

失眠障碍患者脑网络机制研究进展

韩颖¹, 吕东升^{2*}

¹内蒙古医科大学精神卫生学院, 内蒙古 呼和浩特

²内蒙古自治区精神卫生中心, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2024年12月9日; 录用日期: 2025年1月3日; 发布日期: 2025年1月15日

摘要

失眠障碍是一种严重影响身心健康的常见慢性疾病, 主要症状包括入睡困难、睡眠维持困难和早醒等。目前磁共振成像在失眠障碍中广泛应用。故本综述旨在通过整合现有已发表的研究报道, 阐明失眠障碍患者脑网络功能的异常, 以及未来研究应进一步探索脑网络异常与失眠障碍的关系, 为深入理解失眠障碍的发病机制以及开发新的治疗策略提供理论依据。

关键词

失眠障碍, 脑网络, 磁共振成像

Advances in the Study of Brain Network Mechanisms in Patients with Insomnia Disorder

Ying Han¹, Dongsheng Lyu^{2*}

¹School of Mental Health, Inner Mongolia Medical University, Hohhot Inner Mongolia

²Inner Mongolia Autonomous Region Mental Health Center, Hohhot Inner Mongolia

Received: Dec. 9th, 2024; accepted: Jan. 3rd, 2025; published: Jan. 15th, 2025

Abstract

Insomnia disorder is a common chronic disease that severely affects physical and mental health, with main symptoms including difficulty falling asleep, difficulty maintaining sleep, and early awakening. Magnetic resonance imaging is widely used in the study of insomnia disorder. Therefore, this review aims to integrate existing published research reports to clarify the abnormalities in brain

*通讯作者。

文章引用: 韩颖, 吕东升. 失眠障碍患者脑网络机制研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(1): 408-414.

DOI: 10.12677/acm.2025.151057

network function in patients with insomnia disorder, and future studies should further explore the relationship between brain network abnormalities and insomnia disorder, providing a theoretical basis for a deeper understanding of the pathogenesis of insomnia disorder and the development of new therapeutic strategies.

Keywords

Insomnia Disorder, Brain Network, Magnetic Resonance Imaging

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

失眠障碍(insomnia disorder, ID)主要表现为尽管有合适的睡眠环境和睡眠机会,依然对睡眠时间和(或)睡眠质量感到不满意,并且影响日间功能引起躯体不适的一种主观体验。主要症状表现为入睡困难、睡眠维持障碍及早醒,并伴有日间功能障碍(如疲劳、情绪低落、认知损害)或日间的痛苦体验[1]。在全球范围内,约有 10%~15%的成年人符合 ID 的诊断标准[2]。同时, ID 也与高血压、糖尿病、脑卒中等慢性疾病的发生有密切的相关性[3]。患者长期失眠会导致认知功能受到一定的损伤[4],从而造成多种对自身及社会的负面影响,包括学习及工作效率的下降、发生交通事故的风险也随之增加[5]-[7]。失眠障碍是一种常见的睡眠障碍,严重影响患者的生活质量。近年来,随着神经影像学技术的发展,研究者们开始从脑网络的角度探索失眠障碍的神经机制。研究方法主要包括静息态功能磁共振成像(rs-fMRI)技术、脑电图(EEG)、脑磁图(MEG)等,本文综述了目前失眠障碍患者脑网络机制的最新研究进展,主要通过静息态功能磁共振成像(rs-fMRI)技术在失眠障碍研究中的应用阐述。

