

非视觉自然接触

——自然嗅觉、听觉对心理健康的作用机制与研究展望

黄雅婷, 袁富强*, 袁梦琳

江西中医药大学研究生院, 江西 南昌

收稿日期: 2026年8月13日; 录用日期: 2026年8月31日; 发布日期: 2026年9月14日

摘要

自然接触与心理健康的关系已受到广泛关注, 但既有研究多聚焦视觉绿地和自然景观, 较少系统讨论自然嗅觉与自然听觉等非视觉感官通道。本文围绕非视觉自然接触的概念、刺激类型、理论基础、作用机制及应用前景进行综述。现有研究表明, 植物香气、森林气味、鸟鸣、流水声等自然刺激可能通过情绪唤起、注意转移、压力恢复、自主神经调节和情绪记忆等路径影响个体心理健康, 并与芳香疗法、音乐疗法、声音疗法和数字自然干预存在交叉。未来研究需加强多感官整合实验、标准化刺激库建设、真实自然与数字模拟自然刺激比较、神经生理机制验证及个体化干预设计。非视觉自然接触有望成为自然心理健康研究和身心干预实践的重要补充。

关键词

非视觉自然接触, 自然嗅觉, 自然听觉, 心理健康, 音乐疗法

Non-Visual Nature Contact

—Mechanisms and Prospects of Natural Olfactory and Auditory Effects on Mental Health

Yating Huang, Fuqiang Yuan*, Menglin Yuan

Graduate School, Jiangxi University of Chinese Medicine, Nanchang Jiangxi

Received: August 13, 2026; accepted: August 31, 2026; published: September 14, 2026

Abstract

The relationship between nature contact and mental health has received increasing attention, yet

*通讯作者。

文章引用: 黄雅婷, 袁富强, 袁梦琳(2026). 非视觉自然接触. *心理学进展*, 16(9), 116-123.
DOI: 10.12677/ap.2026.169435

existing studies have largely focused on visual green space, natural landscapes, and outdoor activities. Comparatively less attention has been paid to non-visual sensory pathways, particularly natural olfactory and auditory experiences. This review focuses on non-visual nature contact, with an emphasis on natural smells and natural sounds, and summarizes its conceptual scope, major stimulus types, theoretical foundations, psychological mechanisms, and potential applications. Current evidence suggests that plant aromas, forest odors, birdsong, flowing water, wind, rain, and other natural sensory cues may contribute to emotional relaxation, stress recovery, attentional restoration, autonomic regulation, and the activation of emotion-related memories. These effects may be explained through stress recovery theory, attention restoration theory, multisensory integration, and emotion regulation theory. Non-visual nature contact also provides a useful bridge between nature-based interventions and mind-body therapies, including aromatherapy, music therapy, sound therapy, forest bathing, and digital nature interventions. However, existing research remains fragmented, with limited sample sizes, insufficient randomized controlled and longitudinal studies, a lack of standardized auditory and olfactory stimulus, and inadequate comparisons between real and simulated nature exposure. Future studies should develop multisensory experimental paradigms, establish standardized stimulus libraries, improve ecological validity, clarify neurophysiological mechanisms, and design individualized intervention programs. Non-visual nature contact may become an important supplement to both nature and mental health research and practical mind-body interventions.

Keywords

Non-Visual Nature Contact, Natural Olfaction, Natural Sound, Mental Health, Music Therapy

Copyright © 2026 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

自然接触是指个体与自然环境、非人类物种及自然要素发生的直接或间接互动，包括进入森林、公园、滨水空间等真实环境，也包括观看自然图像、聆听自然声音、接触植物气味等感官性体验(彭红松等，2023)。随着城市化和生活压力增加，自然接触与心理健康的关系成为环境心理学、公共卫生和城市规划等领域的共同议题。已有研究表明，绿色空间接触与心理健康存在较稳定关联，自然环境可能通过缓解压力、恢复注意力、改善情绪和增强自然联结等路径发挥作用(冷红等，2022；马睿，张敏，2024)。压力恢复理论和注意恢复理论分别从生理唤醒下降、注意恢复解释这一效应(Ulrich et al., 1991; Kaplan, 1995)。

