

刺激呈现方式对类别学习的影响

路江虹

福建师范大学心理学院, 福建 福州

收稿日期: 2024年10月30日; 录用日期: 2024年12月11日; 发布日期: 2024年12月20日

摘要

类别学习是通过不断的分类练习, 学会如何将类别刺激进行归类的过程。而刺激的呈现方式作为一种学习的促进方法, 对类别学习具有重要作用。基于已有研究, 文章分别梳理了集中呈现和交错呈现对类别学习的影响。目前, 两种呈现方式对类别学习的影响是否达成一致还存在争议。此外, 两种呈现方式影响类别学习的认知加工机制尚不清晰。未来的研究还需明确刺激呈现方式对类别学习的影响, 进一步验证刺激呈现方式影响类别学习的认知加工阶段假设的合理性。

关键词

交错呈现, 集中呈现, 类别学习

Effects of Stimulus Presentation on Category Learning

Jianghong Lu

School of Psychology, Fujian Normal University, Fuzhou Fujian

Received: Oct. 30th, 2024; accepted: Dec. 11th, 2024; published: Dec. 20th, 2024

Abstract

Category learning is the process of learning how to categorize category stimuli through continuous categorization practice. The way stimuli are presented plays an important role in category learning. Based on existing studies, the effects of blocked presentation and interleaved presentation on category learning have been sorted out separately. At present, it is controversial whether there is agreement on the effect of the two presentation methods on category learning. In addition, the cognitive processing mechanisms by which the two presentation methods affect category learning are not clear. Future research is needed to clarify the effects of stimulus presentation on category learning and further verify the plausibility of the hypothesis that stimulus presentation affects the cognitive processing stages of category learning.

Keywords

Interleaved Presentation, Blocked Presentation, Category Learning

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在适应生活环境的过程中,我们无时无刻都在经历类别学习。学习对蘑菇进行的分类,人们可以区分出可食用蘑菇和毒蘑菇。通过学习动物学家们对益虫和害虫的专业分类,人们可以更好地进行农业生产。因此,类别学习的相关研究成果对人类的现实生活具有重要意义。类别学习是通过不断地分类练习,学会如何将类别刺激进行归类的过程。类别学习的理论解释有很多,从结构维度上划分,可以分为对某一种结构的和不同结构的类别学习的特点和规律的探讨。一种结构的理论有原型理论、样例理论等,多种结构的理论有多重系统理论。

其中,原型理论认为,类别学习实质上是学习类别的原型[1]。当遇到一个新的样例时,哪个类别的原型与之最相似,人们会把它归类到这个类别之中。样例理论认为,类别学习的实质是学习类别中的每个样例[2]。当遇到一个新样例时,哪个类别更多的样例与之更相似,人们会把它归类到这个类别之中。

多重系统理论(a multiple-systems theory in category learning)由 Ashby 等人提出,缩写为 COVIS,该系统假设存在两个相互独立的分类系统:基于规则(rule-based,简称 RB)的类别结构和信息整合(information-integration,简称 II)的类别结构。前者是外显性的,分类时可以用言语描述规则,并且需要工作记忆和执行注意的参与,多激活尾状核;后者是内隐性的,难以用言语描述分类规则,不需要认知加工资源和言语系统的参与,主要激活前扣带回和前额叶皮质[3]-[5]。

一直以来,研究者们都关注如何提高类别学习的效率和有效性,刺激的呈现方式是其中研究的重点。类别学习的呈现方式有集中呈现(block presentation)和交错呈现(interleaved presentation)。其中,集中呈现是指连续地、集中地呈现相同类别的刺激,而交错呈现是指交替呈现不同类别的刺激。大量的研究发现这两种学习顺序会对类别学习产生不同的影响[6]-[10]。例如,交错呈现艺术家的画作更有利于分类,并且有利于对同类艺术家的新画作进行分类[11];交错呈现比集中呈现能更好地促进对岩石的分类,并且这种效应可以迁移到未学习过的同类岩石上[12]。

