

嗅觉启动效应：机制、影响因素及应用前景

郑龙轩

西南大学心理学部，重庆

收稿日期：2025年2月18日；录用日期：2025年3月28日；发布日期：2025年4月10日

摘要

嗅觉作为人类最古老的感觉之一，在认知、情绪和行为调控中发挥着重要作用。嗅觉启动效应指个体在接受特定气味刺激后，其后续的认知、情绪或行为受到该气味影响的现象。本文系统综述了嗅觉启动效应的基本概念、神经生物学机制及认知心理学解释，探讨了气味特性、个体差异等影响因素，并回顾了该领域的经典研究。研究表明，嗅觉启动效应不仅与边缘系统的情绪加工密切相关，还可通过语义网络和注意调节影响更高级的认知过程。进一步理解嗅觉启动效应的作用机制，将有助于提升其在市场营销、心理健康、教育等领域的应用价值。本文最后总结了当前研究的局限性，并对未来研究方向进行了展望。

关键词

人类嗅觉，嗅觉启动效应，神经机制，影响因素，基础应用

Olfactory Priming Effect: Mechanisms, Influencing Factors, and Application Prospects

Longxuan Zheng

Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing

Received: Feb. 18th, 2025; accepted: Mar. 28th, 2025; published: Apr. 10th, 2025

Abstract

As one of the oldest human senses, olfaction plays a crucial role in cognition, emotion, and behavioral regulation. The olfactory priming effect refers to the phenomenon in which exposure to a specific odor influences subsequent cognitive, emotional, or behavioral responses. This paper systematically reviews the fundamental concepts, neurobiological mechanisms, and cognitive psychological explanations of the olfactory priming effect, examining influencing factors such as odor characteristics and individual differences. Classic studies in this field are also discussed. Research findings

suggest that olfactory priming is not only closely linked to emotional processing in the limbic system but also affects higher-order cognitive processes through semantic networks and attentional modulation. A deeper understanding of the mechanisms underlying the olfactory priming effect may enhance its applications in marketing, mental health, education, and other fields. Finally, this paper summarizes the limitations of current research and provides perspectives for future studies.

Keywords

Human Olfaction, Olfactory Priming Effect, Neural Mechanisms, Influencing Factors, Fundamental Applications

Copyright © 2025 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

嗅觉作为人类最古老的感觉之一，在生物进化历程中扮演着不可或缺的角色。从进化心理学角度来看，早期人类依赖嗅觉识别食物、躲避危险以及寻找伴侣，嗅觉对于生存和繁衍至关重要(van Harteveldt & Kringelbach, 2015)。尽管在现代社会，视觉和听觉信息占据主导地位，但嗅觉仍然在无意识层面或意识层面深刻影响着人类的认知、情感和行为。嗅觉启动效应作为嗅觉研究领域的重要课题，近年来受到多学科研究者的广泛关注。嗅觉在人类认知和情绪调节中的独特作用，相较于视觉和听觉，嗅觉具有更直接的信息传输路径，与大脑的情绪、记忆系统紧密相连，可直接影响个体的情绪状态、决策判断以及社会行为(Gottfried, 2006; Herz, 2009)。已有众多研究发现气味可以影响个体的情绪(Diego et al., 1998; Herz, 2009; Mors et al., 2018)、记忆(Herz, 2016)、决策(Cook et al., 2015; Gaillet et al., 2013; Kechagia & Drichoutis, 2017)与行为(Chambaron et al., 2015; Cook et al., 2015; Gaillet et al., 2013; Holland et al., 2005; Hornung et al., 2017; Monk et al., 2022; Seubert et al., 2010; Syrjänen et al., 2018)。同时，随着现代技术的发展，便携式气味发生装置(Amores et al., 2023; Wang & Covington, 2023)使得“气味数字化”成为可能，我们可以愈发便捷地通过气味缓解压力，丰富生活。深入研究嗅觉启动效应，不仅有助于揭示人类心理和行为的深层机制，还能市场营销、心理健康治疗、教育等实际应用领域提供坚实的理论基础和实践指导。本文旨在系统梳理和总结嗅觉启动效应的相关研究，剖析已有研究成果，指出存在的问题，并对未来研究方向进行展望。