为回应概念边界问题，本文将相关研究区分为三个层次：其一是真实自然暴露，即个体进入或停留于森林、公园、滨水空间等实际环境，并同时接受声音、气味、视觉、温湿度和身体活动等复合线索；其二是基于自然元素的干预，即从自然环境中提取或选择特定元素用于身心调节，如植物精油、树木挥发物、花香、鸟鸣或流水声录音；其三是数字化自然模拟，即通过录音、影像、VR/AR 或数字气味装置再现自然线索。本文所称“非视觉自然接触”主要聚焦上述三个层次中由自然来源或自然表征形成的嗅觉与听觉接触，并以压力恢复理论、注意恢复理论、多感官整合理论和情绪调节理论作为整合依据。

然而，现有自然接触研究仍明显偏向视觉经验，常以绿地面积、绿视率、景观偏好和空间可达性等指标衡量自然暴露，容易遮蔽听觉、嗅觉等非视觉维度。鸟鸣、流水声、风声、雨声、植物香气、森林气味和土壤气味等刺激，即使在视觉输入有限时，也可能引发放松、愉悦、怀旧、沉浸和安全感。Franco 等(2017)指出，自然体验的健康效益并非只关乎视觉，多感官自然接触是理解人与自然关系的重要路径。国

内综述也提示,既有研究虽已将听觉、嗅觉等纳入自然接触分类,但对不同感官通道及其交互机制的讨论仍不足(彭红松等, 2023)。

在非视觉自然接触中,自然听觉研究相对更早受到关注。实验显示,与城市噪声相比,自然声音更有助于压力后的交感神经恢复(Alvarsson et al., 2010);鸟鸣也常被个体与注意恢复和压力缓解联系起来(Ratcliffe et al., 2013)。自然声音暴露的综述与荟萃分析进一步表明,其可能降低焦虑、心率、血压和呼吸频率,但效果受声音类型、暴露情境和个体特征影响(Zhu et al., 2024)。相比之下,自然嗅觉研究更分散,证据主要见于森林浴、植物挥发物、芳香疗法和气味心理生理研究。树木植物杀菌素可能影响免疫和压力相关指标(Li et al., 2009),香气刺激也可通过脑电和自主神经活动影响心理状态(Sowndhararajan & Kim, 2016)。

基于上述范围,本文的整合重点不是泛泛讨论所有自然体验,也不将芳香疗法或音乐疗法简单等同于自然接触,而是考察自然气味和自然声音如何在真实环境、自然元素干预和数字模拟场景中发挥心理健康作用。自然听觉与音乐疗法的联系主要体现在节律组织、情绪诱导、注意转移和唤醒调节等转化机制;自然嗅觉与芳香疗法的联系主要体现在植物来源气味、情绪记忆和自主神经调节等路径。由此,本文拟梳理自然嗅觉与自然听觉的心理健康证据、作用机制及其与芳香疗法、音乐疗法和数字自然干预的整合前景。

2. 非视觉自然接触的概念与理论基础

2.1. 非视觉自然接触的概念界定

非视觉自然接触是指个体主要通过视觉以外的感官通道与自然环境、自然要素或自然线索发生接触,并形成知觉、情绪、生理或认知反应。广义自然接触既包括进入森林、公园、河流、海岸等真实或半自然环境,也包括通过图片、声音、影像、气味等媒介获得的间接自然体验(Keniger et al., 2013; 彭红松等, 2023)。本文所称非视觉自然接触并非排除视觉,而是强调听觉、嗅觉等通道在自然体验中的独立价值及其与视觉共同构成的多感官体验。鉴于触觉和味觉研究常涉及材料接触、食物体验或身体活动,本文主要聚焦自然嗅觉和自然听觉。

