

2型糖尿病患者失眠与OSA的研究进展

郑靖威¹, 周欣雨¹, 李雪萍^{2*}, 宋梅³, 郭剑⁴, 周韵³, 李科², 荣誉²

¹西安医学院研究生院, 陕西 西安

²西安市常见老龄疾病防治重点实验室、慢病防治研究与转化中心、基础与转化医学研究所, 陕西 西安

³西安医学院临床医学院, 陕西 西安

⁴陕西省人民医院内分泌科, 陕西 西安

收稿日期: 2025年2月13日; 录用日期: 2025年3月7日; 发布日期: 2025年3月13日

摘要

2型糖尿病(T2DM)已经成为全球范围内一个日益严峻的健康问题, 其发病机制的复杂性涉及众多生理和病理过程的相互作用。在近年来的研究中, 越来越多的科学家和医学专家开始关注睡眠障碍, 特别是失眠和阻塞性睡眠呼吸暂停(OSA)这两种普遍存在的睡眠障碍类型。这些睡眠问题与2型糖尿病之间存在着紧密的关联。本文旨在综述该领域最新的机制研究以及治疗进展, 深入探讨失眠和OSA在T2DM的发病机制, 以及疾病进展对T2DM患者的影响, 并对相关的治疗策略进行讨论。

关键词

2型糖尿病, 睡眠障碍, 失眠, OSA

Research Progress on Insomnia and OSA in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus

Jingwei Zheng¹, Xinyu Zhou¹, Xueping Li^{2*}, Mei Song³, Jian Guo⁴, Yun Zhou³, Ke Li², Yu Rong²

¹Graduate School, Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

²Xi'an Key Laboratory for Prevention and Treatment of Common Aging Diseases, Research and Transformation Center for Chronic Disease Prevention and Treatment, Institute of Basic and Translational Medicine, Xi'an Shaanxi

³Clinical Medicine School of Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

⁴Department of Endocrinology, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an Shaanxi

Received: Feb. 13th, 2025; accepted: Mar. 7th, 2025; published: Mar. 13th, 2025

*通讯作者。

文章引用: 郑靖威, 周欣雨, 李雪萍, 宋梅, 郭剑, 周韵, 李科, 荣誉. 2型糖尿病患者失眠与OSA的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(3): 1145-1154. DOI: 10.12677/acm.2025.153722

Abstract

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) has become a growing health problem worldwide, and the complexity of its pathogenesis involves the interaction of numerous physiologic and pathologic processes. In recent years, an increasing number of scientists and medical experts have begun to focus on sleep disorders, particularly insomnia and obstructive sleep apnea (OSA), two prevalent types of sleep disorders. There is a strong association between these sleep problems and type 2 diabetes. The aim of this paper is to review the latest mechanistic studies as well as therapeutic advances in this field, to provide insights into the pathogenesis of insomnia and OSA in T2DM, as well as the impact of disease progression on patients with T2DM, and to discuss related therapeutic strategies.

Keywords

Type 2 Diabetes, Sleep Disorders, Insomnia, OSA

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

2 型糖尿病(Diabetes mellitus type 2, T2DM)是一种慢性代谢性疾病, 胰岛素抵抗(Insulin resistance, IR)是 T2DM 的主要病理生理机制。据估计, 2021 年全球有 5.37 亿人患有糖尿病, 预计到 2030 年这一数字将攀升至 6.43 亿[1] [2]。T2DM 的主要风险在于长期的高血糖状态对其他器官的损害, 进而引发多种并发症[3], 这不仅导致了高昂的治疗费用, 而且对患者的生活质量造成了严重影响。因此, 为了应对 T2DM 的高发病率和高昂的医疗成本, 深入研究导致 T2DM 不良结果的临床和行为风险因素显得尤为重要。在这些因素中, 睡眠质量是不可忽视的一环。睡眠是一个复杂的行为和生理过程, 它对于恢复大脑功能至关重要, 并且调节着多种代谢、内分泌和心血管系统的功能。睡眠障碍, 即睡眠质量、睡眠时长和睡眠深度的紊乱, 会导致日间功能受损和生活质量下降。与非糖尿病患者相比, 糖尿病患者更容易出现睡眠障碍[4]。在临床中, 失眠和阻塞性睡眠呼吸暂停(obstructive sleep apnea, OSA)是 T2DM 患者中最常见的两种睡眠障碍类型[5], 它们在 T2DM 患者中普遍存在, 因此, 深入掌握 OSA 和失眠的最新机制研究进展, 以及相应的治疗方案, 对于 T2DM 患者的临床管理具有重大意义。