2. 嗅觉启动效应的基本概念

2.1. 定义

嗅觉启动效应是指个体在接受到某种气味刺激的作用后，其后续的认知、情绪或行为反应受到该气味刺激影响的现象(Smeets & Dijksterhuis, 2014)。这种影响可以有意识的，也可能是无意识的。例如，在 Wisman and Shrira (2015)的研究中，参与者暴露于腐胺气味(一种与“死亡”相关的不愉悦气味)下，会不自觉地提高警惕性，对潜在威胁的反应更加迅速。这表明，即使个体并未意识到气味的存在，嗅觉刺激也能触发身体的防御机制，进而影响行为反应。

2.2. 嗅觉启动的独特性

与视觉、听觉等感觉通道相比，嗅觉通道的启动效应具有一定独特性。首先，从神经传导路径来看，

嗅觉信号直接从鼻腔传递到大脑的边缘系统,这一系统与情绪和记忆密切相关,使得嗅觉启动效应能够更迅速地影响个体的情绪和记忆(Soudry et al., 2011; Yeshurun & Sobel, 2010)。而视觉和听觉信号需要经过丘脑的中继处理,相对而言,嗅觉启动效应的神经传导更为直接有效。其次,在认知加工方面,视觉和听觉启动效应通常依赖于较为明显的刺激,容易被个体察觉;而嗅觉启动效应可以在潜意识层面发挥作用,个体可能并未意识到自己受到了气味刺激的影响(Zsoldos et al., 2021)。不过,各种感觉启动效应并非孤立存在,它们之间存在着协同作用。例如,在广告设计中,将视觉图像、听觉音乐与嗅觉气味有机结合,能够全方位地吸引消费者的注意力,增强广告的传播效果。

3. 嗅觉启动效应的作用机制

3.1. 神经生物学基础

嗅觉启动效应的产生与复杂的神经生物学机制紧密相连。当气味分子进入鼻腔后,会与嗅觉受体结合,这些感受器位于嗅觉神经元的纤毛上(Buck & Axel, 1991)。嗅觉受体是G蛋白偶联受体的一部分,负责将气味分子的化学信息转化为神经电信号(Malnic et al., 1999)。这些信号通过嗅觉神经元传递到大脑的不同区域进行处理。

嗅觉信号首先通过嗅觉神经传导至嗅球,嗅球是大脑中第一个处理嗅觉信息的区域,在这里,信号会进行初步的整合和处理(Shepherd, 2005)。之后,信号会继续传递到大脑的多个区域,包括杏仁核、海马体和眶额皮质等(Gottfried, 2006)。杏仁核在情绪处理中扮演着关键角色,它能够快速对嗅觉刺激进行情感评估,引发相应的情绪反应(Zald & Pardo, 1997)。先前研究发现当个体嗅闻到情绪性气味(愉悦气味或不愉悦气味)时,杏仁核会被激活,从而产生对应效价的情绪(Winston et al., 2005; Zald & Pardo, 1997)。海马体则与记忆紧密相连,嗅觉刺激能够激活海马体中的神经元,唤起与之相关的记忆(Herz et al., 2004)。这就是为什么某些特定的气味能够让人瞬间回忆起过去的经历,如Proust效应中,马德莱娜蛋糕的香气能引发对童年的深刻回忆(Hackländer et al., 2019)。眶额皮质参与了奖赏评估和决策过程,它会根据嗅觉信息对事物的价值进行判断,从而影响个体的行为选择(Rolls, 2012)。这些脑区共同作用,形成了一个复杂的神经网络,使得嗅觉信号不仅能够引发即时的情绪反应,还能与记忆、认知和行为决策紧密相连,从而构成了嗅觉启动的神经生物学基础。