2.2. 自然嗅觉与自然听觉的主要刺激类型

自然嗅觉刺激包括植物挥发物、花香、树木气味、森林气味、草木气味、土壤气味和雨后泥土气息等。嗅觉比视觉更直接地连接情绪、记忆和身体感受;气味既可作为被记忆对象,也能唤起与特定场景、人物和情绪有关的自传体记忆(Herz & Engen, 1996)。因此,植物香气或森林气味可能通过情绪联想、场景回忆和安全感建构影响心理状态。自然听觉刺激包括鸟鸣、流水声、海浪声、雨声、风声、虫鸣及其他生物声和地景声。声景并非单纯声波环境,而是人在特定情境中对声环境的感知、体验和理解(International Organization for Standardization, 2014)。

2.3. 相关理论基础

非视觉自然接触的心理健康作用可从压力恢复理论、注意恢复理论、多感官整合理论和情绪调节理论理解。压力恢复理论认为,自然环境中的低威胁线索能够促进压力后的情绪和生理恢复(Ulrich et al., 1991);柔和流水声、鸟鸣或植物香气也可作为安全线索。注意恢复理论强调,自然环境以柔性吸引力吸引注意而不过度消耗定向注意(Kaplan, 1995)。多感官整合理论指出,人脑会整合不同感官信息以形成稳定环境知觉(Ernst & Bühlhoff, 2004)。情绪调节理论认为,个体可通过情境选择、注意部署和认知改变影响情绪(Gross, 1998)。因此,非视觉自然刺激可被视为情境性调节资源。

3. 自然嗅觉、听觉对心理健康的作用机制

3.1. 自然嗅觉对情绪与压力的影响

自然嗅觉是非视觉自然接触中较易被忽视、却与情绪和压力反应密切相关的通道。植物香气、森林气味、花香、木质气味和土壤气味等刺激,常能较快引发舒适、放松、愉悦或怀旧体验。嗅觉具有较强的情境唤起性和记忆联结性,既是被识别的对象,也可成为唤起个人经验和情绪记忆的线索(Herz & Engen, 1996)。因此,自然嗅觉的心理健康作用既来自气味化学属性,也来自其关联的场景、经验和情绪意义。

植物来源气味可能对放松和压力缓解产生积极作用。Igarashi 等(2014a)发现,新鲜玫瑰花嗅觉刺激可提高副交感神经活动,并增强“舒适”和“自然”的主观感受;Igarashi 等(2014b)使用近红外光谱考察玫瑰精油和甜橙精油,提示植物香气可能通过降低前额叶活动参与放松反应。Ikei 等(2015)也发现,桉木叶精油刺激可降低右侧前额叶氧合血红蛋白浓度,并提高舒适感和放松感。Song 等(2019)比较森林图像、桉木气味及二者组合,发现森林相关嗅觉刺激和视嗅觉组合刺激均可诱发心理和生理放松。

森林气味还可从植物挥发物角度理解。Li 等(2009)关于树木植物杀菌素的研究显示,树木挥发性物质可能影响免疫功能和压力相关生理指标,提示自然嗅觉可通过自主神经、内分泌和免疫反应与心理健康发生联系。总体而言,自然嗅觉可能通过愉悦气味提升积极情绪、通过副交感神经激活促进放松,并通过气味记忆和场景联想降低紧张感。

3.2. 自然听觉对心理恢复与注意调节的影响

自然听觉是目前非视觉自然接触中证据相对较多的领域。鸟鸣、流水声、风声、雨声、虫鸣和海浪声等自然声音,可在不依赖视觉景观的情况下营造自然氛围,并影响情绪恢复、注意恢复和压力缓冲。Alvarsson 等(2010)发现,与环境噪声相比,自然声音有助于压力任务后的交感神经恢复。Ratcliffe 等(2013)也表明,鸟鸣常与注意恢复、压力缓解和自然场所经验相关。不同鸟声的恢复潜力还受熟悉性、复杂度、审美评价和语义联想影响(Ratcliffe et al., 2016)。