2. T2DM 与失眠

2.1. T2DM 与失眠的机制研究

失眠表现为难以入睡、睡眠维持困难或早醒, 与 T2DM 存在显著关联, 是 T2DM 患者中常见的睡眠障碍之一。有研究表明 IR 是从失眠到 T2DM 风险的因果途径中的重要途径[6]。面对失眠与 T2DM 之间的潜在联系, 有研究指出, 慢波睡眠是恢复身体和大脑功能的关键时期, 缺乏这一阶段的睡眠可能会干扰身体的代谢过程, 从而增加患 T2DM 的风险[7]。此外, 失眠还可能通过激活下丘脑 - 垂体 - 肾上腺轴 (HPA 轴)来激活交感神经系统, 从而导致皮质醇分泌节律的改变[8]。然而, 当皮质醇水平升高时, 它会干扰身体对胰岛素的反应从而导致 IR [9]。这种抵抗意味着身体需要更多的胰岛素来维持正常的血糖水平, 长期下去, 可能会导致 T2DM 的发展。还有其他潜在机制, 如炎症反应的增加, 失眠患者通常会经

历全身性的炎症反应增加,这也可能进一步导致 IR [10]。

2.2. T2DM 患者合并失眠

一项针对失眠患者与 T2DM (2 型糖尿病)风险的历史队列研究[11]揭示:失眠患者面临更高的 T2DM 风险,尤其是在年轻(≤ 40 岁)人群中这一风险更为显著。慢性失眠可能成为 T2DM 的一个重要危险因素。此外,长期失眠还可能引起心理、认知和身体上的变化:研究[12]显示,失眠与 T2DM 共病的患者,其健康相关生活质量(HRQoL)显著下降,且失眠的严重程度与焦虑和抑郁的程度之间存在显著的关联,对于那些同时患有失眠和 T2DM 的患者来说,他们长期处于较差的健康状态,生活质量也难以得到保障。综合上述研究结果,失眠的治疗值得进一步深入研究,这不仅可能作为降低 T2DM 风险的一种手段,同时也能显著改善患者的健康状况。

2.3. T2DM 患者合并失眠首选治疗

根据中华医学会神经病学分会睡眠障碍学组发布的《中国成人失眠诊断与治疗指南(2023 版)》,失眠认知行为疗法(CBT-I)作为临床治疗失眠的一线方法[13],不仅疗效显著,而且安全性高。该指南详细介绍了包括睡眠卫生教育、刺激控制疗法、睡眠限制疗法、矛盾意念法、音乐疗法、放松疗法和认知治疗等多种治疗方法,并强调将这些方法综合运用,通过面对面、团体式、网络式三种模式实施治疗方案。一项针对 T2DM 患者和晚睡患者的研究显示,睡眠教育能够有效提升睡眠质量并降低糖化血红蛋白(HbA1c)水平[14]。多项随机对照试验[15][16]也证实,接受 CBT-I 干预的 T2DM 患者,其 HbA1c、空腹血糖、血压、抑郁和焦虑症状均显著降低,同时睡眠质量得到改善。鉴于 CBT-I 对长期影响的积极效果,它被认为是改善 T2DM 患者失眠状况的优选方案。然而,失眠认知行为疗法(CBT-I)并非适合所有患者,对于那些对传统 CBT-I 反应不佳或无法坚持完成疗程的患者,研究者们正在探索新的治疗途径。例如,数字疗法(DTI)的出现,为失眠治疗提供了新的可能性。DTI 通过移动应用、在线平台和可穿戴设备等数字工具,为患者提供个性化的治疗方案。这些工具能够实时监测患者的睡眠模式,并根据患者的具体情况调整治疗计划,从而提高治疗的灵活性和可及性。在 DTI 数据分析的帮助下,从而制定更为精准的治疗策略。除了数字疗法,虚拟现实技术(VR)已被用于模拟放松环境,帮助患者在虚拟场景中进行放松训练,从而改善睡眠质量。