3.2. 认知心理学解释

从认知心理学的角度来看,激活扩散模型可以用来解释嗅觉启动效应。该模型认为,当个体接收到某种气味刺激时,与之相关的概念和知识在记忆网络中被激活,并向周围扩散(Collins & Loftus, 1975)。例如,个体在闻到柑橘清洁剂的香气时,与清洁相关的概念如“清洁”、“整理”、“卫生”等会在记忆中被激活,进而影响个体对后续相关信息的加工和处理:在词汇决策任务中,闻到柑橘清洁剂气味的个体对清洁相关词汇的识别速度更快;而在描述日常活动计划时,他们更有可能提及清洁相关的活动(Holland et al., 2005)。同样地,在生活中当我们闻到咖啡的香气后,可能更加容易联想到“工作”、“办公室”等与工作有关的概念。这种效应表明,嗅觉不仅仅是一种感知体验,还能够通过语义网络影响更高级的认知过程。

此外,嗅觉启动效应还可能涉及到注意的分配和调节。特定的气味刺激可能会吸引个体的注意,使其更加关注与该气味相关的信息(Sorokowska et al., 2016; Zhang et al., 2021)。例如,愉悦的气味可能引导个体将注意力集中在与积极情绪相关的情境中,而不愉悦的气味则可能引发警觉性或回避行为。这种注意力的调节作用进一步说明了嗅觉启动效应在认知过程中的复杂性。

情景依赖性记忆理论也可以解释嗅觉启动效应:情景依赖性记忆理论认为特定的嗅觉刺激可作为情

境提示,提高回忆效能,如学习期间的特定气味可增强记忆提取(Sorokowska et al., 2022)。例如,当个体在学习时闻到某种特定气味,而在后续的记忆提取阶段再次暴露于相同的气味环境中,其记忆表现会显著提升。这种现象类似于普鲁斯特效应(Proustian Effect),即某种气味能够唤起与之相关的情境记忆,从而增强记忆的提取和再现。这表明嗅觉启动效应不仅通过语义网络影响认知,还通过情境关联性调节记忆的编码和提取过程。

4. 影响嗅觉启动效应的因素

4.1. 气味的性质与特征

气味的强度、熟悉度与个体对气味的偏爱程度均对嗅觉启动效应有着显著的影响。一般来说,强度适中的气味更容易引发启动效应。过弱的气味可能无法引起足够的注意,而过强的气味则可能导致个体的适应或回避反应。此外,熟悉气味更容易被编码和提取,从而增强启动效应。例如,熟悉的气味可以更有效地引发与之相关的记忆(Herz, 2000)。喜爱程度也是一个关键因素,个体对喜欢的气味的启动效应通常更为明显,这可能是由于个体会更加主动地去嗅闻自己喜欢的气味刺激。例如,闻到自己喜欢的花香时,个体可能会更积极地评价周围的事物。

4.2. 个体差异

个体差异因素同样对嗅觉启动效应有着重要影响作用。年龄方面,研究表明,老年人的嗅觉敏感度相对较低(Attems et al., 2015),可能会影响嗅觉启动效应的表现。性别差异也有所体现,女性在某些情况下对气味的敏感度更高、气味辨别能力更强(Oleszkiewicz et al., 2019),并且在情绪和记忆方面对嗅觉刺激的反应可能与男性不同。文化背景的差异也不容忽视,不同文化中对气味的认知、偏好和联想存在很大差异(Sorokowski et al., 2024; Wang et al., 2024),这会导致嗅觉启动效应在不同文化群体中的表现有所不同。此外,个体的嗅觉敏感度、认知风格、情绪状态等也会对嗅觉启动效应产生影响。

5. 嗅觉启动效应的相关研究

5.1. 经典实验回顾

嗅觉启动效应的研究表明,气味能够无意识地影响个体的情绪、认知和行为。Holland et al. (2005)等人的研究发现,清洁剂气味的存在可以无意识地促进个体的清洁行为,这表明嗅觉启动能够直接影响社会行为。同样,在消费者行为领域,Guéguen (2012)发现,在零售环境中,弥漫着愉悦气味的商店能够显著提高顾客的停留时间和购买意愿。此外,嗅觉启动也影响个体对情绪和面孔的加工,Cook et al. (2015)研究表明,个体在嗅闻愉悦气味后可以中性面孔的情绪评估更加正面,而在嗅闻不愉悦气味后则倾向于对中性面孔做出更加负面情绪判断。与此同时,Herz and Engen (1996)发现,气味不仅可以诱发记忆,而且相比于视觉或语义提示,嗅觉线索更容易唤起强烈的情感体验。此外,Diego et al. (1998)利用脑电图(EEG)研究发现,某些气味(如薰衣草气味和玫瑰气味)可以减少个体的焦虑并提高积极情绪,这进一步支持了气味对情绪调节的生理学证据。这些研究共同表明,嗅觉启动不仅影响个体的主观体验,还可能通过影响大脑信息加工机制从而调节其行为和认知。

