, & Foley, 2015; Strange & Takarangi, 2015），让慢性紧

张性头痛患者想起更多快乐的回忆（Abdoli, Rahzani, Safaei, & Sattari, 2012）。

其次，知觉和记忆也能影响表象的形成或保持。如研究发现无关的知觉信息会干扰表象的产生和保持（Pearson & Keogh, 2012; Pearson, 2014）。Szubielska 和 Marek（2015）要求被试先闭眼随意触摸玩具，随后完成玩具的长度估计任务。结果发现，先天失明盲人在估计玩具的长度时，比后天失明盲人和视力较差的被试更容易高估，说明视觉经验对视觉表象的形成有重要意义。Keogh 和 Pearson（2011）的研究表明，个体在视觉工作记忆任务中的表现能预测其表象的强度。还有研究发现，空间表象的表征来自于长时记忆（Giudice, Klatzky, Bennett, & Loomis, 2013）。

5 目前研究进展与展望

总之，表象、知觉与记忆共享相似的表征。知觉能以表征的形式加工外界信息，从长时记忆中提取的信息也能以表征的形式暂存在工作记忆中。从知觉中获取的外界信息和从长时记忆中提取的过去经验均有助于表象的形成，因而表象依赖于对表征的加工。但表象、知觉和记忆的认知加工过程并不相似。其主要原因在于，表象的形成既可以来源于知觉信息，也可以来源于记忆中储存的信息。与知觉相比，表象的编码方式更抽象，更依赖于过去经验的参与且处理细节能力更弱；与记忆相比，表象与短时记忆、工作记忆和长时记忆的加工过程均存在不同程度的差别。

表象、知觉和记忆是一个整合的、相互联系并且相互作用的认知系统。知觉和记忆中提取的信息会影响表象的形成。表象形成后不仅能作为一种启动线索引导注意转移到所表征的对象上，促进表征对象的知觉，还能作为一种记忆线索，引导人们回忆与表象相关的信息，或干扰记忆的提取阶段，产生错误记忆。当知觉信息主要作用于表象形成时，即形成刺激驱动的自下而上的表象；当人们凭借过去经验作用于表象时，即形成记忆驱动的自上而下的表象。由此可见，表象、知觉与记忆三者是一个统合的整体。

虽然学术界对三者关系的研究已经取得了一定的进展，但仍然有必要在以下问题上进行深入探讨。首先，表象与知觉之间关系的研究尚不够全面。在表征方面，研究发现表象在加工物体细节时比知觉

需要付出更多的努力 (Kosslyn et al., 1999)，特别是在加工复杂图像时，表象需要将图像分解成更加细节化的图像，而知觉则不需要。后续在听觉表象的研究上发现，听觉表象比听觉知觉的编码方式更抽象 (Linke & Cusack, 2015)。那么视觉表象是否也存在这种抽象化的编码方式？并且，这种抽象化的编码方式是否与视觉表象较弱的细节处理能力有关？更进一步说，尽管以往研究表明表象和知觉分享相似的表征，但这种抽象化的编码方式是否表明表象形成的表征与知觉表征在本质上是不同的？在加工过程方面，表象和知觉均包含自下而上和自上而下两种加工过程。但已有探讨两者关系的研究中，在知觉和表象任务的设计上就存在不合理之处，因而得到的结论也有失偏颇。比如在研究中，知觉任务仅要求被试观察实验材料并完成后续任务，表象任务却要求被试先观察记忆实验材料，并在表象阶段重现或加工记忆中的信息，随后完成任务。研究者据此认为表象与知觉相比更强调自上而下的认知加工 (Dentico et al., 2014; Kosslyn et al., 1999)。显然，在这类研究中，研究者比较的是自下而上的知觉过程和自下而上和自上而下的表象过程之间的关系。因此，未来在探讨两者关系的研究中，应先着眼于探讨同一种加工过程的知觉和表象之间的关系。

其次，表象与记忆（特别是工作记忆）之间关系的研究仍有待扩展和深化。在表征方面，与工作记忆一样，表象也有多种表征信息的方式 (Pearson & Kosslyn, 2015)。但由于研究手段的限制，目前的研究多局限于视觉表象和视觉记忆之间的研究。在视觉领域发现的表象与记忆分享相似表征的结果，是否可以扩展到其他领域？在加工过程方面，Keogh 和 Pearson (2011, 2014) 发现表象和工作记忆具有中等程度的正相关，但也有部分研究则发现两者之间并不存在相关 (Matthews, Collins, Thakkar, & Park, 2014; Riečanský et al., 2013)。表象和工作记忆从类别上可以分为客体的、空间的或言语的，从来源上可以来自知觉或长时记忆。支持两者具有相关关系的研究，多数使用相似的实验材料或程序，似乎研究的是来源于同一认知系统（如长时记忆）且同一类型（如客体）的表象或工作记忆；而发现两者无相关关系的研究，则似乎研究的是不同来源或不同类型的表象或工作记忆。为了解决这种不一致的争论，未来对于两者关系的研究，应全面探讨不同类型和不同来源的表象与工作记忆之间的关系。