自然声音的恢复效应不仅体现在主观感受上,也逐渐得到生理和神经指标支持。Zhu 等(2024)的系统综述和荟萃分析显示,自然声音暴露在降低焦虑、心率、血压和呼吸频率方面具有一定积极作用。Liu 等(2024)基于脑电技术比较流水声、鸟鸣和风声,发现流水声和鸟鸣在主观恢复评价和部分脑电指标上表现较好,而风声效果并不稳定。这说明“自然声音”并不天然等同于积极刺激,其心理恢复作用仍需结合声学特征、意义解释和暴露情境加以判断。

中文研究也开始关注自然声景的恢复作用。刘昱齐等(2024)通过鸟鸣音频和科普信息干预发现,鸟鸣多样性更高的环境可带来更高水平的声景感知恢复性;邹宁和许晓青(2026)基于脑电和主观评估研究鸟鸣声丰富度,也发现鸟鸣相较城市噪声具有更明显恢复效应,但过高丰富度可能造成信息负荷。这些结果提示,自然听觉并非“越多越好”,而是受声音类型、丰富度、声压级、语义意义和个体解释方式共同影响。

3.3. 神经、心理与生理中介机制

自然嗅觉和自然听觉可能通过神经、心理和生理机制共同影响心理健康。神经层面,嗅觉系统与边缘系统、海马和杏仁核等情绪记忆区域联系紧密,气味尤其容易诱发情绪记忆和自传体回忆(Herz & Engen, 1996)。当植物香气或森林气味与安全、休闲、童年经验或户外活动相联系时,个体更容易放松。Ikei 等(2015)和 Igarashi 等(2014b)均用近红外光谱观察到植物气味刺激与前额叶活动下降有关,这常被解释为生理放松或认知负荷降低。

自然听觉的神经机制可能涉及听觉加工、注意网络和情绪评价系统。自然声音通常具有较低威胁性、较高可预测性或温和变化的声学特征，能在不过度占用认知资源的情况下吸引注意。[Liu 等\(2024\)](#)发现，自然声音可诱发与恢复性体验相关的脑电变化，如 α 活动和事件相关电位指标变化，提示其可能通过降低紧张唤醒、促进放松性脑电节律和改善注意资源分配参与心理恢复。但脑电指标与主观恢复体验并不总是一致，仍需多模态神经生理指标验证。

心理层面，自然嗅觉和听觉可能通过情绪调节、注意转移、环境安全感和自然联结感发挥作用。根据情绪调节理论，个体可通过选择或改变情境、部署注意和调节反应来影响自身情绪([Gross, 1998](#))。自然气味和声音可作为情境调节资源，改变环境氛围，使注意从压力源转向温和、熟悉或愉悦的自然线索。[Smalley 等\(2023\)](#)关于虚拟自然内容的研究显示，自然声音不仅提升平静感和恢复感，也会通过唤起记忆影响情绪反应，说明其效果还受个人经验和记忆解释调节。

生理层面，自然嗅觉和听觉可能通过自主神经系统、心率变异性、皮质醇和皮肤电等指标反映压力恢复。自然声音实验常用心率、血压、皮肤电和心率变异性测量压力恢复，结果总体提示自然声音可能降低生理唤醒([Alvarsson et al., 2010](#); [Zhu et al., 2024](#))。植物气味研究则常观察到副交感神经活动增强、前额叶活动降低或舒适感提升([Igarashi et al., 2014a](#); [Ikei et al., 2015](#))。这些路径可能共同构成“感官刺激 - 情绪评价 - 生理恢复”的过程。

3.4. 个体差异与情境因素

自然嗅觉和自然听觉的心理健康效应具有个体差异和情境依赖性。气味偏好和声音偏好会影响自然刺激评价：同一种植物气味可能被感知为清新、自然和放松，也可能被感知为浓烈或不适；同一种鸟鸣也会因熟悉性、音高、节律和语义联想不同而产生不同恢复潜力([Ratcliffe et al., 2016](#))。因此，不能假定所有自然嗅觉和听觉刺激都具有一致效益。