5.2. 研究方法与技术

目前,在嗅觉启动效应的研究中,常用的研究方法包括行为实验、脑成像技术和生理测量技术等。行为实验主要通过测量被试的反应时、正确率等指标来评估嗅觉启动效应的影响。脑成像技术如功能磁共振成像(fMRI)、正电子发射断层扫描(PET)等,可以直观地观察大脑在嗅觉刺激下的活动变化,揭示嗅

觉启动效应的神经机制。生理测量技术如皮肤电反应、心率变异性等,则可以测量个体在嗅觉刺激下的生理反应,为研究嗅觉启动效应与情绪、生理状态之间的关系提供数据支持。这些研究方法和技术的不断发展和完善,为深入研究嗅觉启动效应提供了有力的工具。

6. 嗅觉启动效应的应用领域

嗅觉启动效应的研究不仅有助于揭示人类认知和行为的基本机制,还在多个实际应用领域中展现出广阔的前景。近年来,研究者们探索了嗅觉启动效应在市场营销、心理健康、教育以及安全警示等方面的应用,发现嗅觉不仅能够影响个体的情绪和认知,还能在特定情境下增强行为表现。

6.1. 市场营销与消费者行为

嗅觉在市场营销领域的应用日益广泛,研究表明,嗅觉启动能够影响消费者的购买决策和品牌认知。例如, [Holland et al. \(2005\)](#) 研究发现,在弥漫着清洁剂气味的环境中,个体更倾向于做出与清洁相关的行为,如更频繁地清理桌面。这一发现为零售环境中的嗅觉营销提供了理论依据。近期研究进一步拓展了嗅觉启动在营销领域的应用。例如, [Quispillo 等人\(2022\)](#) 研究了嗅觉如何影响精品店的消费者行为,发现特定的香味能够增强与品牌相关的联想,进一步证明了嗅觉启动在塑造消费者态度和行为中的作用 ([Quispillo et al., 2022](#))。还有研究探究嗅觉认知如何影响消费者对产品的理解,结果发现即使是非专业人士,在了解有嗅觉描述的产品信息时,也能增强其理解和评价信心,这对于线上销售嗅觉相关产品尤为重要 ([Meng et al., 2023](#))。

6.2. 心理健康与情绪调节

嗅觉启动效应在心理健康领域也具有重要价值。研究发现,某些气味可以缓解焦虑和抑郁症状,提高个体的情绪状态。例如, [Herz \(2009\)](#) 指出,薰衣草和柑橘类气味具有放松作用,能够降低压力水平,提高个体的情绪稳定性。此外, [Smeets and Dijksterhuis \(2014\)](#) 研究发现,薄荷气味能够提高个体的警觉性和认知表现,这在治疗注意力缺陷多动障碍(ADHD)患者时可能具有潜在应用价值。这一领域的研究不仅为心理健康干预提供了新的思路,也为情绪调节技术的发展奠定了基础。

6.3. 教育与学习效率

嗅觉启动效应在教育领域的应用主要体现在提高学习效率和记忆增强方面。研究发现,特定气味能够与学习材料形成联结,并在随后的测试阶段通过嗅觉启动促进回忆。例如, [Schab \(1990\)](#) 研究发现,在学习时闻到特定气味(如玫瑰气味)并在考试时再次闻到相同气味的被试,其回忆成绩显著优于未提供嗅觉线索的对照组。同样地,最近的一项研究通过控制个体在记忆与回忆(间隔一周时间)时气味环境一致程度发现,个体在记忆与自由回忆阶段若处于同一种气味环境中,则自由回忆任务得分显著提高 ([Sorokowska et al., 2022](#))。这些发现为课堂环境设计提供了新的思路,如在学习过程中使用一致的嗅觉线索,以增强信息的存储与提取。未来的研究可以进一步探讨不同类型的气味如何影响认知加工,以优化教育环境和学习策略。