Zulkiply 等人(2013)的研究中,个体在听觉通道条件下学习疾病类型,结果显示交错学习更利于对病例进行分类[13]。然而,也有研究发现集中呈现比交错呈现刺激更有利于分类学习。Carpenter 和 Mueller (2013)的研究发现,在听觉通道条件下,集中呈现比交错呈现更有利于对外语单词的发音分类[14]。因此,基于上述争议,我们根据刺激的呈现方式(交错呈现和集中呈现),来梳理两种呈现方式对类别学习的影响,并进一步提出以后的研究建议。

2. 交错呈现刺激对类别学习的影响

Kornell 和 Bjork (2008)以类别学习为研究对象,探讨刺激呈现顺序对类别学习的影响[11]。在研究者的实验 1 中,学习者通过交错和集中学习艺术家的画作并对新画作进行分类。实验结果与预期相反,交错呈现艺术家的画作学习效果更好。对此,研究者认为,集中学习是更有利于学习者学习艺术家的风格特点,但测试阶段测试的是艺术家的名字,而交错学习能使学习者更容易回忆起艺术家的名字。

因此, Kornell 和 Bjork 在实验 2 中测试的不是艺术家的名字, 而是评估学习者的识别能力: 只需将画作归类为熟悉的艺术家或不熟悉的艺术家。值得注意的是, 实验中会有与该名艺术家风格相似的画作作为干扰呈现。研究者以此来测试学习者是否掌握了艺术家的创作风格。研究结果再一次显示, 即使测试的是艺术家创作风格的分类, 交错呈现的学习效果仍然好于集中呈现。研究者认为, 交错呈现画作使学习者更容易学习到不同艺术家之间的风格差异, 这有利于对画作的风格特点作出辨别与归纳。有趣的是, 在测试结束后的元认知测试中, 大部分学习者都认为自己集中学习艺术家的画作能取得更好的分类成绩。不过在一项以自我调节学习顺序的鸟的分类研究中, 分类成绩好的学习者更倾向于交错学习, 更能注意各种鸟类的特征差异[15]。

交错呈现优势效应也存在于儿童的类别学习当中[16]。另外, Kornell 等(2010)将研究对象扩大到老年人, 研究结果显示, 通过交错学习艺术家的画作, 老年人在测试阶段的类别学习表现也更好。Kornell 运用注意衰减理论来解释这一发现, 在集中呈现艺术家画作的条件下, 学习者面对相同艺术家的画作时, 注意资源会随着重复的特征而减少, 因此对后面重复学习的画作投入较少的关注, 学习效果受到影响。

大量的实验研究证明了交错学习相比于集中学习更有利于学生学习相关知识, 并且这种学习效果在延迟测试时间后也存在[17]。为了区分是学习时的时间间隔还是学习时刺激的呈现方式对学习效果产生影响, Kang 和 Pashler (2012)进行了探讨, 研究者仍然采用了画作作为实验材料来探讨呈现方式对类别学习的影响[18]。集中呈现条件下加入了间隔时间, 即在呈现相同艺术家的不同画作时, 中间会出现 10.5 s 的间隔时间, 这个间隔时间内会出现卡通图片。结果表明, 在研究试验之间插入时间间隔本身并不能提高集中学习的学习效果。

Zulkipli 和 Burt (2013)进行了进一步的探讨[13]。研究者采用的实验材料是 Kornell 和 Bjork (2008)研究中用到的艺术家画作[11], 集中呈现条件下和交错呈现条件下分为有时间间隔和没有时间间隔的学习。该实验结果发现, 没有间隔时间的交错呈现条件下, 类别学习的成绩最好, 有间隔时间的交错呈现条件下类别学习的成绩次之, 但无论是否有间隔时间, 交错呈现条件下的分类准确性显著地好于集中呈现。值得注意的是, 即使记忆负荷增加了, 交错呈现优势效应依然存在。这都证明了相比于时间间隔, 刺激的呈现方式才是类别学习的关键。研究者也认为, 交错呈现学习条件下, 学习者更能注意学习到不同艺术家创作风格特征之间的差异, 更能对此进行深度加工, 学习效果更好[11], 而根据注意衰减理论, 集中呈现条件下, 当同类艺术家的画作大量呈现时, 学习者的注意力下降从而影响了类别学习[8] [19]。