个体的自然联结感、生活经历和文化背景也会影响自然感官刺激的意义建构。自然声音和气味常携带场所记忆，如家乡、花园、森林旅行、雨后道路或海边景观。[Smalley 等\(2023\)](#)发现，观看虚拟自然内容时，被唤起的积极记忆显著调节恢复和情绪反应，甚至比声学条件更能预测结果。[Ratcliffe 等\(2016\)](#)也发现，恢复性较高的鸟声常与绿色空间、春夏、白天和积极活动相联系，恢复性较低的鸟声则可能引发陌生或消极联想。

年龄、心理健康状态和环境情境同样会影响干预效果。高压力、焦虑或睡眠不佳者可能更需要低负荷、可预测和安全感较强的自然刺激；对声音或气味敏感者，则可能对强声压、高复杂度鸟鸣或浓烈植物气味不适。实验室和真实自然环境分别对应不同研究情境：前者更利于控制刺激强度、浓度和暴露时间，后者更能体现日常生活中的复合感官经验。[Kong 和 Han \(2024\)](#)也提示，声景效应需要结合研究质量、偏倚风险和情境差异进行解释。

4. 非视觉自然接触与身心疗法的整合应用

4.1. 自然嗅觉与芳香疗法的关联

自然嗅觉与芳香疗法的整合，关键不在重复证明“气味可以放松”，而在于明确自然来源气味如何被转化为可控制、可复制的干预要素。芳香疗法以植物精油、扩香、按摩或吸入为常见形式，强调气味经嗅觉系统影响情绪、记忆和自主神经活动([Lee et al., 2012](#); [Sánchez-Vidaña et al., 2017](#))。自然嗅觉研究可进一步补充其环境心理学基础：植物挥发物、花香和森林气味不仅是化学刺激，也是与自然场景、安全感和恢复性经验相连的情境线索。因此，未来转化应用可从气味来源、浓度、暴露时长、个体偏好和场景匹配等方面建立规范，使精油干预、森林浴和室内自然气味设计之间形成可比较的证据链。

4.2. 自然听觉与音乐疗法、声音疗法的关联

自然听觉与音乐疗法、声音疗法的整合，应侧重分析声音如何作为治疗媒介发挥作用。音乐疗法通常借助节律、旋律、情绪诱导、注意转移、身体唤醒调节和治疗关系改善压力、焦虑与抑郁(Aalbers et al., 2017; de Witte et al., 2020)；自然声景虽不一定具有完整旋律结构，却同样可通过稳定节律、低威胁声学特征和积极场所联想促进放松。其转化路径包括：将鸟鸣、流水声、雨声等作为放松训练或正念练习的背景刺激；在咨询中用于注意转移、意象引导和情绪稳定；与音乐元素混合形成自然声音干预。此类应用需要明确干预目标，是降低生理唤醒、改善情绪，还是辅助注意恢复，避免把自然声音仅作为“舒缓背景音”笼统使用。

4.3. 真实自然刺激与数字模拟自然刺激的比较

真实自然刺激与数字模拟自然刺激可视为从高生态效度到高可控性的连续谱。真实自然环境能提供一致的多感官线索和身体在场感，但受季节、地点、天气和可及性影响；录音自然声、VR/AR 自然和数字香气则便于控制刺激强度、时长和呈现顺序，适合医院、咨询室、实验室和居家场景。VR 森林结合自然声音的研究发现，虚拟自然声可参与压力恢复(Annerstedt et al., 2013)；多感官虚拟绿地实验也显示，嗅觉和听觉线索会影响生理压力反应(Hedblom et al., 2019)。因此，数字化模拟的价值主要在于把真实自然中的关键听觉、嗅觉线索转化为可标准化的干预材料，而不是完全替代真实自然经验。