6.4. 安全警示与风险感知

在安全警示和风险感知方面,嗅觉启动效应同样具有应用价值。例如, [Wisman and Shrira \(2015\)](#) 研究发现,腐胺气味(一种与“死亡”相关的不愉悦气味)能够增强个体的警觉性,使他们在面临潜在威胁时做出更快的反应。有研究发现,在驾驶模拟任务中,特定气味能够影响驾驶员的大脑活动,从而提高驾驶员的注意力和认知负荷管理能力 ([Lim et al., 2023](#))。综上所述,嗅觉启动效应在安全警示和风险感知方面

具有广阔的应用前景。通过进一步研究和开发，可以将其应用于更多实际场景，为提高公共安全和减少事故风险提供新的策略和工具。

7. 研究展望

7.1. 现有研究的不足与挑战

尽管目前关于嗅觉启动效应的研究已经取得了一定的成果，但仍存在许多不足之处。首先，在研究方法上，虽然现有的研究方法为我们提供了丰富的数据，但各种方法都存在一定的局限性。例如，行为实验难以深入探究嗅觉启动效应的神经机制，而脑成像技术虽然能够观察大脑活动，但存在空间分辨率和时间分辨率的限制。其次，在理论模型方面，目前还没有一个完善的理论能够全面解释嗅觉启动效应的产生和作用机制。现有的理论模型往往只能解释部分现象，缺乏综合性和系统性。此外，不同研究之间的结果存在一定的差异，这可能与实验条件、被试样本、气味刺激的选择等因素有关，需要进一步的研究来统一和解释。

7.2. 未来研究方向与趋势

通过前文论述，嗅觉启动效应是一种复杂的心理现象，涉及神经生物学、认知心理学以及行为科学的多方面机制。随着心理学与神经科学的发展以及多学科交叉研究的趋势愈发加强，未来有关嗅觉启动效应的研究可以结合多学科的理论和方法，从以下角度进行更深层的研究与突破：

1) 加强基础研究：结合多学科的理论和方法，深入探究嗅觉启动效应的神经生物学基础和分子机制，提高对嗅觉启动效应的测量和分析能力。例如，利用高分辨率脑成像技术(如 fMRI、PET)和多模态数据融合技术，更全面地揭示大脑在嗅觉启动效应中的活动模式，探索嗅觉信号如何在神经网络中传递并影响情绪、记忆和认知过程。同时，结合分子生物学的研究手段，进一步解析嗅觉受体的激活机制以及气味分子如何影响神经递质的释放和调节，从而为理解嗅觉启动效应的微观机制提供更坚实的科学依据。

2) 重视学科交叉：未来的研究可以借助人工智能和大数据分析技术，对嗅觉启动效应进行更全面、深入的研究。通过大数据分析，可以收集大量个体在不同气味环境下的行为数据、生理数据和心理数据，挖掘其中潜在的规律和影响因素。人工智能算法则可以用于建立更精准的嗅觉启动效应预测模型，根据个体的特征和所处环境，预测特定气味对其认知、情绪和行为的影响，从而实现个性化的气味干预。此外，结合跨文化研究方法，探索嗅觉启动效应在不同文化背景下的共性和差异，为全球化背景下的应用提供理论支持。

3) 让研究成果更加贴近生活：随着“气味数字化”的障碍愈发减少，我们可以利用更加便携智能的设备让更多的气味出现在我们身边。Amores et al. (2023)开发了一种由智能手机控制的嗅觉可穿戴设备，该设备能够在清醒学习阶段和夜间睡眠阶段分别释放相同气味，从而促进记忆巩固和长期回忆。在人机交互方面，未来可以利用气味增强虚拟现实(VR)和增强现实(AR)体验，以提高沉浸感和用户参与度。此外，基于个体嗅觉偏好的情境化气味推荐系统也将为智能环境设计提供新的可能性。通过将嗅觉启动效应应用于更多的场景，如智能家居、医疗康复、教育等领域，我们可以为多感官交互设计和个性化体验提供新的思路，推动嗅觉技术在日常生活中的广泛应用。

