

间隔学习研究综述

杨云霞

福建师范大学心理学院, 福建 福州

收稿日期: 2024年1月16日; 录用日期: 2024年3月14日; 发布日期: 2024年3月25日

摘要

间隔学习作为认知心理学中的一个重要研究领域, 近年来受到广泛关注。研究发现, 通过在学习过程中设置一定的时间间隔来重复学习内容, 可以取得比连续集中学习更好的记忆效果。本文拟通过对近年来间隔学习领域的相关文献进行综述, 围绕间隔学习的概念与理论基础、影响因素、应用实证以及展望等方面进行论述。概括国内外在这一领域的最新研究进展和存在的不足之处, 为心理学研究者对间隔学习效应及其潜在应用提供一个参考, 也希望能对已有理论形成一定补充, 推动间隔学习研究的深入开展。

关键词

间隔学习, 集中学习, 间隔效应, 加工缺陷

A Review of Spaced Learning Research

Yunxia Yang

School of Psychology, Fujian Normal University, Fuzhou Fujian

Received: Jan. 16th, 2024; accepted: Mar. 14th, 2024; published: Mar. 25th, 2024

Abstract

As an important research field in cognitive psychology, spaced learning has received widespread attention in recent years. Research has found that by setting certain time intervals to repeat learning content during the learning process, better memory effects can be achieved than continuous concentrated learning. This article intends to review relevant literature in the field of spaced learning in recent years and discuss the concepts and theoretical foundations, influencing factors, application evidence, and prospects of spaced learning. This article summarizes the latest research progress and shortcomings in this field at home and abroad, providing a reference for psychological researchers on the effect of spaced learning and its potential applications. It is also hoped that it can supplement existing theories and promote the in-depth development of spaced learning research.

文章引用: 杨云霞. 间隔学习研究综述[J]. 社会科学前沿, 2024, 13(3): 299-306.

DOI: 10.12677/ass.2024.133217

Keywords

Spaced Learning, Massed Learning, Spacing Effect, Processing Defect

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

学习和记忆是行为科学不可或缺的组成部分,这一研究领域发现了许多著名的现象并总结了大量的规则和定律。例如,艾宾浩斯提出的遗忘曲线显示,学习后遗忘会立即发生,且速度先快后慢[1]。重复学习是保持记忆的重要策略之一。面临考试时,我们倾向于对知识进行集中学习,认为这种方式有助于快速掌握内容。然而事实真的如我们所想的那样吗?适度重复可增强学习效果,然而并不是所有的重复都能收到好的效果。同一个项目呈现多次,且之间有其他项目插入这样的间隔重复记忆更好[2] [3] [4] [5]。间隔学习强调通过在学习过程中引入时间间隔来提高信息记忆和长期保持的效果。在教育领域中,有利于教师指导学习和学生的自我调节学习,提高学生的学习效果和长期记忆能力。在职业领域,间隔学习也可以应用于培训和继续教育,帮助员工更好地掌握职业技能、行业知识,提高工作绩效,促进职业发展。

2. 间隔学习

间隔学习(spaced learning)是指,对同一学习项目(单词列表、文本材料、类别材料等)进行多次重复呈现,且每次呈现之间存在一定的时间间隔或插入其他学习内容[6]。例如,学习项目 A 在初次呈现后,需要在一定时间间隔内再次呈现学习项目 A,之间可以插入学习项目 B、C 等其他内容。也可以在学习项目 A 消失后,等待 1 秒或更长时间后再重复呈现项目 A。通过在学习同一项目的多次呈现之间设置一定的时间间隔或插入其他内容,可以达到增强记忆、提高学习效果的目的。

2.1. 集中学习

集中学习(massed learning)是相对于间隔学习的一种学习方式,指学习过程中一个词对的多次呈现之间没有被其他材料打断,呈现间隔很短,通常少于 1 秒[7] [8]。简言之,集中学习要求对一个学习项目进行高密度、不间断的重复训练,在同一时间段内进行学习,在一个学习单元内专注重复地学习,而不插入其他干扰项目,这样的学习才称为集中学习。

2.2. 间隔效应

间隔效应(spacing effect)指心理学中广泛获得的发现,即被时间或间隔材料分开的记忆比连续重复的记忆更好[9] [10]。分散效应的效果是非常稳固的,在文字、图像还是运动技能等不同类型的学习材料,以及再认、自由回忆或技能测试多个不同类型的测试中,间隔学习都展现出更好的记忆效果[7] [11] [12]。