4.4. 多感官整合干预的应用场景

多感官整合干预的应用应围绕“场景 - 目标 - 刺激 - 评估”建立转化路径。校园场景可面向考试压力和注意疲劳，采用低强度自然声景与清淡植物气味；职场可设计短时自然声音放松训练；医院和康复空间可将自然声音、植物气味与照明、景观窗或 VR 自然场景结合，用于缓解焦虑和疼痛相关压力；心理咨询室可将自然声用于放松训练、正念练习和意象引导；睡眠干预可把低强度流水声、雨声或风声与呼吸训练配合。森林相关视觉和嗅觉联合刺激研究显示，多通道自然刺激可能产生叠加放松效应(Song et al., 2019)，但实践中仍应根据使用者偏好、敏感性和干预目标选择刺激组合。

5. 研究不足与未来展望

总体来看，非视觉自然接触研究虽有理论价值和应用潜力，但现有证据仍呈现分散化和边界不清的问题。相关研究常分别散落在自然接触、芳香疗法、声景、森林浴和虚拟自然等领域，导致“真实自然暴露”“基于自然元素的干预”和“数字化自然模拟”之间缺少清晰区分，也缺少统一解释框架(Ratcliffe, 2021; Franco et al., 2017)。自然气味研究尤其多集中于植物精油、森林挥发物或单一气味刺激，对真实自然环境中的复合气味、气味强度、熟悉度和情境意义讨论不足。

在研究设计上，样本量偏小、短时暴露较多、随机对照和纵向追踪不足，是自然嗅觉和自然听觉研究的共同限制。植物气味研究常存在气味浓度、暴露时长和个体偏好控制不足的问题；自然声音研究虽然已有系统综述和荟萃分析支持其对情绪、生理反应和恢复体验的积极影响，但纳入研究有限，声音类型、暴露条件和结局指标差异较大，结论仍需谨慎解释(Zhu et al., 2024)。声景实验综述也指出，已有研究存在偏倚风险，未来应提高实验质量，并加强心理指标与生理指标的对应分析(Kong & Han, 2024)。

在刺激材料和报告规范上，自然声音与自然气味仍缺乏充分标准化。鸟鸣、流水、风声、雨声、花香、树木气味等刺激在声压级、频率结构、持续时间、化学成分、浓度和呈现方式上差异较大，若缺少报告规范，研究之间难以比较。声景领域已有 ISO 12913 系列标准可为声音刺激的数据收集和报告提供参照(International Organization for Standardization, 2018)，但自然嗅觉仍需建立类似材料库和报告规范，包括

气味来源、挥发性成分、浓度、呈现方式、主观熟悉度和愉悦度等。

真实自然与数字模拟自然刺激之间仍缺少直接比较。VR 自然、录音自然声和数字香气具有可控性强、便于在医院、咨询室和居家使用等优势，但生态效度、沉浸感和长期效果尚未明确。虚拟自然综述表明，VR 自然可能改善部分心理健康指标，但不同研究结果并不一致，真实自然收益能否被虚拟自然充分替代仍有待验证(Frost et al., 2022)。未来可直接比较真实森林、VR 森林、自然录音、精油气味和复合多感官模拟，明确不同层次自然接触的适用边界。

未来研究可从五方面推进。第一，建立多感官整合实验范式，将自然声音、自然气味、视觉自然和身体活动纳入同一设计，比较单通道与复合刺激的独立效应、叠加效应和交互效应。第二，完善神经-心理-生理机制模型，把边缘系统、情绪记忆、自主神经活动、心率变异性、皮质醇、注意恢复和自然联结感纳入同一框架。第三，发展个体化干预方案，考虑年龄、文化经验、气味偏好、声音敏感性、心理健康状态和自然经验差异。第四，推动非视觉自然接触与芳香疗法、音乐疗法、声音疗法和数字自然疗法融合，形成可操作的场景化干预路径。第五，开展长期随访和真实场景研究，检验短时实验效应能否转化为稳定的心理健康收益。总体而言，非视觉自然接触有望成为自然心理健康研究和身心干预实践的重要补充，但其发展需要更清晰的概念边界、更高质量的实证证据和更可复制的转化方案。