8. 结论

8.1. 研究总结

本综述系统地回顾了嗅觉启动效应的相关研究，包括其基本概念、作用机制、影响因素、相关研究以及应用领域。研究表明，嗅觉启动效应是一种复杂的心理现象，它受到多种因素的影响，并且在多个领域

具有重要的应用价值。通过对经典实验的回顾和研究方法的分析，我们对嗅觉启动效应的认识不断深化。

8.2. 研究意义

嗅觉启动效应的研究不仅丰富了心理学的理论体系，为我们理解人类认知、情绪和行为提供了新的视角，还在实际应用中具有广阔的前景。通过深入研究嗅觉启动效应，我们可以更好地利用气味来调节人们的心理状态、改善生活质量，为解决实际问题提供有效的方法和策略。未来，随着研究的不断深入和拓展，嗅觉启动效应有望在更多领域发挥更大的作用。

参考文献

- Amores, J., Mehra, N., Rasch, B., & Maes, P. (2023). Olfactory Wearables for Mobile Targeted Memory Reactivation. In A. Schmidt, K. Väänänen, T. Goyal, P. O. Kristensson, A. Peters, S. Mueller, et al. (Eds.), *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-20). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3544548.3580892>
- Attems, J., Walker, L., & Jellinger, K. A. (2015). Olfaction and Aging: A Mini-Review. *Gerontology*, 61, 485-490. <https://doi.org/10.1159/000381619>
- Buck, L., & Axel, R. (1991). A Novel Multigene Family May Encode Odorant Receptors: A Molecular Basis for Odor Recognition. *Cell*, 65, 175-187. [https://doi.org/10.1016/0092-8674\(91\)90418-x](https://doi.org/10.1016/0092-8674(91)90418-x)
- Chambaron, S., Chisin, Q., Chabanet, C., Issanchou, S., & Brand, G. (2015). Impact of Olfactory and Auditory Priming on the Attraction to Foods with High Energy Density. *Appetite*, 95, 74-80. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.06.012>
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A Spreading-Activation Theory of Semantic Processing. *Psychological Review*, 82, 407-428. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.82.6.407>
- Cook, S., Fallon, N., Wright, H., Thomas, A., Giesbrecht, T., Field, M. et al. (2015). Pleasant and Unpleasant Odors Influence Hedonic Evaluations of Human Faces: An Event-Related Potential Study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, Article 661. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00661>
- Diego, M. A., Jones, N. A., Field, T., Hernandez-reif, M., Schanberg, S., Kuhn, C. et al. (1998). Aromatherapy Positively Affects Mood, Eeg Patterns of Alertness and Math Computations. *International Journal of Neuroscience*, 96, 217-224. <https://doi.org/10.3109/00207459808986469>
- Gaillet, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Chabanet, C., & Chambaron, S. (2013). Priming Effects of an Olfactory Food Cue on Subsequent Food-Related Behaviour. *Food Quality and Preference*, 30, 274-281. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.06.008>
- Gottfried, J. A. (2006). Smell: Central Nervous Processing. In T. Hummel, & A. Welge-Lüssen (Eds.), *Advances in Oto-Rhino-Laryngology* (pp. 44-69). KARGER. <https://doi.org/10.1159/000093750>
- Guéguen, N. (2012). The Sweet Smell of ... Implicit Helping: Effects of Pleasant Ambient Fragrance on Spontaneous Help in Shopping Malls. *The Journal of Social Psychology*, 152, 397-400. <https://doi.org/10.1080/00224545.2011.630434>
- Hackländer, R. P. M., Janssen, S. M. J., & Bermeitinger, C. (2019). An In-Depth Review of the Methods, Findings, and Theories Associated with Odor-Evoked Autobiographical Memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 26, 401-429. <https://doi.org/10.3758/s13423-018-1545-3>
- Herz, R. (2016). The Role of Odor-Evoked Memory in Psychological and Physiological Health. *Brain Sciences*, 6, 22. <https://doi.org/10.3390/brainsci6030022>
- Herz, R. S. (2000). Verbal Coding in Olfactory versus Nonolfactory Cognition. *Memory & Cognition*, 28, 957-964. <https://doi.org/10.3758/bf03209343>
- Herz, R. S. (2009). Aromatherapy Facts and Fictions: A Scientific Analysis of Olfactory Effects on Mood, Physiology and Behavior. *International Journal of Neuroscience*, 119, 263-290. <https://doi.org/10.1080/00207450802333953>
- Herz, R. S., & Engen, T. (1996). Odor Memory: Review and Analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3, 300-313. <https://doi.org/10.3758/bf03210754>
- Herz, R. S., Eliassen, J., Beland, S., & Souza, T. (2004). Neuroimaging Evidence for the Emotional Potency of Odor-Evoked Memory. *Neuropsychologia*, 42, 371-378. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.08.009>
- Holland, R. W., Hendriks, M., & Aarts, H. (2005). Smells Like Clean Spirit: Nonconscious Effects of Scent on Cognition and Behavior. *Psychological Science*, 16, 689-693. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2005.01597.x>
- Hornung, J., Kogler, L., Wolpert, S., Freiherr, J., & Derntl, B. (2017). The Human Body Odor Compound Androstadienone Leads to Anger-Dependent Effects in an Emotional Stroop but Not Dot-Probe Task Using Human Faces. *PLOS ONE*, 12,