3. 间隔效应的理论基础

间隔学习效应最早由 Melton 在一项典型实验中得到验证[4]。在该研究中, Melton 采用不同间隔(0、2、4、8、29、40 次)呈现单词各两次,要求被试判断单词是第几次呈现,之后进行自由回忆测试。结果发现,随着间隔的扩大,单词的回忆率提高,呈现出明显的间隔效应。间隔学习效应作为一种稳健的认

知现象, 其内在规律和机制一直是学习科学领域的研究热点。学者们提出了各种理论假说来解释其中的认知过程, 并运用先进的神经科学技术探索其中所涉及的神经网络机制, 丰富人们对于脑与认知基本关系的认识。其中有代表性的理论有加工缺陷理论、学习阶段提取假说、语义启动理论等。

3.1. 加工缺陷理论

Hintzman 于 1974 提出了加工缺陷理论(The deficient processing hypothesis) [13]。该理论认为, 在集中学习条件下重复呈现相同的学习内容, 会产生一种熟悉感。这种熟悉感会导致对第二次及以后出现的相同内容的加工处理能力的减少。在集中条件下, 大脑会对重复刺激, 自动降低激活程度, 出现重复抑制现象, 集中重复导致他们注意力下降。例如, 即使当被试被要求充分关注学习材料(即尽量不减少注意力)时, 也发现了很强的间隔效应[14] [15]。遗忘使得学习者在后续每次重复出现的内容中进行知识提取都更加困难。间隔学习条件下可以维持更高水平的大脑激活, 检索记忆信息需要付出更多认知努力, 这种费力的检索过程巩固了记忆痕迹, 产生更好的记忆效果。该假说已经得到神经科学的支持[16] [17] [18] [19] [20]。Koval 采用眼动技术, 研究了重复接触新的第二语言单词的时间分布对在有意学习指令下对这些单词的注意加工和学习的影响。以英语为母语的成年人在集中和分散条件下阅读英语句子中嵌入的芬兰语单词组成的混合句子。结果表明, 集中重复比间隔重复得到的注意处理更少; 在间隔条件下, 目标词的记忆效果更好[21]。

加工缺陷理论直观地解释了间隔学习效应, 并获得大量实证研究的支持。但是, 该理论在以下两个方面还存在问题。第一, 难以解释分散效应与后续记忆之间的倒 U 型关系, 虽然增加学习间隔对最初的学习有积极的影响, 但在达到最佳学习间隔的时候, 进一步增加间隔反而会对记忆产生负面影响; 第二, 有意义和无意义刺激的加工缺陷作用机制是否一致, 即加工缺陷是出现在知觉层面还是语义层面, 目前仍不清楚。

3.2. 差异编码理论

差异编码理论认为, 学习时的背景信息对记忆形成有重要影响。这里的背景信息是指学习材料中每一个刺激所处的结构化信息。在间隔学习中, 两次重复学习之间存在一定时间间隔, 这导致学习背景发生变化。相比集中学习, 间隔学习时编码到记忆的背景信息更为丰富多样。间隔越长, 两次编码之间的背景信息越丰富, 有利于之后区分不同编码情境, 更容易提取记忆。而集中学习时背景信息相似, 记忆线索单一, 提取难度增大。总之, 差异编码理论从编码线索的角度解释了间隔学习优于集中学习的原因, 即前者编码了更丰富的学习情境信息, 有利于记忆的形成与提取。

差异编码理论在一些研究中获得了支持。例如, 改变集中学习条件下的背景信息会消除间隔学习产生的优势, 这符合编码理论的预测。但是通常研究认为改变背景信息会干扰到记忆, 甚至令记忆效果更差。例如在非重复条件下改变刺激之间的背景信息, 记忆效果往往不如单一背景条件[22]。第二, 依据差异编码理论, 随着学习重复的间隔增加, 两次编码之间的背景信息也相应增加, 理论上记忆成绩与重复间隔之间呈现出线性增加的关系。但是有实证研究却发现并非如此, 当重复间隔过长时, 记忆效果不升反降[23]。这些现象差异编码理论都无法给出解释。总体来说, 仅从编码背景差异角度无法完全解释间隔学习效应, 记忆形成是一个比较复杂的过程, 除编码因素外, 注意资源分配等机制也可能起重要作用。充分解释间隔学习效应需要结合多方面因素进行系统研究。