Eglington 和 Kang (2017)将实验材料扩展到基于规则分类的化学分子式图片[20]。实验 1 表明了交错呈现条件下的分类成绩优于集中学习。实验 2 增加了分子结构的难度, 结果与实验 1 相同。实验 3 与实验 2 的难度相同, 差别在于实验材料突出了诊断性特征, 每个关键特征都用红色突出显示, 测试时不会显示, 实验结果依然证明了交错学习的优势效应。同时, 实验也测试了参与者的元认知判断, 参与者总是偏向于集中学习更有效。

相比于集中呈现, 交错呈现更能促进人们对新样本进行分类[21], 也就是说, 交错学习优势效应能迁移到同类别的新样本中。Whitehead 等(2022)研究者采用了 12 种岩石图片作为实验材料[12], 讨论了交错学习优势效应是否支持将知识迁移到新范例中去, 并且呈现的图片中增加了岩石的特征描述, 以此来探讨描述特征对分类学习的影响[12]。实验结果表明, 交错呈现有利于学习者的类别学习, 并且对同类新岩石图片同样有效, 但是描述特征与否并不会影响学习者的分类成绩。此外, 研究者在研究 2 中将测试时间从学习结束 3 分钟后延长到了 48 小时后, 实验效果仍然存在。

上述研究结果都表明了交错呈现比集中呈现刺激更有利于类别学习, 但是集中呈现刺激就没有优势效应吗?

3. 集中呈现刺激对类别学习的影响

Carpenter 和 Mueller (2013)探讨了在听觉通道条件下, 刺激呈现顺序对类别学习的影响[14]。研究者以英语为母语的被试学习法语单词, 练习阶段时刺激通过视觉和听觉双通道集中或交错呈现, 测试阶段被试需对法语单词进行分类。结果发现, 集中学习比交错学习的成绩更好。

为了区分是否已知发音规则对学习的影响, 研究者在实验 2 中提前告知了被试将要学习的单词的发音规则。结果仍然表现出集中学习的优势。为了避免学习量对结果的影响, 研究者将学习单词的数量从 4 个增加到了 15 个, 研究结果依然是集中学习的成绩更好, 无论是对学习过的单词还是具有相同发音规则的新单词。

研究者认为, 集中呈现条件下, 学习者更容易发现同类单词发音的规则, 这样就能把更多的注意资源放在不同规则的单词上, 作出区分。另外, 听觉的记忆时间很短, 只有几秒钟, 更容易遗忘学习的内容[22]。因此, 在交错呈现条件下, 刺激之间的共同特征可能很难被注意到, 因为下一个刺激出现时, 前一个刺激的语音记忆可能已经被遗忘了; 而在集中呈现条件下, 上一个刺激的特征更有可能在下一个刺激出现时保留在工作记忆中, 被试就更能从中注意到共同特征来提取规则。

呈现方式对类别学习的影响会因为分类难度而发生变化[13]。研究者制作了高辨别性和低辨别性的图片用以实验。研究结果发现, 图片更容易分辨时, 集中呈现条件下分类学习效果更好, 当图片难以辨别时, 交错呈现条件下分类学习效果更好。研究者认为这种结果是因为类别结构的差异, 研究中的高辨别性的图片更容易发现分类规则, 学习者学习的是基于规则的类别学习, 这种类别学习的规则很容易用语言进行描述, 属于外显性的学习; 而低辨别性的图片则是关于信息整合的类别学习, 这种学习的规则难以用言语进行描述, 是内隐性的学习[4]。由于低辨别性的图片需要更多整合信息, 则在交错呈现条件下, 参与者可以从中学习到更多的特征。因此, 在类别学习难度大时, 交错学习更有利。