2. Rs-fMRI 概述

Rs-fMRI 具有其他研究所没有的优势,比如操作简单、可重复性高等,是目前临床各种研究所采取的主要研究手段之一[8]。rs-fMRI 的主要研究方法包括 2 种,分别是区域研究方法和整合研究方法[9]。区域研究方法的常用指标包括低频振荡振幅(amplitude of low frequency fluctuation, ALFF)和局部一致性(regional homogeneity, ReHo),其中 ALFF 是用以反映局部血氧水平(BOLD)信号的一种测量方法,能测量特定频率范围(例如 0.01~0.10 Hz)内给定时间过程的总功率,可以用来检测脑区 BOLD 信号中自发波动区域的强度[10] [11]。ReHo 则是分析局部脑区间功能的一致性的测量方法,可以用来衡量大脑区域某一体素和与其邻近体素之间的活动协调性。整合研究方法包括基于种子点的相关性分析(seed-based analysis, SCA)和独立成分分析(independent component analysis, ICA),其中 SCA 是通过选择一个感兴趣区域作为种子点,去分析该区域与全脑其他区域功能连接(Functional connectivity, FC)的变化,FC 分析代表了大脑区域的离散或连续时间序列之间的时间相关性,它可以识别活动同步的大脑区域[12]-[14]; FC 是 rs-fMRI 中常用来反映不同脑区间相关性强弱的一个指标。ICA 可以用于分析不同脑网络之间的活动情况。此外,体素-镜像同伦连接(voxel-mirrored homotopic connectivity, VMHC)技术这种分析方法已被广泛应用于多种精神、神经疾病的研究中,如抑郁症、帕金森病、脑卒中等。

3. 失眠障碍主要脑网络和脑连接的异常

与 ID 相关的脑网络主要包括默认网络(default mode network, DMN)、前额叶-顶叶网络(frontoparietal

network, FPN)、突显网络(salience network, SN)、背侧注意网络(dorsal attention network, DAN)等, 这些网络在大脑功能中扮演着重要角色, 这些脑网络之间的相互作用和协调对大脑功能和行为表现也有着深远的影响。其中 DMN 被认为是任务负激活网络[15], FPN、DAN 则被称为任务正激活网络, 二者之间的功能平衡与大脑认知功能表现存在密切联系。正是脑网络之间的相互作用和协调通过促进信息的有效传递和整合, 支持了大脑的复杂功能和行为表现。研究发现, 与健康对照组相比, 失眠障碍患者脑网络功能连接出现异常。

3.1. 默认网络(Default Mode Network, DMN)

DMN 一直是许多临床研究的重点, 神经影像学研究表明, 当一个人处于休息状态时, 多个相互连接的大脑区域被激活, 相反, 在执行任务集中注意力期间, 这些区域的活动减少[16], 这些区域融合形成 4 个功能枢纽: 内侧前额叶皮层(mPFC)、后扣带皮层(PCC)、楔前回和角回, 统称为默认网络[17]。失眠障碍患者在 DMN 中的功能连接异常主要表现为功能连接的减弱和增强。具体来说, 一些研究发现失眠障碍患者的 DMN 内部以及 DMN 与其他脑网络之间的功能连接存在显著变化。失眠障碍患者在 DMN 与其他脑区之间的功能连接存在异常。例如, 一项研究发现, 与健康对照组相比, 失眠障碍患者在左侧内侧额上回与左侧中央前回、左侧内侧额上回与前扣带回、右侧内侧额上回与左侧中央前回之间的功能连接显著增加[18]。研究表明, 失眠患者在入睡前的 DMN 功能连接与随后的睡眠质量密切相关, 具体来说, DMN 与大脑皮层其他区域之间的功能连接越强, 往往与较差的睡眠质量相关, 例如觉醒时间增加和 N1 阶段时间延长[19]。进一步的研究指出, DMN 的功能连接不仅与失眠障碍症状相关, 还可能影响到睡眠的各个阶段, 如快速眼动(REM)睡眠时间和总睡眠时间(TST)等。此外, 一些研究还发现, 失眠障碍患者 DMN 与其他脑网络之间的功能连接增强。例如, 一项研究发现, 失眠障碍患者左内侧额上回与左中央前回及前扣带回的功能连接增强[20]。另一项研究则发现, 失眠障碍患者 DMN 与视觉空间注意网络间的功能连接增强[18]。这种增强的功能连接与失眠障碍患者在睡前过度的反刍思维有关, 而反刍思维与 DMN 的活动增加相关, 可见 DMN 功能连接的增强与反刍思维睡前过度活跃相关。此外, 在阿尔兹海默病患者中, 失眠障碍症状导致默认网络和中央执行网络之间的连接性降低, 这与简易精神状态检查表(Minimum Mental State Examination, MMSE)评分降低相关。这表明失眠障碍症状通过影响这些脑网络的功能连接性来影响认知功能[21]。总之, 失眠与大脑的 DMN 功能障碍密切相关。未来的研究可以进一步探索 DMN 在不同失眠亚型中的表现, 并基于此构建更为精细的失眠分类。