- e0175055. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175055>
- Kechagia, V., & Drichoutis, A. C. (2017). The Effect of Olfactory Sensory Cues on Willingness to Pay and Choice under Risk. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 70, 33-46. <https://doi.org/10.1016/j.soceec.2017.07.005>
- Lim, C., Nasir, M., Ksenia, K., Pitts, B., & Yu, D. (2023). Effect of Olfactory Stimulus on Drivers' Immediate Cognitive State. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 67, 191-192. <https://doi.org/10.1177/21695067231192412>
- Malnic, B., Hirono, J., Sato, T., & Buck, L. B. (1999). Combinatorial Receptor Codes for Odors. *Cell*, 96, 713-723. [https://doi.org/10.1016/s0092-8674\(00\)80581-4](https://doi.org/10.1016/s0092-8674(00)80581-4)
- Meng, H., Zamudio, C., & Grigsby, J. L. (2023). The Novice Nose Knows: How Olfactory Knowledge Shapes Evaluation Confidence. *International Journal of Market Research*, 65, 448-465. <https://doi.org/10.1177/14707853221135542>
- Monk, R. L., Qureshi, A., Wernham, G., & Heim, D. (2022). Does the Smell of Alcohol Make It Harder to Resist? The Impact of Olfactory Cues on Inhibitory Control and Attentional Bias. *Psychopharmacology*, 239, 2109-2118. <https://doi.org/10.1007/s00213-022-06073-0>
- Mors, M. R., Polet, I. A., Vingerhoeds, M. H., Perez-Cueto, F. J. A., & de Wijk, R. A. (2018). Can Food Choice Be Influenced by Priming with Food Odours? *Food Quality and Preference*, 66, 148-152. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.01.019>
- Oleszkiewicz, A., Schriever, V. A., Croy, I., Hähner, A., & Hummel, T. (2019). Updated Sniffin' Sticks Normative Data Based on an Extended Sample of 9139 Subjects. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 276, 719-728. <https://doi.org/10.1007/s00405-018-5248-1>
- Quispillo, A. A. P., Diana, L. G. N., Vasco, J. A. V., & Navarrete, C. F. V. (2022). Psychology of Smell: Its Influence on the Consumer in the Boutiques of the City of Riobamba. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, 2. <https://doi.org/10.18502/espoch.v2i2.11601>
- Rolls, E. T. (2012). Taste, Olfactory and Food Texture Reward Processing in the Brain and the Control of Appetite. *Proceedings of the Nutrition Society*, 71, 488-501. <https://doi.org/10.1017/s0029665112000821>
- Schab, F. R. (1990). Odors and the Remembrance of Things Past. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 648-655. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.16.4.648>
- Seubert, J., Kellermann, T., Loughhead, J., Boers, F., Brensinger, C., Schneider, F. et al. (2010). Processing of Disgusted Faces Is Facilitated by Odor Primes: A Functional MRI Study. *NeuroImage*, 53, 746-756. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.07.012>
- Shepherd, G. M. (2005). Outline of a Theory of Olfactory Processing and Its Relevance to Humans. *Chemical Senses*, 30, i3-i5. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjh085>
- Smeets, M. A. M., & Dijksterhuis, G. B. (2014). Smelly Primes—When Olfactory Primes Do or Do Not Work. *Frontiers in Psychology*, 5, Article 96. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00096>
- Sorokowska, A., Negoias, S., Härtwig, S., Gerber, J., Iannilli, E., Warr, J. et al. (2016). Differences in the Central-Nervous Processing of Olfactory Stimuli According to Their Hedonic and Arousal Characteristics. *Neuroscience*, 324, 62-68. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.03.008>
- Sorokowska, A., Nord, M., Stefańczyk, M. M., & Larsson, M. (2022). Odor-Based Context-Dependent Memory: Influence of Olfactory Cues on Declarative and Nondeclarative Memory Indices. *Learning & Memory*, 29, 136-141. <https://doi.org/10.1101/lm.053562.121>
- Sorokowski, P., Misiak, M., Roberts, S. C., Kowal, M., Butovskaya, M., Omar-Fauzee, M. S. et al. (2024). Is the Perception of Odour Pleasantness Shared across Cultures and Ecological Conditions? Evidence from Amazonia, East Africa, New Guinea, Malaysia and Poland. *Biology Letters*, 20. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2024.0120>
- Soudry, Y., Lemogne, C., Malinvaud, D., Consoli, S.-M., & Bonfils, P. (2011). Olfactory System and Emotion: Common Substrates. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 128, 18-23. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2010.09.007>
- Syrjänen, E., Wiens, S., Fischer, H., Zakrzewska, M., Wartel, A., Larsson, M. et al. (2018). Background Odors Modulate N170 ERP Component and Perception of Emotional Facial Stimuli. *Frontiers in Psychology*, 9, Article 1000. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01000>
- van Hartevelt, T. J., & Kringelbach, M. L. (2015). The Olfactory Cortex. In A. W. Toga (Ed.), *Brain Mapping: An Encyclopedic Reference* (pp. 347-355). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-397025-1.00235-9>
- Wang, C., & Covington, J. A. (2023). The Development of a Simple Projection-Based, Portable Olfactory Display Device. *Sensors*, 23, Article 5189. <https://doi.org/10.3390/s23115189>
- Wang, M., Rong, Y., Jia, C., Fukuda, H., Gao, W., Inoue, T. et al. (2024). A Case Study on the Odor Preferences and Influencing Factors in Chinese Residential Environments. *Buildings*, 14, Article 3019. <https://doi.org/10.3390/buildings14093019>