参考文献

- 冷红, 闫天娇, 袁青(2022). 蓝绿空间的心理健康效应研究进展与启示. *国际城市规划*, 37(2), 34-43, 52.
- 刘昱齐, 刘晶岚, 樊晓丽, 胡宜深, 郭鸿筱, 薛凡(2024). 鸟鸣多样性感知与声景感知恢复性: 鸟鸣音频和科普的干预. *生物多样性*, 32(1), 64-74.
- 马睿, 张敏(2024). 居民绿色空间接触对心理健康影响的动态地理情境: 研究进展与分析框架. *地理研究*, 43(6), 1522-1538.
- 彭红松, 李畅, 钟士恩, 章锦河(2023). 人与自然的关系研究: 接触、联结及益处. *地理研究*, 42(4), 1101-1116.
- 邹宁, 许晓青(2026). 鸟鸣声丰富度对心理恢复效应的量化研究——基于脑电与主观评估的实证. *风景园林*, 33(6), 39-48.
- Alvarsson, J. J., Wiens, S., & Nilsson, M. E. (2010). Stress Recovery during Exposure to Nature Sound and Environmental Noise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7, 1036-1046. <https://doi.org/10.3390/ijerph7031036>
- Annerstedt, M., Jönsson, P., Wallergård, M., Johansson, G., Karlson, B., Grahn, P. et al. (2013). Inducing Physiological Stress Recovery with Sounds of Nature in a Virtual Reality Forest—Results from a Pilot Study. *Physiology & Behavior*, 118, 240-250. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.05.023>
- de Witte, M., Spruit, A., van Hooren, S., Moonen, X., & Stams, G. (2020). Effects of Music Interventions on Stress-Related Outcomes: A Systematic Review and Two Meta-Analyses. *Health Psychology Review*, 14, 294-324. <https://doi.org/10.1080/17437199.2019.1627897>
- Ernst, M. O., & Bühlhoff, H. H. (2004). Merging the Senses into a Robust Percept. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 162-169. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.02.002>
- Franco, L. S., Shanahan, D. F., & Fuller, R. A. (2017). A Review of the Benefits of Nature Experiences: More than Meets the Eye. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14, Article 864. <https://doi.org/10.3390/ijerph14080864>
- Frost, S., Kannis-Dyand, L., Schaffer, V., Millea, P., Allen, A., Stallman, H. et al. (2022). Virtual Immersion in Nature and Psychological Well-Being: A Systematic Literature Review. *Journal of Environmental Psychology*, 80, Article ID: 101765. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101765>
- Gross, J. J. (1998). The Emerging Field of Emotion Regulation: An Integrative Review. *Review of General Psychology*, 2, 271-299. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.3.271>
- Hedblom, M., Gunnarsson, B., Iravani, B., Knez, I., Schaefer, M., Thorsson, P. et al. (2019). Reduction of Physiological Stress by Urban Green Space in a Multisensory Virtual Experiment. *Scientific Reports*, 9, Article No. 10113. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46099-7>
- Herz, R. S., & Engen, T. (1996). Odor Memory: Review and Analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3, 300-313.