3.2. 前额叶 - 顶叶网络(Frontoparietal Network, FPN)

FPN 是大脑中一个重要的认知控制网络, 主要包括眶额皮层(OFC)、内侧前额叶皮层(mPFC)、背外侧前额叶皮层(DLPFC)以及顶叶的内侧和外侧区域, 涉及注意力、工作记忆、决策制定等多种高级认知功能。在失眠障碍的研究中, 额顶网络的功能连接异常被认为与失眠障碍症状的严重程度有关。研究表明, 前额叶和顶叶区域与复杂的认知功能密切相关, 这些区域在清醒状态下的功能网络中表现出显著的低频波动(fALFF)变化。例如, 一项研究发现, 在睡眠剥夺后, FPN 的关键区域的 fALFF 值显著下降, 这与心理运动警觉任务(PVT)的表现呈负相关[22]。在慢性失眠障碍患者中, 前额叶皮层的功能网络模式发生了显著变化。例如, 一项使用功能性近红外光谱(fNIRS)的研究发现, 失眠患者在执行语言流畅性测试(VFT)任务时, 前额叶皮层(PFC)的激活显著低于健康对照组, 但药物治疗后 PFC 的激活有所增强。FPN 作为执行控制网络的直接对应网络, 在认知功能和情绪处理中起着关键作用, 多数失眠障碍患者存在认知功能障碍及情绪异常[23]。研究发现, 偏头痛无先兆患者中的 FPN 功能异常与注意力、焦虑、抑郁和睡眠状况密切相关[24]。这进一步支持了 FPN 功能异常对认知功能和情绪处理的影响。但相关研究较少, 还

需要进一步深入探索。此外, 还有研究表明, 失眠障碍患者在前额叶区域的 fALFF 值增加, 这也与注意力和认知功能的下降有关[25]。总之, 失眠障碍患者在 FPN 中的 fALFF 变化与注意力、记忆力和情绪调节等多个认知任务表现相关。FPN 在失眠的发生和发展中扮演着重要角色。前额叶区域的功能障碍, 可能是导致失眠障碍的关键神经生物学机制, 未来研究可进一步探索 FPN 功能异常与失眠障碍症状之间更明确的关系, 并为开发新的治疗策略提供理论基础。

3.3. 突显网络(Salience Network, SN)

SN 是大脑中负责处理情绪和注意力的网络, 其功能失调可能与失眠患者的过度警觉状态有关。SN 与注意力和外部刺激的处理有关, 通常在执行任务时活跃[26]。研究发现失眠障碍患者 SN 的 FC 增加[27], 这与失眠障碍患者的过度觉醒状态和情感症状有关[28]。这种 FC 的增强可能与神经退行性疾病和其他精神疾病之间存在共同的病理机制, SN 也被认为是这些疾病的共同途径[29]。另外, 有研究发现, 在患有重度抑郁障碍的失眠患者中, 右下额叶皮层/前岛叶区域的 fALFF 增加, 这也与失眠障碍的过度觉醒状态有关[30], 这表明 SN 在失眠障碍与抑郁障碍之间的相互作用中可能扮演重要角色。SN 也是 DMN 和 CCN 之间的动态“开关”, 根据显著性和认知需求进行切换[31], 在 SN 过度活跃的情况下, 与抑郁、失眠等疾病相关[32]。此外, 失眠障碍患者 SN 内部之间的 FC 增强, 这种增强的 FC 反映了失眠 Z 障碍患者在整体脑 FC 水平上的“过度觉醒”状态, 即大脑在休息状态下仍处于高度活跃状态, 这与失眠的过度觉醒理论相符[33]。SN 还与失眠障碍患者的其他心理和行为特征有关, 如焦虑、担忧和反刍思维等。这些心理过程可以通过增强 DMN 的功能连接性, 进一步加剧失眠障碍症状[34]。总之, 失眠障碍 SN 的最新研究进展主要集中在通过 rs-fMRI 技术揭示失眠障碍患者在休息状态下脑网络 FC 的异常, 特别是 SN 的功能异常与失眠障碍症状之间的关系。接下来可进一步探索失眠障碍患者睡眠状态下 SN 内部的 FC 变化, 深入了解失眠障碍发病的神经脑网络机制, 目前关于 SN 的研究较少。SN 主要涉及情绪调节和注意力分配, 与失眠障碍的关系可能不如 DMN 直接, 因此, 未来的研究需要更多地关注如何通过调节 SN 来改善失眠。