3. T2DM 与 OSA

3.1. T2DM 与 OSA 机制研究

OSA 是 T2DM 的一个关键合并症,其特点是睡眠期间上气道反复部分或完全阻塞,导致周期性的低氧血症和阻塞性呼吸事件,鉴于 OSA 与 T2DM 之间的这种复杂关系,目前已经提出了多种机制[17]来解释这种相互作用。例如,OSA 患者中常见的肥胖和腹部脂肪积累,可以导致 IR 和炎症因子的增加,这些因素都可能加剧 T2DM 的病理过程。此外,OSA 引起的睡眠中断和睡眠质量下降,也可能通过影响胰岛素敏感性,进一步恶化 T2DM 病情。此外 OSA 与 T2DM 之间的相互作用可能还涉及自主神经系统的失调、氧化应激的增加以及内皮功能的损害等多种机制[18]。

3.2. T2DM 患者合并 OSA

根据流行病学[17]显示, T2DM 在 OSA 患者中出现的频率更高,据统计有超过一半的 T2DM 患者同时患有 OSA,而且在这些患者中,有许多人并未意识到自己已经患有 OSA。研究人员对同时患有 OSA 和 T2DM 的患者进行了健康相关生活质量(HRQoL)的调查研究。调查结果表明,大多数 T2DM 患者面临

着较高的 OSA 风险。此外,那些处于 OSA 高风险状态的 T2DM 患者,其 HRQoL 普遍较低[19]。因此,对于 T2DM 患者来说,及时识别并治疗 OSA,可能对改善其整体健康状况和控制血糖水平具有重要意义。

3.3. T2DM 患者合并 OSA 首选治疗

无创气道正压通气(noninvasive positive pressure ventilation, NPPV)是一种非侵入性的人工气道辅助呼吸技术。它通过使用封闭的鼻罩或鼻面罩,为自主呼吸的患者提供正压通气,提高睡眠呼吸暂停指数(Apnea-Hypopnea Index, AHI),作为 OSA 的一线首选治疗,NPPV 常采用持续气道正压通气治疗(continuous positive airway pressure, CPAP)模式,考虑到无创通气不能提供气道保护,为避免患者发生误吸,所以必须足够警觉并且气道保护反射完整。面对失眠共病 OSA 的 T2DM 患者,CPAP 被证明可有效治疗继发于 OSA 的失眠[20]。每晚 8 小时的 CPAP 治疗持续 2 周,可以改善部分 T2DM 患者的糖代谢,并对睡眠质量、生活质量和抑郁情绪产生积极影响[21]。一项随机对照试验表明[22],CPAP 治疗 OSA 和 T2DM 患者能够改善血糖控制和胰岛素抵抗,这与某些降糖药物效果相似。尽管 CPAP 治疗在 T2DM 患者中显示出显著的疗效,但其长期依从性仍然是一个挑战。患者可能因为设备的不适、噪音、面罩泄漏或治疗带来的不便而中断使用。为了提高患者的依从性,通过个性化的面罩选择和调整,以减少不适感;使用更安静的设备和改进的面罩设计来降低噪音干扰;以及提供持续的患者教育和支持,帮助患者更好地理解 and 适应治疗过程。这些技术的发展有望提升 CPAP 治疗的长期效果,从而为 T2DM 患者带来更持久的健康益处。

4. 失眠与 OSA 的“双向关系”

在 T2DM 患者,失眠与 OSA 常常合并存在,形成所谓的“失眠共病阻塞性睡眠呼吸暂停(COMISA)”[5]。两者之间存在一种复杂的双向关系[23]:失眠患者由于入睡困难、易醒等问题,导致上气道肌肉张力降低,或睡眠期间的过度觉醒可能会降低呼吸觉醒阈值,从而导致睡眠期间呼吸暂停和低通气的增加。相反,OSA 患者由于夜间反复憋气造成的频繁觉醒,打断了睡眠的连续性,也可能引发或加重失眠。失眠和 OSA 均可通过激活交感神经系统、增加炎症因子和皮质醇水平,进一步加重 IR,而 IR 是 T2DM 的核心病理生理机制,其加剧可能导致血糖控制恶化,这种血糖波动不仅增加了糖尿病并发症的风险,还可能进一步加重睡眠障碍,导致生活质量下降,增加了日间功能障碍和心理负担。一项研究[24]比较了 T2DM 患者中仅患有 OSA、仅患有失眠以及同时患有 OSA 和失眠的组别在情绪和糖尿病相关痛苦方面的情况,结果表明,OSA 和失眠共病可能对 T2DM 患者的情绪障碍和糖尿病相关痛苦产生协同效应,并且同时患有失眠与 OSA 的患者血糖波动幅度更大。