最后，表象、知觉和记忆之间关系的研究，不仅涌现出一些新的研究方向，还存在一些亟待解决的问题。从表征方面看，许多研究者开始关注跨感觉通道的表象。如，Zvyagintsev 等人 (2013) 发现视觉信息和听觉信息的表象都能激活初级感觉皮层和运动区域，Vetter 等人进一步发现听觉表象也能激活初级视觉皮层，并认为注意和工作记忆在其中起到重要作用 (Vetter, Smith, & Muckli, 2014)。但目前尚未有研究完整探讨跨感觉通道表象形成的内在机制。以视听跨感觉通道为例，视听表象的形成不仅需要处理当前的知觉信息，也需要提取加工相关的记忆内容，那么听觉信息是直接转化为视觉表征，还是先形成听觉表征再转换为视觉表征？表征的转换是发生在知觉阶段还是在工作记忆加工整合信息的阶段？此外，表象容量与知觉、记忆的关系近来开始受到研究者的关注。Keogh 和 Pearson (2017) 使用双眼竞争范式发现，人们同时表象的数量低于 5 个，并且表征的精确度会随着刺激数量的增加而降低，说明表象的容量会受到知觉能力的限制。但是，这一结果也可以解释表象容量受记忆能力的限制。因为在被试根据线索形成表象时，需要从记忆中提取相应的信息，并且形成表象后，需要将表象存储到记忆中。同时，表征精确度的降低也可能是由于表征内容在记忆保持过程中的消退或相互干扰所导致。因此，表象的容量到底多大，以及知觉和记忆是如何影响表象容量的，这些问题还需要后续研究进一步来阐明。在加工过程方面，目前研究结果发现，表象、知觉和记忆之间存在相互联系，它们是否通过一个共同的中介（如工作记忆）产生影响？众所周知，知觉和长时记忆中的信息都会暂存在工作记忆中以便于后续加工。而表象也不例外。有研究者认为表象是视觉工作记忆的动态成分 (Tong, 2013)。人们获得的表象信息会在工作记忆中进行加工和存储 (Pan, Xue, & Qiu, 2016)。因此，工作记忆系统可能是表象、知觉以及长时记忆信息的中转站。未来应进一步探讨工作记忆的中介作用。

参考文献

- Abdoli, S., Rahzani, K., Safaei, M., & Sattari, A. (2012). A randomized control trial: The effect of guided imagery with tape and perceived happy memory on chronic tension type headache. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, 26(2), 254–261.
- Albers, A. M., Kok, P., Toni, I., Dijkerman, H. C., & de Lange, F. P. (2013). Shared representations for working memory and mental imagery in early visual cortex. *Current Biology*, 23(15), 1427–1431.