3.4. 背侧注意网络(Dorsal Attention Network, DAN)

DAN 是大脑中负责目标导向注意力处理的重要网络, 涉及多个皮层区域, 如额叶眼区(frontal eye fields)、内侧顶叶裂(intraparietal sulcus)、上顶叶小叶(superior parietal lobule)和视觉皮层(Visual cortex)等[35]。研究指出, 睡眠质量差的个体在视觉注意力搜索任务中更多依赖于 DAN, 这表明失眠障碍患者中 DAN 在处理注意力任务时扮演更重要的角色[36]。DAN 与 DMN 之间存在一种内在的反相关关系, 即当 DMN 活跃时, DAN 通常处于较低的活动状态, 反之亦然[37], 在健康成人中, 这种反相关性被认为是内部和外部思维功能分离的体现[38], 目前大多数研究聚焦于 DAN 与 DMN 之间。如果 DAN 在夜间保持高水平的激活, 可能会干扰正常的睡眠周期, 因为 DAN 的激活通常与外部注意力和警觉性增加相关, 这可能不利于睡眠的开始和维持[39]。DAN 在失眠障碍患者中的具体功能状态表现为: 1) DAN 与 DMN 之间的反相关性发生变化, 尤其是在睡眠质量差的情况下[40]; 2) 失眠可能导致 DAN 在处理特定认知任务(如视觉注意和搜索)时的依赖性增加[36]。此外, 睡眠剥夺会增加 DAN 与 DMN 之间的功能连接, 这导致青少年工作记忆性能下降[40]。另有研究表明, DAN 与 DMN 之间的 FC 在年轻女性中与主观睡眠持续时间和抑郁情绪之间存在中介作用[41], 进一步强调了 DAN 在调节睡眠和情绪状态中的作用。总之, 虽然直接关于 DAN 在失眠障碍中的研究不多, 但通过理解 DAN 与 DMN 的反相关性以及它们如何影响认知和情绪过程, 可以推测 DAN 的功能状态可能间接影响失眠障碍的发生和发展。未来的研究需要更直接地探索 DAN 在失眠中的具体作用及其机制。

4. 小结与展望

综上所述,失眠障碍患者的大脑功能连接和网络活动异常涉及多个脑区和网络,在 DMN、FPN、SN, DAN 的 FC 上均存在显著异常,多数研究表明,1) 失眠障碍患者 DMN 内部功能连接增强,与其他网络间连接也大多增强,但仍有相关研究表示表现为功能连接的减弱;2) FPN 在大部分研究中表现为激活减弱,与共焦虑等情绪相关;3) SN 在失眠障碍患者中主要表现为功能过度活跃,这可能与过度觉醒状态相关,需进一步研究探索;4) DAN 主要与 DMN 存在反相关关系,在失眠障碍患者中活动度较低,需进一步探索 DAN 在失眠障碍中更具体的发病机制。总之,失眠障碍患者的神经网络异常与失眠障碍症状及其严重程度显著相关,同时也对失眠障碍的治疗提供了更多的思路。深入研究这些功能连接和网络活动的异常,有助于理解失眠的神经机制。但由于大多数研究都是在清醒状态下进行的,未来的研究可以通过研究睡眠阶段的脑网络异常变化来阐述失眠障碍的神经影像学机制,并基于此构建更为精细的失眠分类。这些神经网络异常与失眠障碍症状之间的具体关系可以用以指导失眠障碍的精准治疗和干预策略。