学习材料中的相似性程度也会对不同呈现顺序的类别学习产生影响。高相似性的类别之间差异细微, 交错学习更容易发现差异特征; 低相似性的类别中共同特征很少, 集中学习更有利发现属性特征[23]。Carvalho 和 Goldstone (2014)研究了相似性程度在呈现方式对类别学习的影响中的作用[24]。结果发现, 无论是在低相似性还是高相似性的类别学习中, 集中呈现图片都更高的准确率, 并且低相似性图片的类别学习整体成绩会好于高相似性。研究者还测试了这种效应能否迁移到同类刺激中的新图片上, 结果显示在高相似性类别学习时, 交错学习的迁移效果更好, 而对于低相似性的类别, 集中学习的迁移效果更好。研究者认为这些结果与交错学习强调类别之间的差异, 而集中学习强调的是同一类别内对象之间的共性有关。因此, Carvalho 和 Goldstone 的研究证明了学习顺序效应受材料相似性调节。

Rawson (2015)等考察了概念学习中呈现定义与否对学习顺序效应的影响: 当不呈现定义时, 交错学习成绩较好; 呈现定义则集中学习成绩较好[25]。因此, 个体并非都能从交错呈现中获益, 交错呈现优势的稳定性有待进一步探究。

以往研究结果多数支持交错呈现优势, 但仍有少数研究发现两种学习顺序效果相差无几, 甚至集中呈现更佳。目前已发现学习顺序与材料相似性[13] [24]、类别结构[26]、学习方式[27], 以及定义的呈现[25]这几个变量的交互作用。

4. 研究不足与展望

通过总结回顾以往研究, 呈现方式对类别学习的影响不是一概而论的, 不同因素在呈现方式对类别学习的影响中起到不同的作用。首先是刺激材料呈现的通道, 在视觉条件和听觉条件下, 交错呈现和集中呈现发挥不同的作用。其次是学习材料的特性, 学习材料的相似性以及难度等都会在呈现方式对类别

学习的影响中发挥不同的作用。再次是间隔时间,有无时间间隔在两种呈现方式对类别学习的影响也是不同的。最后是学习者的特质,不同发展阶段的学习者分别具有不同的工作记忆容量以及认知水平,因此交错呈现与集中呈现在类别学习中也具有不同的作用。此外,尽管目前对刺激呈现方式对类别学习的影响进行了许多研究,但仍有一些尚未得到解决的问题:

首先,关于呈现方式对类别学习影响的相关研究,以往研究多关注行为实验,较少的研究关注影响的神经机制。Kim 和 Rehder (2011)通过眼动技术发现,经过训练获得一定知识后,被试关注点发生变化,他们更关注与分类相关的特征[28]。Carvalho 和 Goldstone (2017)也使用眼动技术探究在不同呈现方式条件下,被试的关注点是否会改变,从而确定这种差异间的认知机制[7]。结果发现,在集中呈现中,被试偏向于关注典型性特征,也就是同类学习中的相同特征;在交错呈现中,被试偏向于关注诊断性特征,也就是各个类别之间的差异特征。而对于影响的理论解释主要有区别对比理论(the discriminative-contrast hypothesis)和注意衰减理论(the attention attenuation hypothesis)。区别对比理论认为,集中呈现便于比较同一类别的刺激,从而发现类别内的共性,而交错呈现便于比较不同类别的刺激,发现类别间的差异,从而促进类别学习[11];根据注意衰减理论,连续呈现同一类别的刺激易让被试误会自己已掌握,从而对后来呈现的刺激投入较少关注[8]。两种理论解释都是关于交错呈现优势。因此,未来的研究可以进一步探究呈现方式影响类别学习的相关神经活动变化,丰富集中学习的理论解释。