3.3. 学习阶段提取假说

学习阶段提取假说(study-phase retrieval hypothesis)整合加工缺陷理论和差异编码理论, 每一次重复学习都会重新激活首次记忆表征[24]。间隔刺激呈现或学习试验比集中呈现更能有效地增强记忆, 因为每一

次间隔都会诱发前一次试验形成的记忆痕迹的检索和再激活。相比之下，在短时间的集中学习，之前的记忆痕迹仍然活跃，因此它不能被检索或重新激活，因此记忆不能被加强。重复学习之间的间隔时间越长，提取第一次记忆痕迹就越困难，需要消耗更多认知资源，认知加工越多，这种费力检索巩固了记忆痕迹并减慢了遗忘速度，从而产生更强的练习效果，提高长期记忆。这就解释了分散学习的优势[25]。Kim 等人(2020)采用混合实验设计，考察编码任务和间隔水平对词汇学习的影响[26]。结果发现：(1) 无论采用阅读还是测试编码，间隔学习均优于集中学习；(2) 间隔学习的优势主要体现在学习后期，并在中央顶部皮层区域最显著；(3) 过长间隔会减弱间隔效应。

研究者认为，成功提取记忆痕迹是巩固记忆的关键环节。间隔学习增加了记忆提取的难度，但提取成功后可以进一步加强记忆痕迹，从而产生更好的长期记忆效果。这可能是间隔学习优于集中学习的内在认知机制。然而，支撑这一过程的具体神经基础仍不清楚。

3.4. 语义启动

在自由回忆任务中，多数研究者认为采用学习阶段提取理论能够进行有效的解释，而在线索回忆中却并不适用。Chillis 认为在线索回忆任务中，语义启动是间隔学习效应的内在机制。在集中学习条件下，首次呈现的项目会激活对重复出现项目的语义预期，所以导致语义加工减弱。由于语义启动只出现在短间隔项目中[27]。因此，长间隔项目中的重复呈现会产生较小的语义启动。也就是说间隔项目比集中项目进行了更深的语义加工，从而导致了间隔学习效应。根据语义启动假说来推断，如果目标刺激是无意义的，即这种刺激在记忆中并没有语义表征，那么分散学习效应应该不会发生。比如，以无意义图形[28]，陌生面孔[29] [30]和非词[29] [31]等为目标材料，都发现了显著的分散学习效应。这些发现与语义启动理论不符，Russo 等人认为是短期知觉启动导致了线索-回忆任务中陌生目标的分散学习效应。当识记项目集中呈现时，首次呈现会启动并削弱重复呈现的知觉加工。由于短期知觉启动会随着间隔数量的增加而迅速衰退[31]，分散项目重复呈现时，会受到较少的知觉启动，从而获得更为充分的知觉加工。也就是说，无意义学习项目在集中呈现时，受到较少的知觉。

加工缺陷理论和学习阶段提取假说都强调了记忆巩固的重要性，强调费力的检索过程在加强随时间推移的记忆痕迹方面起关键作用。差异编码理论和语义启动理论都承认学习时的背景信息或语境线索对记忆形成的重要性，尽管它们在解释间隔学习对背景信息编码的影响方面存在差异。

虽然这些理论在认知过程、背景信息编码和记忆巩固等方面存在共同之处，然而，它们也在某些方面存在差异，例如对重复间隔与记忆效果关系的解释、背景信息与记忆形成的关系等。这表明，间隔学习效应可能是多种认知机制相互作用的结果，综合多个角度的研究可以更全面地理解这一现象。

间隔学习带来的记忆优势具有广泛性和稳健性，这表明它反映了记忆系统的某些基本特性。然而，仅仅依靠单一机制很难完全解释这种普遍存在的间隔效应。因此，未来探究间隔学习机制时，可以从多个机制综合作用的角度进行研究。同时，采用脑成像等技术阐明间隔学习过程中的神经活动模式，有助于加深我们对间隔效应的认知神经机制的理解，从而更好地解释为何间隔学习有利于记忆形成。综合多学科研究，系统揭示间隔学习的神经认知基础，是当前和未来该领域的重要发展方向。