参考文献

- [1] 王玉平. 中国成人失眠诊断与治疗指南(2023 版) [J]. 中华神经科杂志, 2024, 57(6): 560-584.
- [2] Rosenberg, R.P. (2021) Prevalence, Impact, and Burden of Insomnia and Discussing It with Patients. *The Journal of Clinical Psychiatry*, **82**, EI20008BR1C. <https://doi.org/10.4088/jcp.ei20008br1c>
- [3] Khan, M.S. and Aouad, R. (2022) The Effects of Insomnia and Sleep Loss on Cardiovascular Disease. *Sleep Medicine Clinics*, **17**, 193-203. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2022.02.008>
- [4] Olaithe, M., Ree, M., McArdle, N., Donaldson, S., Pushpanathan, M., Eastwood, P.R., *et al.* (2021) Cognitive Dysfunction in Insomnia Phenotypes: Further Evidence for Different Disorders. *Frontiers in Psychiatry*, **12**, Article 688672. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.688672>
- [5] Kjørstad, K., Sivertsen, B., Vedaa, Ø., Langsrud, K., Faaland, P.M., Vetthe, D., *et al.* (2020) The Effect of Reducing Insomnia Severity on Work and Activity-Related Impairment. *Behavioral Sleep Medicine*, **19**, 505-515. <https://doi.org/10.1080/15402002.2020.1799792>
- [6] Brossit, R.M., Crain, T.L., Leslie, J.J., Hammer, L.B., Truxillo, D.M. and Bodner, T.E. (2019) The Effects of Sleep on Workplace Cognitive Failure and Safety. *Journal of Occupational Health Psychology*, **24**, 411-422. <https://doi.org/10.1037/ocp0000139>
- [7] Morin, C.M., Altena, E., Ivers, H., Mérette, C., LeBlanc, M., Savard, J., *et al.* (2020) Insomnia, Hypnotic Use, and Road Collisions: A Population-Based, 5-Year Cohort Study. *Sleep*, **43**, zsaa032. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsaa032>
- [8] Raimondo, L., Oliveira, Í.A.F., Heij, J., Priovoulos, N., Kundu, P., Leoni, R.F., *et al.* (2021) Advances in Resting State fMRI Acquisitions for Functional Connectomics. *NeuroImage*, **243**, Article 118503. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118503>
- [9] 左美美, 韩彦青. 静息态功能磁共振不同分析方法在血管性认知障碍中的应用[J]. 世界最新医学信息文摘, 2018, 18(34): 110-114.
- [10] Zuo, X., Di Martino, A., Kelly, C., Shehzad, Z.E., Gee, D.G., Klein, D.F., *et al.* (2010) The Oscillating Brain: Complex and Reliable. *NeuroImage*, **49**, 1432-1445. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.09.037>
- [11] Yuan, L., Wang, J., Zhao, N., Li, Y., Ma, Y., Liu, D., *et al.* (2018) Intra and Inter-Scanner Reliability of Scaled Subprofile Model of Principal Component Analysis on ALFF in Resting-State fMRI under Eyes Open and Closed Conditions. *Frontiers in Neuroscience*, **12**, Article 311. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00311>
- [12] Riedl, V., Bienkowska, K., Strobel, C., Tahmasian, M., Grimmer, T., Förster, S., *et al.* (2014) Local Activity Determines Functional Connectivity in the Resting Human Brain: A Simultaneous FDG-PET/fMRI Study. *The Journal of Neuroscience*, **34**, 6260-6266. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.0492-14.2014>
- [13] Fu, X., Li, H., Yan, M., Chen, J., Liu, F., Zhao, J., *et al.* (2021) Shared and Distinct Fractional Amplitude of Low-Frequency Fluctuation Patterns in Major Depressive Disorders with and without Gastrointestinal Symptoms. *Frontiers in Psychiatry*, **12**, Article 744898. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.744898>
- [14] He, J., Jia, B., Wang, Y., Li, S., Zhao, B., Zhou, Z., *et al.* (2022) Transcutaneous Auricular Vagus Nerve Stimulation Modulates the Prefrontal Cortex in Chronic Insomnia Patients: fMRI Study in the First Session. *Frontiers in Neurology*, **13**, Article 827749. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.827749>