其次,一些研究表明,交错学习的优势效应可能受到类别结构的调节[24][26]。多重系统理论(Ashby et al., 1998)假设存在两个相互独立的分类系统:基于规则类别结构和信息整合的类别结构[4]。刺激的呈现方式对类别学习不同结构是否会产生不同的影响,这种影响受什么调节呢?大量的研究表明,工作记忆会对基于规则和信息整合的类别学习产生不同的影响[29][30]。那么,工作记忆会调节呈现方式对类别学习的影响吗?工作记忆容量不同的个体差异是否会调节类别学习的呈现顺序效应?Sana 等人(2018)对此进行了研究[10]。研究发现,工作记忆容量的高低并不影响交错呈现的类别学习效应,交错呈现优势与工作记忆容量大小无关[31][32],交错优势效应依然存在。但是研究者也认为,低工作记忆容量学习者和高工作记忆容量学习者可以通过不同的过程受益,这是未来进一步研究的方向。那么,工作记忆会调节呈现方式对类别学习的影响吗?刺激呈现方式影响内隐类别学习和外显类别学习的认知加工机制是什么?

最后,在 Kornell (2010)的研究中,在学习阶段呈现艺术家画作时,会出现听觉通道的重复:播放艺术家的名字[8]。实验中存在听觉通道效应,而 Carpenter 和 Mueller (2013)的实验研究了听觉的类别学习[14],多通道信息是否会调节刺激呈现方式对类别学习的影响?多通道信息对类别学习的影响有广泛的研究背景。已有研究证明,多通道信息能促进物体的识别[33],促进儿童附带类别学习[34]-[38],促进基于原型样例的未训练的刺激物的分类[39]。同时,学习顺序对类别学习的影响是否具有跨通道的一致性尚不清楚[14]。如果存在多通道信息的调节效应,这种效应是如何转换的?同样地,这种效应能否迁移到未学习过的类别知识上?这些问题需要进一步深入探讨。

参考文献

- [1] Coutinho, M.V.C., Couchman, J.J., Redford, J.S. and David Smith, J. (2010) Refining the Visual-Cortical Hypothesis in Category Learning. *Brain and Cognition*, **74**, 88-96. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2010.07.001>
- [2] Kruschke, J.K. (1992) ALCOVE: An Exemplar-Based Connectionist Model of Category Learning. *Psychological Review*, **99**, 22-44. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.99.1.22>
- [3] Ashby, F.G. and Maddox, W.T. (2005) Human Category Learning. *Annual Review of Psychology*, **56**, 149-178. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.56.091103.070217>
- [4] Ashby, F.G., Alfonso-Reese, L.A., Turken, A.U. and Waldron, E.M. (1998) A Neuropsychological Theory of Multiple Systems in Category Learning. *Psychological Review*, **105**, 442-481. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.105.3.442>