4. 间隔学习的影响因素

间隔学习效应作为一种稳健的认知现象，已经获得大量实证研究的支持。但其表现形式可能会受到等因素的改变而改变。对间隔学习效应有更全面和深入的认识。

4.1. 任务类型

Moss (1995)在一项关于 120 文献的回顾中发现，语义信息和运动技术学习中有 80% 都发现了分散学

习效应,而智力技能的学习中只有三分之一发现了分散学习效应[32]。而对运动技能的研究中存在较大的不一致:有研究发现无论是技能的获取还是保持,分散学习效应都有很好的促进作用,而有些研究却发现运动技能学习中并不存在分散学习效应。Carpenter 和 DeLosh 发现,与集中条件下的参与者相比,参与者在有间隔的测试时间表后更善于回忆面孔-名字词对,这表明在学习面孔-名字联想时,间隔能促进记忆[6]。

4.2. 学习类型

有研究发现在有意记忆中分散学习效应稳定存在,而在无意记忆中分散学习却并不总能被观察到,可能还要受到学习类型影响[33]。Underwood 的研究比较了间隔学习和集中学习在记忆不同类型材料(句子、无意义音节、单词)上的效果,发现间隔学习的记忆效果均优于集中学习[3]。且随着重复次数的增加,两种学习方式的差距进一步扩大。

4.3. 时间间隔

在刺激间隔方面,刺激间隔与任务类型存在交互作用。在不同任务类型中刺激间隔对效应量的影响并不一致:Donovan 和 Radosevich 发现,越来越分散的练习对自由回忆、外语和语言辨别等语言任务产生更大的效应,但这些任务也显示出倒 U 型曲线,效应量随刺激间隔的增加而增加,间隔过长可能会导致效应量的下降[34]。相比之下,增加的时间间隔对打字、体操和音乐表演等技能任务产生更小的效应。

5. 间隔学习的实证研究

Cepeda 等人的综述表明,分散学习的效果优于集中学习,尤其是对长时记忆保持有更好的促进作用[7]。虽然客观上分散学习这一间隔策略优于集中学习,但实践中学习者的选择并非总是较优的,因为个体只有相信间隔学习的效果才会选择间隔学习策略。

在学习类型上,Katz 通过研究发现,分散学习对歌曲记忆有积极影响。他在 112 名大学生中进行实验,集中学习组两次学习之间间隔为 10 分钟,间隔学习组两次学习 2 天或 1 周。结果显示,分散学习组在歌曲记忆方面表现更好,但将学习间隔从 2 天延长到 1 周并未改善记忆成绩。这是首次对歌曲材料进行分散学习研究,也证明了间隔学习增强歌曲记忆的记忆能力[35]。Wegene 等人的研究则聚焦于儿童对新单词的学习。他们让孩子们阅读包含新单词的 16 个句子,其中一组采用间隔呈现(四个句子中每个句子出现一次),另一组采用集中呈现(四个句子连续出现)。使用识别(正字法选择)和回忆(拼写和听写)措施评估正字学习。结果显示,在有间隔的条件下学习的单词更容易被识别,但对记忆成绩没有显著影响。这一研究扩展了分散学习在阅读篇章中的应用,特别是对书面单词形式的习得有着积极的时间间隔影响[36]。

在任务类型上,Grant 比较长期(13 周,间隔学习)和短期(两天,集中强化)教练技能培训计划对参与者的教练技能和情绪智力的影响。结果为 13 周的培训计划更有效,并提高了参与者的教练技能和他们的情商。为期两天的经理作为教练培训计划在提高教练技能方面有效。虽然短期的强化项目可以很好地提高参与者的以目标为中心的指导技能,但可能需要长期和重复的干预来提高情商。研究发现,短时间、重复的训练结合反馈可以比长时间但更少的训练更有效[37]。

间隔学习效应不仅在实验室条件下获得验证,在自然的教学情境中也已得到证实。例如,Bude 等让学生采用间隔学习方式学习统计学知识,结果发现与集中学习相比,间隔学习使学生对知识的理解更加深入[38]。另一项研究中,采用每周练习五个题目,练习两周的间隔学习方式,比一周内集中练习 10 个题目的效果更好,并在四周后的测试中保持这一优势。这些发现表明,利用间隔学习策略来安排教学内