- [15] Tripathi, V. and Garg, R. (2022) Weak Task Synchronization of Default Mode Network in Task Based Paradigms. *NeuroImage*, **251**, Article 118940. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2022.118940>
- [16] Raichle, M.E. (2015) The Brain's Default Mode Network. *Annual Review of Neuroscience*, **38**, 433-447. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071013-014030>
- [17] Andrews-Hanna, J.R., Smallwood, J. and Spreng, R.N. (2014) The Default Network and Self-Generated Thought: Component Processes, Dynamic Control, and Clinical Relevance. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **1316**, 29-52. <https://doi.org/10.1111/nyas.12360>
- [18] Xia, G., Hu, Y., Chai, F., Wang, Y. and Liu, X. (2022) Abnormalities of the Default Mode Network Functional Connectivity in Patients with Insomnia Disorder. *Contrast Media & Molecular Imaging*, **2022**, Article 9197858. <https://doi.org/10.1155/2022/9197858>
- [19] Killgore, W.D.S., Jankowski, S., Henderson-Arredondo, K., Lucas, D.A., Patel, S.I., Hildebrand, L.L., et al. (2023) Functional Connectivity of the Default Mode Network Predicts Subsequent Polysomnographically Measured Sleep in People with Symptoms of Insomnia. *NeuroReport*, **34**, 734-740. <https://doi.org/10.1097/wnr.0000000000001949>
- [20] 胡永雪, 夏光源, 时靖宇, 等. 失眠症患者静息态功能磁共振脑默认网络功能连接分析[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2021, 30(3): 206-212.
- [21] Elberse, J.D., Saberi, A., Ahmadi, R., Changizi, M., Bi, H., Hoffstaedter, F., et al. (2024) The Interplay between Insomnia Symptoms and Alzheimer's Disease across Three Main Brain Networks. *SLEEP*, **47**, zsae145. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsae145>
- [22] Yao, L., Wang, Y., Gao, Y., Gao, H. and Guo, X. (2023) The Role of the Fronto-Parietal Network in Modulating Sustained Attention under Sleep Deprivation: An Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *Frontiers in Psychiatry*, **14**, Article 1289300. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2023.1289300>
- [23] He, Q., Zheng, H., Zhang, J., Yue, L., Kang, Q., Lian, C., et al. (2024) Association between the Frontoparietal Network, Clinical Symptoms and Treatment Response in Individuals with Untreated Anorexia Nervosa. *General Psychiatry*, **37**, e101389. <https://doi.org/10.1136/gpsych-2023-101389>
- [24] Cui, W., Zhang, S., Xu, F., Li, H., Zhi, H., Wang, Y., et al. (2022) A Resting-State Functional Magnetic Resonance Imaging Study of Abnormal Fronto-parietal Network Function in Migraine without Aura. *Medical Science Monitor*, **28**, e934975. <https://doi.org/10.12659/msm.934975>
- [25] Chen, W., Wang, H., Sun, T., Wu, Q., Han, W., Li, Q., et al. (2022) Dynamic Changes in Fractional Amplitude of Low-Frequency Fluctuations in Patients with Chronic Insomnia. *Frontiers in Neuroscience*, **16**, Article 1050240. <https://doi.org/10.3389/fnins.2022.1050240>
- [26] Dai, C., Zhang, Y., Cai, X., Peng, Z., Zhang, L., Shao, Y., et al. (2020) Effects of Sleep Deprivation on Working Memory: Change in Functional Connectivity between the Dorsal Attention, Default Mode, and Fronto-Parietal Networks. *Frontiers in Human Neuroscience*, **14**, Article 360. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00360>
- [27] Yin, X., Jiang, T., Song, Z., Zhu, L., Wang, G. and Guo, J. (2024) Increased Functional Connectivity within the Salience Network in Patients with Insomnia. *Sleep and Breathing*, **28**, 1261-1271. <https://doi.org/10.1007/s11325-024-03002-7>
- [28] Khazaie, H., Veronese, M., Noori, K., Emamian, F., Zarei, M., Ashkan, K., et al. (2017) Functional Reorganization in Obstructive Sleep Apnoea and Insomnia: A Systematic Review of the Resting-State fMRI. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, **77**, 219-231. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.03.013>
- [29] Sfera, A., Thomas, K.A., Ogunjale, I.A., Jafri, N. and Bota, P.G. (2024) Insomnia in Forensic Detainees: Is Salience Network the Common Pathway for Sleep, Neuropsychiatric, and Neurodegenerative Disorders? *Journal of Clinical Medicine*, **13**, Article 1691. <https://doi.org/10.3390/jcm13061691>
- [30] Liu, C., Guo, J., Lu, S., Tang, L., Fan, J., Wang, C., et al. (2018) Increased Salience Network Activity in Patients with Insomnia Complaints in Major Depressive Disorder. *Frontiers in Psychiatry*, **9**, Article 93. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2018.00093>
- [31] Perlis, M.L., Posner, D., Riemann, D., Bastien, C.H., Teel, J. and Thase, M. (2022) Insomnia. *The Lancet*, **400**, 1047-1060. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(22\)00879-0](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(22)00879-0)
- [32] Schimmelpfennig, J., Topczewski, J., Zajkowski, W. and Jankowiak-Siuda, K. (2023) The Role of the Salience Network in Cognitive and Affective Deficits. *Frontiers in Human Neuroscience*, **17**, Article 1133367. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1133367>
- [33] Li, C., Dong, M., Yin, Y., Hua, K., Fu, S. and Jiang, G. (2017) Abnormal Whole-Brain Functional Connectivity in Patients with Primary Insomnia. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, **13**, 427-435. <https://doi.org/10.2147/ndt.s128811>
- [34] Regen, W., Kyle, S.D., Nissen, C., Feige, B., Baglioni, C., Hennig, J., et al. (2016) Objective Sleep Disturbances Are Associated with Greater Waking Resting-State Connectivity between the Retrosplenial Cortex/Hippocampus and