-
- Winston, J. S., Gottfried, J. A., Kilner, J. M., & Dolan, R. J. (2005). Integrated Neural Representations of Odor Intensity and Affective Valence in Human Amygdala. *The Journal of Neuroscience*, 25, 8903-8907. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1569-05.2005>
- Wisman, A., & Shrira, I. (2015). The Smell of Death: Evidence That Putrescine Elicits Threat Management Mechanisms. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 1274. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01274>
- Yeshurun, Y., & Sobel, N. (2010). An Odor Is Not Worth a Thousand Words: From Multidimensional Odors to Unidimensional Odor Objects. *Annual Review of Psychology*, 61, 219-241. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.60.110707.163639>
- Zald, D. H., & Pardo, J. V. (1997). Emotion, Olfaction, and the Human Amygdala: Amygdala Activation during Aversive Olfactory Stimulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94, 4119-4124. <https://doi.org/10.1073/pnas.94.8.4119>
- Zhang, M., Gong, X., Jia, J., & Wang, X. (2021). Unpleasant Odors Affect Alerting Attention in Young Men: An Event-Related Potential Study Using the Attention Network Test. *Frontiers in Neuroscience*, 15, Article 781997. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.781997>
- Zsoldos, I., Sinding, C., Godet, A., & Chambaron, S. (2021). Do Food Odors Differently Influence Cerebral Activity Depending on Weight Status? An Electroencephalography Study of Implicit Olfactory Priming Effects on the Processing of Food Pictures. *Neuroscience*, 460, 130-144. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2021.01.015>