容的呈现顺序,可以取得比传统集中教学更佳的学习效果[39]。Simanton 和 Hansen 评估了医学生在不同的教育模式中保留相关知识的能力[40]。结果表明,间隔的培训时间表可能导致在四年的时间内更好地保留医学知识。类似地, Kerfoot 等人将泌尿科住院医师分为间隔培训和网络教学集体教学,即学生以预定的每日间隔接收研究信息,或全部在一封电子邮件中。然后,对参与者进行为期 40 周的定期测试。结果表明,尽管大量条件下的参与者在短期内(14 至 16 周)表现更好,但间隔条件下的参与者长期材料保留明显更好(18 至 40 周)。这些结果表明,间隔在短期内可能不是特别有利,但在更长的时间内可能导致显著的长期保留[41]。

间隔效应在临床研究中也有广泛的应用。例如,有项研究在对抑郁症患者的治疗中发现,相较于持续性治疗,间歇性治疗(每周或每两周注射抗抑郁药物)更能有效改善患者的抑郁症状,并且不会产生截断症状[42]。此外,间隔效应在焦虑症、物质依赖等心理问题的治疗中也得到了应用。一些研究发现,在暴露疗法中,将暴露时间间隔开来能更有效地帮助患者减轻恐惧和焦虑症状。语义性痴呆,即对单词、对象和概念含义的认识的逐渐丧失的综合征,这导致了严重的找词困难,对书面和口语单词的理解受损。在帮助失语症患者恢复语言能力的训练中,采用恰当的间隔时间进行单词和句子的重复练习,可以增强记忆并促进语言功能的恢复。

6. 未来研究展望

间隔学习的研究是不断深入的过程。可以开展更系统的研究来确定不同学习内容、对象及环境下的最佳间隔长度,建立更科学的间隔模型。在教学、考试、职业技能培训等领域,开发基于间隔学习理论的应用软件或训练方案。最后,间隔学习理论与实际教育教学的结合还需加强。展望未来,间隔学习研究需要加强认知神经科学和教育科学的跨学科合作。一方面要利用新技术深入探究其神经机制,提出更严谨的学习理论;另一方面要开发更有效的个性化学习策略,并推动其在教学中的应用,发挥间隔学习的最大效用。只有联合多学科力量,才能使间隔学习研究取得新的进展。

参考文献

- [1] Ebbinghaus, H. (1913) *Memory: A Contribution to Experimental Psychology*. Teachers College Press, New York. <https://doi.org/10.1037/10011-000>
- [2] Madigan, S.A. (1969) Intraserial Repetition and Coding Processes in Free Recall. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, **8**, 828-835. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(69\)80050-2](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(69)80050-2)
- [3] Underwood, B.J. (1969) Some Correlates of Item Repetition in Free-Recall Learning. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, **8**, 83-94. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(69\)80015-0](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(69)80015-0)
- [4] Melton, A.W. (1970) The Situation with Respect to the Spacing of Repetitions and Memory. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, **9**, 596-606. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(70\)80107-4](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(70)80107-4)
- [5] Glenberg, A.M. (1976) Monotonic and Nonmonotonic Lag Effects in Paired-Associate and Recognition Memory Paradigms. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, **15**, 1-16. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(76\)90002-5](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(76)90002-5)
- [6] Carpenter, S.K. and Delosh, E.L. (2006) Impoverished Cue Support Enhances Subsequent Retention: Support for the Elaborative Retrieval Explanation of the Testing Effect. *Memory & Cognition*, **34**, 268-276. <https://doi.org/10.3758/BF03193405>
- [7] Cepeda, N.J., Pashler, H., Vul, E., Wixted, J.T. and Rohrer, D. (2006) Distributed Practice in Verbal Recall Tasks: A Review and Quantitative Synthesis. *Psychological Bulletin*, **132**, 354-380. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.3.354>
- [8] Pyc, M.A. and Dunlosky, J. (2010) Toward an Understanding of Students' Allocation of Study Time: Why Do They Decide to Mass Or Space Their Practice? *Memory & Cognition*, **38**, 431-440. <https://doi.org/10.3758/MC.38.4.431>
- [9] Pavlik Jr., P.I. and Anderson, J.R. (2005) Practice and Forgetting Effects on Vocabulary Memory: An Activation-Based Model of the Spacing Effect. *Cognitive Science*, **29**, 559-586. https://doi.org/10.1207/s15516709cog0000_14