-
- Various Nodes of the Default Mode Network. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, **41**, 295-303. <https://doi.org/10.1503/jpn.140290>
- [35] Allan, P.G., Briggs, R.G., Conner, A.K., O'Neal, C.M., Bonney, P.A., Maxwell, B.D., *et al.* (2019) Parcellation-Based Tractographic Modeling of the Dorsal Attention Network. *Brain and Behavior*, **9**, e01365. <https://doi.org/10.1002/brb3.1365>
 - [36] Abdolalizadeh, A. and Nabavi, S. (2022) Visual Attention and Poor Sleep Quality. *Frontiers in Neuroscience*, **16**, Article 850372. <https://doi.org/10.3389/fnins.2022.850372>
 - [37] Dixon, M.L., Andrews-Hanna, J.R., Spreng, R.N., Irving, Z.C., Mills, C., Girn, M., *et al.* (2017) Interactions between the Default Network and Dorsal Attention Network Vary across Default Subsystems, Time, and Cognitive States. *NeuroImage*, **147**, 632-649. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.12.073>
 - [38] Owens, M.M., Yuan, D., Hahn, S., Albaugh, M., Allgaier, N., Chaarani, B., *et al.* (2020) Investigation of Psychiatric and Neuropsychological Correlates of Default Mode Network and Dorsal Attention Network Anticorrelation in Children. *Cerebral Cortex*, **30**, 6083-6096. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhaa143>
 - [39] Wang, J., Xu, Y., Deshpande, G., Li, K., Sun, P. and Liang, P. (2021) The Effect of Light Sedation with Midazolam on Functional Connectivity of the Dorsal Attention Network. *Brain Sciences*, **11**, Article 1107. <https://doi.org/10.3390/brainsci11081107>
 - [40] Alsameen, M., DiFrancesco, M.W., Drummond, S.P.A., Franzen, P.L. and Beebe, D.W. (2021) Neuronal Activation and Performance Changes in Working Memory Induced by Chronic Sleep Restriction in Adolescents. *Journal of Sleep Research*, **30**, e13304. <https://doi.org/10.1111/jsr.13304>
 - [41] Xu, Z., Zhao, W., Wang, H., Tian, Y. and Lei, X. (2023) Functional Connectivity between Dorsal Attention and Default Mode Networks Mediates Subjective Sleep Duration and Depression in Young Females. *Journal of Affective Disorders*, **325**, 386-391. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.01.023>