- Bays, R. B., Zabrusky, K. M., & Foley, M. A. (2015). Imagery induction processes differentially impact imagination inflation. *Imagination, Cognition and Personality*, 35(1), 5–25.
- Berger, C. C., & Ehrsson, H. H. (2013). Mental imagery changes multisensory perception. *Current Biology*, 23(14), 1367–1372.
- Borst, G., Ganis, G., Thompson, W. L., & Kosslyn, S. M. (2012). Representations in mental imagery and working memory: Evidence from different types of visual masks. *Memory and Cognition*, 40(2), 204–217.
- Borst, G., & Kosslyn, S. M. (2008). Visual mental imagery and visual perception: Structural equivalence revealed by scanning processes. *Memory and Cognition*, 36(4), 849–862.
- Borst, G., Niven, E., & Logie, R. H. (2012). Visual mental image generation does not overlap with visual short-term memory: A dual-task interference study. *Memory and Cognition*, 40(3), 360–372.
- Boucard, C. C., Rauschecker, J. P., Neufang, S., Berthele, A., Doll, A., Manoliu, A., et al. (2016). Visual imagery and functional connectivity in blindness: A single-case study. *Brain Structure and Function*, 221(4), 2367–2374.
- Bridge, H., Harrold, S. M., Holmes, E. A., Stokes, M. G., & Kennard, C. (2012). Vivid visual mental imagery in the absence of the primary visual cortex. *Journal of Neurology*, 259(6), 1062–1070.
- Cattaneo, Z., Vecchi, T., Pascual-Leone, A., & Silvanto, J. (2009). Contrasting early visual cortical activation states causally involved in visual imagery and short-term memory. *European Journal of Neuroscience*, 30(7), 1393–1400.
- Chang, S., Lewis, D. E., & Pearson, J. (2013). The functional effects of color perception and color imagery. *Journal of Vision*, 13(10), 227–232.
- Cichy, R. M., Heinze, J., & Haynes, J. D. (2012). Imagery and perception share cortical representations of content and location. *Cerebral Cortex*, 22(2), 372–380.
- Dentico, D., Cheung, B. L., Chang, J. Y., Guokas, J., Boly, M., Tononi, G., & van Veen, B. (2014). Reversal of cortical information flow during visual imagery as compared to visual perception. *NeuroImage*, 100, 237–243.
- Farah, M. J. (1989). Mechanisms of imagery–perception interaction. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15(2), 203–211.
- Finke, R. A., & Kosslyn, S. M. (1980). Mental imagery acuity in the peripheral visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 6(1), 126–139.
- Giudice, N. A., Klatzky, R. L., Bennett, C. R., & Loomis, J. M. (2013). Combining locations from working memory and long-term memory into a common spatial image. *Spatial Cognition and Computation*, 13(2), 103–128.
- Hamamé, C. M., Vidal, J. R., Ossandón, T., Jerbi, K., Dalal, S. S., Minotti, L., et al. (2012). Reading the mind's eye: Online detection of visuo-spatial working memory and visual imagery in the inferior temporal lobe. *NeuroImage*, 59(1), 872–879.
- Herholz, S. C., Halpern, A. R., & Zatorre, R. J. (2012). Neuronal correlates of perception, imagery, and memory for familiar tunes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(6), 1382–1397.
- Johnson, M. R., & Johnson, M. K. (2014). Decoding individual natural scene representations during perception and imagery. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 59.
- Keogh, R., & Pearson, J. (2011). Mental imagery and visual working memory. *PLoS ONE*, 6(12), e29221.
- Keogh, R., & Pearson, J. (2014). The sensory strength of voluntary visual imagery predicts visual working memory capacity. *Journal of Vision*, 14(12), 7.
- Keogh, R., & Pearson, J. (2017). The perceptual and phenomenal capacity of mental imagery. *Cognition*, 162, 124–132.
- Kim, S., Borst, G., Thompson, W. L., Hopkins, R. O., Kosslyn, S. M., & Squire, L. R. (2013). Sparing of spatial mental imagery in patients with hippocampal lesions. *Learning and Memory*, 20(11), 657–663.
- Kosslyn, S. M., Sukel, K. E., & Bly, B. M. (1999). Squinting with the mind's eye: Effects of stimulus resolution on imaginal and perceptual comparisons. *Memory and Cognition*, 27(2), 276–287.
- Kosslyn, S. M., & Thompson, W. L. (2003). When is early visual cortex activated during visual mental imagery? *Psychological Bulletin*, 129(5), 723–746.
- Laeng, B., Bloem, I. M., D'Ascenzo, S., & Tommasi, L. (2014). Scrutinizing visual images: The role of gaze in mental imagery and memory. *Cognition*, 131(2), 263–283.
- Linke, A. C., & Cusack, R. (2015). Flexible information coding in human auditory cortex during perception, imagery, and STM of complex sounds. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(7), 1322–1333.
- Matthews, N. L., Collins, K. P., Thakkar, K. N., & Park, S. (2014). Visuospatial imagery and working memory in schizophrenia. *Cognitive Neuropsychiatry*, 19(1), 17–35.
- McNorgan, C. (2012). A meta-analytic review of multisensory imagery identifies the neural correlates of modality-specific and modality-general imagery. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 285.
- Pan, F. D., Xue, S., & Qiu, J. (2016). Electrophysiological correlates of successful visual mental imagery. *International Journal of Psychology and Behavioral Sciences*, 6(3), 148–154.
- Pearson, J. (2014). New directions in mental–imagery research: The binocular-rivalry technique and decoding fMRI patterns. *Current Directions in Psychological Science*, 23(3), 178–183.
- Pearson, J., & Keogh, R. (2012). Is visual working memory capacity driven by mental imagery strength? *Journal of Vision*, 12(9), 717.
- Pearson, J., & Kosslyn, S. M. (2015). The heterogeneity of mental representation: Ending the imagery debate. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(33), 10089–10092.
- Pearson, J., Naselaris, T., Holmes, E. A., & Kosslyn, S. M. (2015). Mental imagery: Functional mechanisms and clinical applications. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(10), 590–602.
- Riečanský, I., Tomova, L., Katina, S., Bauer, H., Fischmeister, F. P. S., & Lamm, C. (2013). Visual image retention does not contribute to modulation of event-related potentials by mental rotation. *Brain and Cognition*, 83(2), 163–170.
- Schmidt, T. T., Ostwald, D., & Blankenburg, F. (2014). Imaging tactile imagery: Changes in brain connectivity support perceptual grounding of mental images in primary sensory cortices. *NeuroImage*, 98, 216–224.
- Slotnick, S. D., Thompson, W. L., & Kosslyn, S. M. (2012). Visual memory and visual mental imagery recruit common control and sensory regions of the brain. *Cognitive Neuroscience*, 3(1), 14–20.
- Strange, D., & Takarangi, M. K. (2015). Memory distortion for traumatic events: The role of mental imagery. *Frontiers in Psychiatry*, 6, 27.
- Szubiel ska, M., & Marek, B. (2015). The role of visual experience in changing the size of objects in imagery processing. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 109(1), 43–53.