- [5] Maddox, W.T., Ashby, F.G. and Bohil, C.J. (2003) Delayed Feedback Effects on Rule-Based and Information-Integration Category Learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **29**, 650-662. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.29.4.650>
- [6] Birnbaum, M.S., Kornell, N., Bjork, E.L. and Bjork, R.A. (2012) Why Interleaving Enhances Inductive Learning: The Roles of Discrimination and Retrieval. *Memory & Cognition*, **41**, 392-402. <https://doi.org/10.3758/s13421-012-0272-7>
- [7] Carvalho, P.F. and Goldstone, R.L. (2017) The Sequence of Study Changes What Information Is Attended to, Encoded, and Remembered during Category Learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **43**, 1699-1719. <https://doi.org/10.1037/xlm0000406>
- [8] Kornell, N., Castel, A.D., Eich, T.S. and Bjork, R.A. (2010) Spacing as the Friend of Both Memory and Induction in Young and Older Adults. *Psychology and Aging*, **25**, 498-503. <https://doi.org/10.1037/a0017807>
- [9] Rohrer, D. (2012) Interleaving Helps Students Distinguish among Similar Concepts. *Educational Psychology Review*, **24**, 355-367. <https://doi.org/10.1007/s10648-012-9201-3>
- [10] Sana, F., Yan, V.X., Kim, J.A., Bjork, E.L. and Bjork, R.A. (2018) Does Working Memory Capacity Moderate the Interleaving Benefit? *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, **7**, 361-369. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2018.05.005>
- [11] Kornell, N. and Bjork, R.A. (2008) Learning Concepts and Categories: Is Spacing the “Enemy of Induction”. *Psychological Science*, **19**, 585-592. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02127.x>
- [12] Whitehead, P.S., Zamary, A. and Marsh, E.J. (2021) Transfer of Category Learning to Impoverished Contexts. *Psychonomic Bulletin & Review*, **29**, 1035-1044. <https://doi.org/10.3758/s13423-021-02031-7>
- [13] Zulkiply, N. and Burt, J.S. (2012) The Exemplar Interleaving Effect in Inductive Learning: Moderation by the Difficulty of Category Discriminations. *Memory & Cognition*, **41**, 16-27. <https://doi.org/10.3758/s13421-012-0238-9>
- [14] Carpenter, S.K. and Mueller, F.E. (2013) The Effects of Interleaving versus Blocking on Foreign Language Pronunciation Learning. *Memory & Cognition*, **41**, 671-682. <https://doi.org/10.3758/s13421-012-0291-4>
- [15] Tauber, S.K., Dunlosky, J., Rawson, K.A., Wahlheim, C.N. and Jacoby, L.L. (2012) Self-Regulated Learning of a Natural Category: Do People Interleave or Block Exemplars during Study? *Psychonomic Bulletin & Review*, **20**, 356-363. <https://doi.org/10.3758/s13423-012-0319-6>
- [16] Vlach, H.A., Sandhofer, C.M. and Kornell, N. (2008) The Spacing Effect in Children’s Memory and Category Induction. *Cognition*, **109**, 163-167. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2008.07.013>
- [17] Dunlosky, J., Rawson, K.A., Marsh, E.J., Nathan, M.J. and Willingham, D.T. (2013) Improving Students’ Learning with Effective Learning Techniques: Promising Directions from Cognitive and Educational Psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, **14**, 4-58. <https://doi.org/10.1177/1529100612453266>
- [18] Kang, S.H.K. and Pashler, H. (2011) Learning Painting Styles: Spacing Is Advantageous When It Promotes Discriminative Contrast. *Applied Cognitive Psychology*, **26**, 97-103. <https://doi.org/10.1002/acp.1801>
- [19] Wahlheim, C.N., Dunlosky, J. and Jacoby, L.L. (2011) Spacing Enhances the Learning of Natural Concepts: An Investigation of Mechanisms, Metacognition, and Aging. *Memory & Cognition*, **39**, 750-763. <https://doi.org/10.3758/s13421-010-0063-y>
- [20] Eglington, L.G. and Kang, S.H.K. (2017) Interleaved Presentation Benefits Science Category Learning. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, **6**, 475-485. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2017.07.005>
- [21] Flesch, T., Balaguer, J., Dekker, R., Nili, H. and Summerfield, C. (2018) Comparing Continual Task Learning in Minds and Machines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **115**, E10313-E10322. <https://doi.org/10.1073/pnas.1800755115>
- [22] Baddeley, A.D., Thomson, N. and Buchanan, M. (1975) Word Length and the Structure of Short-Term Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **14**, 575-589. [https://doi.org/10.1016/s0022-5371\(75\)80045-4](https://doi.org/10.1016/s0022-5371(75)80045-4)
- [23] Goldstone, R.L. (1996) Isolated and Interrelated Concepts. *Memory & Cognition*, **24**, 608-628. <https://doi.org/10.3758/bf03201087>
- [24] Carvalho, P.F. and Goldstone, R.L. (2013) Putting Category Learning in Order: Category Structure and Temporal Arrangement Affect the Benefit of Interleaved over Blocked Study. *Memory & Cognition*, **42**, 481-495. <https://doi.org/10.3758/s13421-013-0371-0>
- [25] Rawson, K.A., Thomas, R.C. and Jacoby, L.L. (2014) The Power of Examples: Illustrative Examples Enhance Conceptual Learning of Declarative Concepts. *Educational Psychology Review*, **27**, 483-504. <https://doi.org/10.1007/s10648-014-9273-3>
- [26] Noh, S.M., Yan, V.X., Bjork, R.A. and Maddox, W.T. (2016) Optimal Sequencing during Category Learning: Testing a Dual-Learning Systems Perspective. *Cognition*, **155**, 23-29. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.06.007>