- [10] Rohrer, D. and Pashler, H. (2007) Increasing Retention without Increasing Study Time. *Current Directions in Psychological Science*, **16**, 183-186. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2007.00500.x>
- [11] Hintzman, D.L. and Block, R.A. (1973) Memory for the Spacing of Repetitions. *Journal of Experimental Psychology*, **99**, 70-74. <https://doi.org/10.1037/h0034761>
- [12] Dempster, F.N. (1989) Spacing Effects and Their Implications for Theory and Practice. *Educational Psychology Review*, **1**, 309-330. <https://doi.org/10.1007/BF01320097>
- [13] Hintzman, D.L. (1974) Theoretical Implications of the Spacing Effect. In: Solso, R.L., Ed., *Theories in Cognitive Psychology*, Routledge, London, 77-99.
- [14] D'Agostino, P.R. and DeRemer, P. (1973) Repetition Effects as a Function of Rehearsal and Encoding Variability. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, **12**, 108-113. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(73\)80066-0](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(73)80066-0)
- [15] Elmes, D.G., Sanders, L.W. and Dovel, J.C. (1973) Isolation of Massed- and Distributed-Practice Items. *Memory & Cognition*, **1**, 77-79. <https://doi.org/10.3758/BF03198073>
- [16] Callan, D.E. and Schweighofer, N. (2010) Neural Correlates of the Spacing Effect in Explicit Verbal Semantic Encoding Support the Deficient-Processing Theory. *Human Brain Mapping*, **31**, 645-659. <https://doi.org/10.1002/hbm.20894>
- [17] Kim, M.S., Kim, J.J. and Kwon, J.S. (2001) The Effect of Immediate and Delayed Word Repetition on Event-Related Potential in a Continuous Recognition Task. *Cognitive Brain Research*, **11**, 387-396. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(01\)00011-8](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(01)00011-8)
- [18] Van Strien, J.W., Verkoeijen, P.P.J.L., van der Meer, N. and Franken, I.H.A. (2007) Electrophysiological Correlates of Word Repetition Spacing: ERP and Induced Band Power Old/New Effects with Massed and Spaced Repetitions. *International Journal of Psychophysiology*, **66**, 205-214. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2007.07.003>
- [19] Xue, G., Mei, L., Chen, C., Lu, Z.L., Poldrack, R. and Dong, Q. (2011) Spaced Learning Enhances Subsequent Recognition Memory by Reducing Neural Repetition Suppression. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **23**, 1624-1633. <https://doi.org/10.1162/jocn.2010.21532>
- [20] Zhao, X., Wang, C., Liu, Q., Xiao, X., Jiang, T., Chen, C. and Xue, G. (2015) Neural Mechanisms of the Spacing Effect in Episodic Memory: A Parallel EEG and fMRI Study. *Cortex*, **69**, 76-92. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.04.002>
- [21] Koval, N. (2019) Testing the Deficient Processing Account of the Spacing Effect in Second Language Vocabulary Learning: Evidence from Eye Tracking. *Applied Psycholinguistics*, **40**, 1103-1139. <https://doi.org/10.1017/S0142716419000158>
- [22] Postman, L. and Knecht, K. (1983) Encoding Variability and Retention. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, **22**, 133-152. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(83\)90101-9](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(83)90101-9)
- [23] Verkoeijen, P.P., Rikers, R.M. and Schmidt, H.G. (2005) The Effects of Prior Knowledge on Study-Time Allocation and Free Recall: Investigating the Discrepancy Reduction Model. *The Journal of Psychology*, **139**, 67-79. <https://doi.org/10.3200/JRLP.139.1.67-79>
- [24] Bjork, R.A. (1988) Retrieval Practice and the Maintenance of Knowledge. In: Gruneberg, M.M., Morris, P.E. and Sykes, R.N., Eds., *Practical Aspects of Memory: Current Research and Issues, Vol. 1. Memory in Everyday Life*, John Wiley & Sons, New York, 396-401.
- [25] Appleton-Knapp, S.L., Bjork, R.A. and Wickens, T.D. (2005) Examining the Spacing Effect in Advertising: Encoding Variability, Retrieval Processes, and Their Interaction. *Journal of Consumer Research*, **32**, 266-276. <https://doi.org/10.1086/432236>
- [26] Kim, A.S.N., Wiseheart, M., Wong-Kee-You, A.M.B., Le, B.T., Moreno, S. and Rosenbaum, R.S. (2020) Specifying the Neural Basis of the Spacing Effect with Multivariate ERP. *Neuropsychologia*, **146**, Article ID: 107550. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107550>
- [27] Kirsner, K., Smith, M.C., Lockhart, R.S., King, M.L. and Jain, M. (1984) The Bilingual Lexicon: Language-Specific Units in an Integrated Network. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, **23**, 519-539. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(84\)90336-0](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(84)90336-0)
- [28] Cornoldi, C. and Longoni, A. (1977) The MP-DP Effect and the Influence of Distinct Repetitions on Recognition of Random Shapes. *Italian Journal of Psychology*, **4**, 65-76.
- [29] Mammarella, N., Russo, R. and Avons, S.E. (2002) Spacing Effects in Cued-Memory Tasks for Unfamiliar Faces and Nonwords. *Memory & Cognition*, **30**, 1238-1251. <https://doi.org/10.3758/BF03213406>
- [30] Russo, R., Parkin, A.J., Taylor, S.R. and Wilks, J. (1998) Revising Current Two-Process Accounts of Spacing Effects in Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **24**, 161-172. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.24.1.161>
- [31] Russo, R., Mammarella, N. and Avons, S.E. (2002) Toward a Unified Account of Spacing Effects in Explicit