5. T2DM 患者合并失眠、OSA 的治疗策略

失眠和 OSA 是 T2DM 患者中最常见的两种睡眠障碍,其中诸多 T2DM 患者同时遭受 OSA 和失眠的困扰,其两者首选治疗方法分别是 CBT-I 和 NPPV,且两种治疗方法之间可以相互获益[5],且对 T2DM 患者的血糖控制具有积极的影响,为进一步保证治疗效果,在制定治疗策略时,可以多维度的配合其他治疗方法,从原发病的控制、药物治疗、非药物治疗、生活方式调整等多个角度综合考虑,制定最佳的健康管理方案:在改善患者睡眠状况的前提下,保证患者长期依从性,尽可能避免药物依赖性副作用的风险,且对于 T2DM 患者而言,还需特别考虑药物治疗对血糖调节的潜在影响。

5.1. T2DM 的控制

在 T2DM 的广泛背景下,T2DM 的治疗与管理显得尤为重要,鉴于 T2DM 患者往往伴有低血糖、神

经性疼痛、肥胖、夜尿增多等症状,这些因素会导致[25]失眠、OSA 的进一步加重,因此需要严格控制血糖,根据个体差异选择合适的降糖药物,并制定个性化的降糖方案。同时做到定期监测血糖变化,稳定血糖水平,避免血糖波动并积极控制并发症,如周围神经病变等,以减少睡眠中断,提升睡眠质量。

5.2. 药物治疗

5.2.1. 苯二氮卓类受体激动剂

苯二氮卓类受体激动剂包括[5]苯二氮卓类药物(benzodiazepine drugs, BZDs)与非苯二氮卓类药物(non-benzodiazepine drugs, NBZDs), BZDs 是 γ -氨基丁酸受体 A 上不同的 γ 亚基的非选择性激动剂,具有镇静、催眠、抗焦虑、肌肉松弛和抗惊厥的作用。NBZDs 是 γ -氨基丁酸受体 A 上的 $\alpha 1$ 亚基的选择性激动剂,主要作用为催眠。T2DM 患者比普通人更容易出现失眠,因此,用苯二氮卓类受体激动剂缓解失眠较为常见,但其 BZDs 的使用可能会增加 OSA 患者发生急性呼吸衰竭的风险,在一项研究中,7 名患者因使用 BZDs 而导致急性呼吸衰竭,这些患者均患有 OSA [26]。由于患者对 BZDs 的依赖性较强, NBZDs 因此被认为更安全、更可靠,并且应用更为广泛[27]。另一项研究[28]评估了 BZDs 对胰岛素分泌、胰岛素敏感性和葡萄糖有效性的影响,结果表明,特别是氯硝西泮的使用可能会改变健康人群的胰岛素分泌和胰岛素敏感性。关于 NBZDs 的研究也发现,使用唑吡坦的患者患 T2DM 的风险更高[29]。鉴于上述研究结果,考虑到苯二氮卓类受体激动剂对糖代谢的影响,在治疗 T2DM 患者的失眠和 OSA 时,对苯二氮卓类激动剂的使用需要进一步评估。

5.2.2. 食欲素受体拮抗剂

食欲素受体拮抗剂(orexin receptor antagonist, ORAs)通过阻断食欲素与其受体的结合,抑制过度的促觉醒信号,从而改善睡眠质量。这类药物主要用于治疗失眠症,但对 OSA 并无明显效果。关于 ORAs 的小鼠实验[30]揭示,它们能够提升小鼠的睡眠质量、改善葡萄糖代谢并减轻炎症反应。此外,多项临床研究[31][32]表明, T2DM 患者在使用 ORAs 后,其睡眠质量及血糖控制均有所改善。这表明 ORAs 在一定程度上能够改善 T2DM 患者的失眠症状,同时不会导致血糖控制恶化。