-
- [27] Carvalho, P.F. and Goldstone, R.L. (2014) The Benefits of Interleaved and Blocked Study: Different Tasks Benefit from Different Schedules of Study. *Psychonomic Bulletin & Review*, **22**, 281-288. <https://doi.org/10.3758/s13423-014-0676-4>
 - [28] Kim, S. and Rehder, B. (2010) How Prior Knowledge Affects Selective Attention during Category Learning: An Eye-tracking Study. *Memory & Cognition*, **39**, 649-665. <https://doi.org/10.3758/s13421-010-0050-3>
 - [29] Wu, J. and Fu, Q. (2021) The Role of Working Memory and Visual Processing in Prototype Category Learning. *Consciousness and Cognition*, **94**, 103176. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2021.103176>
 - [30] Zeithamova, D. and Maddox, W.T. (2007) The Role of Visuospatial and Verbal Working Memory in Perceptual Category Learning. *Memory & Cognition*, **35**, 1380-1398. <https://doi.org/10.3758/bf03193609>
 - [31] Wang, J., Liu, Z., Xing, Q. and Seger, C.A. (2020) The Benefit of Interleaved Presentation in Category Learning Is Independent of Working Memory. *Memory*, **28**, 285-292. <https://doi.org/10.1080/09658211.2019.1705490>
 - [32] Yan, V.X. and Sana, F. (2021) The Robustness of the Interleaving Benefit. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, **10**, 589-602. <https://doi.org/10.1037/h0101863>
 - [33] Molholm, S., Ritter, W., Murray, M.M., Javitt, D.C., Schroeder, C.E. and Foxe, J.J. (2002) Multisensory Auditory-Visual Interactions during Early Sensory Processing in Humans: A High-Density Electrical Mapping Study. *Cognitive Brain Research*, **14**, 115-128. [https://doi.org/10.1016/s0926-6410\(02\)00066-6](https://doi.org/10.1016/s0926-6410(02)00066-6)
 - [34] Broadbent, H., Osborne, T., Mareschal, D. and Kirkham, N. (2020) Are Two Cues Always Better than One? The Role of Multiple Intra-Sensory Cues Compared to Multi-Cross-Sensory Cues in Children's Incidental Category Learning. *Cognition*, **199**, Article ID: 104202. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104202>
 - [35] Broadbent, H.J., Osborne, T., Mareschal, D. and Kirkham, N.Z. (2018) Withstanding the Test of Time: Multisensory Cues Improve the Delayed Retention of Incidental Learning. *Developmental Science*, **22**, e12726. <https://doi.org/10.1111/desc.12726>
 - [36] Broadbent, H.J., Osborne, T., Rea, M., Peng, A., Mareschal, D. and Kirkham, N.Z. (2018) Incidental Category Learning and Cognitive Load in a Multisensory Environment across Childhood. *Developmental Psychology*, **54**, 1020-1028. <https://doi.org/10.1037/dev0000472>
 - [37] Broadbent, H.J., White, H., Mareschal, D. and Kirkham, N.Z. (2017) Incidental Learning in a Multisensory Environment across Childhood. *Developmental Science*, **21**, e12554. <https://doi.org/10.1111/desc.12554>
 - [38] Kirkham, N.Z., Rea, M., Osborne, T., White, H. and Mareschal, D. (2019) Do Cues from Multiple Modalities Support Quicker Learning in Primary Schoolchildren? *Developmental Psychology*, **55**, 2048-2059. <https://doi.org/10.1037/dev0000778>
 - [39] Wu, J., Li, Q., Fu, Q., Rose, M. and Jing, L. (2021) Multisensory Information Facilitates the Categorization of Untrained Stimuli. *Multisensory Research*, **35**, 79-107. <https://doi.org/10.1163/22134808-bja10061>