- Thomas, N. J. T. (2014). The multidimensional spectrum of imagination: Images, dreams, hallucinations, and active, imaginative perception. *Humanities*, 3(2), 132–184.
- Tong, F. (2013). Imagery and visual working memory: One and the same? *Trends in Cognitive Sciences*, 17(10), 489–490.
- van der Meulen, M., Allali, G., Rieger, S. W., Assal, F., & Vuilleumier, P. (2014). The influence of individual motor imagery ability on cerebral recruitment during gait imagery. *Human Brain Mapping*, 35(2), 455–470.
- Vetter, P., Smith, F. W., & Muckli, L. (2014). Decoding sound and imagery content in early visual cortex. *Current Biology*, 24(11), 1256–1262.
- Volz, M. S., Suarez-Contreras, V., Portilla, A. L. S., & Fregnani, F. (2015). Mental imagery-induced attention modulates pain perception and cortical excitability. *BMC Neuroscience*, 16, 15.
- Zvyagintsev, M., Clemens, B., Chechko, N., Mathiak, K. A., Sack, A. T., & Mathiak, K. (2013). Brain networks underlying mental imagery of auditory and visual information. *European Journal of Neuroscience*, 37(9), 1421–1434.

The Relationships between Mental Imagery, Perception and Memory from the Perspectives of Representation and Cognitive Process

Li Xiaomei, Li Haifeng

(School of Psychology, Fujian Normal University, Fuzhou, 350117)

Abstract Mental imagery refers to a perception-like representation that is formed in the brain when things are not in sight. Currently, some studies which investigate the relationship between mental imagery, perception and memory have indicated that mental imagery, perception and memory can activate a strikingly overlapping brain region which shows that they may share the similar representation. But other studies have discovered that there are certain differences between them, especially in the cognitive process. To provide valuable suggestions for further research, this review discusses the relationship among mental imagery, perception and memory from the perspectives of representation and cognitive process. Firstly, mental imagery, perception and memory share similar representation. On the one hand, information acquired from perception contributes to form the mental imagery. On the other hand, prior experience retrieved from long-term memory is a source of the mental imagery. Perception processes external information as a form of representation, and information retrieved from long-term memory is temporarily stored in the working memory as a form of representation. Therefore, the generation of mental imagery relies on processing of the representation. This viewpoint has supported by some behavioral experiments. For example, participants scanned the appointed targets at the same rate in both mental imagery task and perceptual task, the eye movement patterns of the fixation had no significant difference between these tasks; mental imagery task and working memory task could be disturbed by the same type of interference, such as structured dynamic visual noise or background luminance variation. Evidences from cognitive neurosciences have also revealed that mental imagery, perception and memory tasks from the same sensory modality can activate a wide range of the same brain regions. For instance, visual mental imagery, visual perception and visual memory can activate some regions of the primary sensory cortex, parietal lobe, occipital and frontal cortex. These results confirm that they share the similar representation. Secondly, there are still some differences between mental imagery, perception and memory from the perspective of cognitive process. Mental imagery encodes information in a more abstract way, relies more on the prior experience and has weaker ability to deal with the details than perception. While compared with short-term memory, mental imagery is more susceptible to the single-pulse TMS in the early stage of formation. In addition, it relies less on the hippocampus than long-term memory does. In summary, mental imagery, perception and memory can be regarded as an integrated, interrelated and interactional cognitive system. The information obtained from perception and memory can affect the generation of mental imagery. Besides, after it is formed, mental imagery can serve not only as a priming cue to guide attention toward the represented object and to promote the perception of that object, but also as a memory cue to help people recall imagery-related information, or to interfere with the memory retrieval phase, which results in false memory or distortion of traumatic events. Further studies should pay more attention to the relationship between mental imagery and the top-down processing of perception. Simultaneously, to solve the inconsistent results of the relationship between mental imagery and working memory, different types (e.g., objective, spatial, or verbal) and different sources (perception or memory) of mental imagery and working memory tasks should be well-designed. Besides, how large is the capacity of mental imagery? And how perception and memory affect the mental imagery capacity? What's the mechanism of the interconnection between mental imagery, perception and memory? Does working memory play a mediating role in this interrelation? Explorations on these questions will clarify the relationship among mental imagery, perception, and memory.

Key words mental imagery, perception, memory, representation, cognitive process