5.2.3. 褪黑素受体激动剂

褪黑素受体激动剂(melatonin receptor agonists, MRAs)通过激活褪黑素受体发挥其镇静和催眠效果。与苯二氮卓类药物相比,它们具有无药物依赖性和相对安全性的优势。以雷美替胺为例,在失眠治疗中可以长期使用。研究[33]表明,在进行无创气道正压通气(NPPV)治疗的慢性阻塞性睡眠呼吸暂停(COMISA)患者中,同时使用雷美替胺不会影响 AHI,也不会降低血氧饱和度。此外,雷美替胺能够提高患者对 NPPV 治疗的依从性,并且没有出现严重的不良反应。一项关于褪黑素的 Meta 分析[34]发现,补充褪黑素可以改善血糖控制。因此,褪黑素受体激动剂在改善 T2DM 患者的失眠症状方面,不失为一种考虑,并且可用于 T2DM 合并 COMISA 患者。

5.2.4. 抗组胺受体拮抗剂

抗组胺受体拮抗剂通过与 H1 受体的结合,药物能够抑制中枢神经系统的活动,从而发挥镇静和催眠的效果[13]。将“组胺”、“炎症反应”、“T2DM”等术语并列提及,人们可能会自然地将它们联系起来。例如,研究显示,晚期糖基化终末产物能够激活肥大细胞,触发一种恶性循环,最终可能导致 T2DM 等慢性疾病的典型低度炎症[35]。然而,目前尚未发现 T2DM 与抗组胺受体拮抗剂之间存在直接关联的研究,具体的影响机制尚不明确。此外,关于使用抗组胺药物治疗失眠的证据也显得不足。一项系统评价[36]指出,抗组胺药物在治疗失眠方面仅显示出小到中等的疗效,并且耐受性问题会迅速出现。因此,在考虑使用抗组胺药物治疗 T2DM 患者的睡眠障碍时,需要谨慎选择。

5.3. 其他治疗

5.3.1. 口腔矫治器与外科治疗

口腔矫治器是一种通过突出和稳定下颌骨在睡眠时保持气道通畅的设备,能够减少轻中度 OSA 的呼吸事件,尽管 CPAP 在降低 AHI 方面更有效,但与 CPAP 相比,患者的依从性更高[37]。外科治疗[5]包括针对肥胖问题的减重手术,一项 Meta 分析[38]显示:大多数 T2DM 患者在减重手术后,临床表现及实验室指标均有改善;以及解决上呼吸道解剖异常的鼻腔手术、扁桃体及腺样体切除术、悬雍垂腭咽成形术、软腭植入术、舌根及舌骨手术、单颌手术、双颌前移术,这些手术主要目的是降低 AHI,但其疗效各异[39]。

5.3.2. 舌下神经刺激治疗

舌下神经刺激治疗[5]适用于无法耐受 NPPV 治疗的 OSA 患者,该疗法通过与呼吸同步的直接神经刺激作用于舌下神经,以缓解舌头的僵硬和突出,从而打开气道。研究表明[40],使采用此疗法可以显著降低 API,并且显示出极佳的长期疗效和患者依从性[41]。

5.3.3. 物理治疗

物理治疗[13]涵盖光疗、经颅电刺激治疗、生物反馈疗法等多种方法,它们通过不同的机制来改善睡眠质量。例如,经颅电刺激治疗通过调节大脑神经细胞的电活动同步化与去同步化,进而调整大脑皮层的兴奋状态,并改变脑内神经递质的释放,对于治疗失眠特别有效,尽管它对 OSA 的影响微乎其微。一篇关于 T2DM 患者管理的荟萃分析[42]指出,物理治疗是一种有效的非药物疗法,它不仅能够提升 T2DM 患者的身体和心理健康,还能通过控制 T2DM 的并发症来减少发病率和死亡率。根据患者的具体需求和状况,适度地进行物理治疗,对于提升糖尿病患者的生活质量和心理健康是有益的。

5.3.4. 音乐治疗

音乐治疗[13]等方法也被广泛用于治疗失眠,音乐治疗有助于缩短入睡潜伏期、提升睡眠效率和睡眠质量。针对 T2DM 患者的研究[43]显示:参与音乐治疗的患者在减轻压力、降低皮质醇水平方面有所成效,同时在集中注意力和工作记忆方面也得到了不同程度的改善,从而有助于维护 T2DM 患者的生活质量。