- <https://doi.org/10.3758/bf03210754>
- Igarashi, M., Ikei, H., Song, C., & Miyazaki, Y. (2014b). Effects of Olfactory Stimulation with Rose and Orange Oil on Prefrontal Cortex Activity. *Complementary Therapies in Medicine*, 22, 1027-1031. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2014.09.003>
- Igarashi, M., Song, C., Ikei, H., Ohira, T., & Miyazaki, Y. (2014a). Effect of Olfactory Stimulation by Fresh Rose Flowers on Autonomic Nervous Activity. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 20, 727-731. <https://doi.org/10.1089/acm.2014.0029>
- Ikei, H., Song, C., & Miyazaki, Y. (2015). Physiological Effect of Olfactory Stimulation by Hinoki Cypress (*Chamaecyparis obtusa*) Leaf Oil. *Journal of Physiological Anthropology*, 34, Article No. 44. <https://doi.org/10.1186/s40101-015-0082-2>
- International Organization for Standardization (2014). *ISO 12913-1:2014 Acoustics-Soundscape-Part 1: Definition and Conceptual Framework*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/52161.html>
- International Organization for Standardization (2018). *ISO/TS 12913-2:2018 Acoustics-Soundscape-Part 2: Data Collection and Reporting Requirements*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/75267.html>
- Kaplan, S. (1995). The Restorative Benefits of Nature: Toward an Integrative Framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15, 169-182. [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)
- Keniger, L., Gaston, K., Irvine, K., & Fuller, R. (2013). What Are the Benefits of Interacting with Nature? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10, 913-935. <https://doi.org/10.3390/ijerph10030913>
- Kong, P., & Han, K. (2024). Psychological and Physiological Effects of Soundscapes: A Systematic Review of 25 Experiments in the English and Chinese Literature. *Science of the Total Environment*, 929, Article ID: 172197. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172197>
- Lee, M. S., Choi, J., Posadzki, P., & Ernst, E. (2012). Aromatherapy for Health Care: An Overview of Systematic Reviews. *Maturitas*, 71, 257-260. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2011.12.018>
- Li, Q., Kobayashi, M., Wakayama, Y., Inagaki, H., Katsumata, M., Hirata, Y. et al. (2009). Effect of Phytoncide from Trees on Human Natural Killer Cell Function. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*, 22, 951-959. <https://doi.org/10.1177/039463200902200410>
- Liu, C., Jing, X., Shi, J., Li, J., Zhang, Y., & Gao, W. (2024). Effects of Natural Sound on Human Stress Recovery Based on EEG Techniques. *Journal of Environmental Psychology*, 97, Article ID: 102365. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2024.102365>
- Ratcliffe, E. (2021). Sound and Soundscape in Restorative Natural Environments: A Narrative Literature Review. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 570563. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.570563>
- Ratcliffe, E., Gatersleben, B., & Sowden, P. T. (2013). Bird Sounds and Their Contributions to Perceived Attention Restoration and Stress Recovery. *Journal of Environmental Psychology*, 36, 221-228. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.08.004>
- Ratcliffe, E., Gatersleben, B., & Sowden, P. T. (2016). Associations with Bird Sounds: How Do They Relate to Perceived Restorative Potential? *Journal of Environmental Psychology*, 47, 136-144. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2016.05.009>
- Sánchez-Vidaña, D. I., Ngai, S. P., He, W., Chow, J. K., Lau, B. W., & Tsang, H. W. (2017). The Effectiveness of Aromatherapy for Depressive Symptoms: A Systematic Review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017, Article ID: 5869315. <https://doi.org/10.1155/2017/5869315>
- Smalley, A. J., White, M. P., Sandiford, R., Desai, N., Watson, C., Smalley, N. et al. (2023). Soundscapes, Music, and Memories: Exploring the Factors That Influence Emotional Responses to Virtual Nature Content. *Journal of Environmental Psychology*, 89, Article ID: 102060. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.102060>
- Song, C., Ikei, H., & Miyazaki, Y. (2019). Physiological Effects of Forest-Related Visual, Olfactory, and Combined Stimuli on Humans: An Additive Combined Effect. *Urban Forestry & Urban Greening*, 44, Article ID: 126437. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126437>
- Sowndhararajan, K., & Kim, S. (2016). Influence of Fragrances on Human Psychophysiological Activity: With Special Reference to Human Electroencephalographic Response. *Scientia Pharmaceutica*, 84, 724-751. <https://doi.org/10.3390/scipharm84040724>
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress Recovery during Exposure to Natural and Urban Environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11, 201-230. [https://doi.org/10.1016/s0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/s0272-4944(05)80184-7)
- Zhu, R., Yuan, L., Pan, Y., Wang, Y., Xiu, D., & Liu, W. (2024). Effects of Natural Sound Exposure on Health Recovery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Science of the Total Environment*, 921, Article ID: 171052. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171052>
- Aalbers, S., Fusar-Poli, L., Freeman, R. E., Spreen, M., Ket, J. C., Vink, A. C. et al. (2017). Music Therapy for Depression. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, No. 11, CD004517. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd004517.pub3>