- Cued-Memory Tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **28**, 819-829. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.28.5.819>
- [32] Moss, V.D. (1995) The Efficacy of Massed Versus Distributed Practice as a Function of Desired Learning Outcomes and Grade Level of the Student. Master's Thesis, Utah State University, Logan.
- [33] Janiszewski, C., Noel, H. and Sawyer, A.G. (2003) A Meta-Analysis of the Spacing Effect in Verbal Learning: Implications for Research on Advertising Repetition and Consumer Memory. *Journal of Consumer Research*, **30**, 138-149. <https://doi.org/10.1086/374692>
- [34] Donovan, J.J. and Radosevich, D.J. (1999) A Meta-Analytic Review of the Distribution of Practice Effect: Now You See It, Now You Don't. *Journal of Applied Psychology*, **84**, 795-805. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.84.5.795>
- [35] Katz, J.J., Ando, M. and Wiseheart, M. (2021) Optimizing Song Retention through the Spacing Effect. *Cognitive Research: Principles and Implications*, **6**, Article No. 79. <https://doi.org/10.1186/s41235-021-00345-7>
- [36] Wegener, S., Wang, H.C., Beyersmann, E., Nation, K., Colenbrander, D. and Castles, A. (2022) The Effects of Spacing and Massing on Children's Orthographic Learning. *Journal of Experimental Child Psychology*, **214**, Article ID: 105309. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105309>
- [37] Grant, A.M. (2007) Enhancing Coaching Skills and Emotional Intelligence through Training. *Industrial and Commercial Training*, **39**, 257-266. <https://doi.org/10.1108/00197850710761945>
- [38] Budé, L.M., Imbos, T., Van De Wiel, M.W. and Berger, M.P.F. (2011) The Effect of Distributed Practice on Students' Conceptual Understanding of Statistics. *Higher Education*, **62**, 69-79. <https://doi.org/10.1007/s10734-010-9366-y>
- [39] Rohrer, D. and Taylor, K. (2006) The Effects of Overlearning and Distributed Practise on the Retention of Mathematics Knowledge. *Applied Cognitive Psychology*, **20**, 1209-1224. <https://doi.org/10.1002/acp.1266>
- [40] Simanton, E. and Hansen, L. (2012) Long-Term Retention of Information across the Undergraduate Medical School Curriculum. *South Dakota Medicine*, **65**, 261-263.
- [41] Kerfoot, B.P., Fu, Y., Baker, H., Connelly, D., Ritchey, M.L. and Genega, E.M. (2010) Online Spaced Education Generates Transfer and Improves Long-Term Retention of Diagnostic Skills: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American College of Surgeons*, **211**, 331-337.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2010.04.023>
- [42] Aluisio, L., Yieh, L., Wajs, E., Dibernardo, A.B., Krystal, A.D., Drevets, W.C., Wu, Y., Gogate, J.P., Daly, E.J., Zannikos, P., Curran, V., Chen, G. and Singh, J. (2020) 142 Withdrawal Symptom Assessment in an Esketamine Safety Study in Patients with Treatment-Resistant Depression. *CNS Spectrums*, **25**, 290. <https://doi.org/10.1017/S1092852920000589>