5.4. 生活方式

5.4.1. 饮食

饮食、睡眠与 T2DM 之间存在着密切的联系,日常饮食中的膳食成分不仅影响血糖控制,还对睡眠质量产生影响。一篇关于睡眠与饮食习惯的研究[44]显示:遵循地中海饮食模式以及摄入特定食物(如牛奶)和营养素(如维生素 D 和维生素 E)可能会提升睡眠质量和持续时间。此外,地中海饮食对于改善 T2DM 患者的 HBA1c 也有积极效果[45]。另一篇研究[46]得出:控制碳水化合物质量可能带来睡眠上的好处,建议避免摄入高升糖指数的食物,确保营养素的充足摄入,进行有效的体重管理,以减轻胰岛细胞的负担。在饮食调整过程中,还应注重食物的烹饪方式和调味品的选择。避免使用过多的油脂和糖分,选择天然调味品可以减少额外的热量摄入。同时,采用蒸、煮、烤等烹饪方式有助于控制体重和血糖水平。通过科学合理的饮食调整,T2DM 患者不仅可以改善血糖控制,还能有效缓解失眠和 OSA 的症状,从而提高生活质量。

5.4.2. 运动

运动作为一种补充和替代疗法,对改善睡眠质量和血糖控制均有益处,一项研究[47]针对 45 名有失

眠症状的超重和肥胖男性进行,结果显示,在完成6个月的有氧运动计划后,患者的入睡时间比之前缩短了10分钟。此外,关于运动与T2DM患者合并OSA的相关研究[48]表明,经过4周的有氧运动,受试者在未接受CPAP治疗的情况下,API有所下降,睡眠质量得到改善,同时糖化血红蛋白水平也有所降低。一项荟萃分析[49]指出:身心运动结合常规治疗、适度有氧运动结合轻度运动、以及单独的身心运动和适度有氧运动,在改善睡眠障碍方面均显示出显著效果。运动疗法在治疗T2DM患者失眠和OSA方面具有多方面的益处。然而,为了确保运动计划的安全性和有效性,建议在专业医疗人员的指导下进行。此外,运动计划应根据患者的具体情况个性化设计,并定期评估其效果,以便及时调整,以达到最佳的治疗效果。

5.4.3. 睡眠卫生教育

睡眠卫生教育通常涵盖咖啡因、酒精和尼古丁的使用、睡眠环境的优化、避免小睡以及压力管理等方面。一项对OSA患者的研究[50]揭示,影响睡眠卫生的诸多因素中,不适宜的温度和湿度、睡前饮酒以及情绪激动或过度清醒与轻度至中度OSA症状存在关联。此外,一项关于睡眠卫生教育对T2DM患者的随机对照研究[51]显示,睡眠卫生教育不仅能够改善患者的睡眠质量,而且对T2DM患者的血糖控制具有积极的促进作用。

6. 总结

失眠和OSA是T2DM患者中普遍存在的睡眠障碍,它们不仅影响患者的生活质量,还可能加剧糖尿病的病情,增加并发症的风险。未来的研究应进一步深入探讨失眠和OSA在T2DM患者中的发病机制,以及它们与糖尿病并发症之间的复杂关系。此外,在制定诊疗策略时,应综合考虑患者的具体情况,包括失眠和OSA的严重程度、血糖控制水平、并发症情况以及患者的依从性,以提升2型糖尿病患者的睡眠质量和健康状况,例如:非药物治疗:优先推荐CBT-I和NPPV/CPAP治疗,同时结合睡眠卫生教育和生活方式调整。药物治疗:根据患者的具体情况,谨慎选择药物,避免依赖性和副作用。ORAs和MRAs是较好的选择。并可进一步考虑药物治疗、认知行为疗法以及睡眠卫生教育等多种方法的综合应用,结合现代科学技术,例如智能血糖监测设备、睡眠监测技术以及人工智能辅助诊断等,更加精确地评估患者的睡眠质量和糖代谢状况,从而为患者提供个性化的治疗方案。同时,加强公众对睡眠重要性的认识,通过教育和公共健康宣传,我们可以提高人们对睡眠障碍的认识,鼓励人们采取健康的生活方式,从而减少糖尿病和其他慢性疾病的发病率。

基金项目

陕西省科技计划项目(编号:2021ZDLSF02-09)。

参考文献

- [1] 中华医学会糖尿病学分会. 中国2型糖尿病防治指南(2020年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(4): 315-409.
- [2] Ogurtsova, K., Guariguata, L., Barengo, N.C., Ruiz, P.L., Sacre, J.W., Karuranga, S., et al. (2022) IDF Diabetes Atlas: Global Estimates of Undiagnosed Diabetes in Adults for 2021. *Diabetes Research and Clinical Practice*, **183**, Article ID: 109118. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109118>
- [3] Kalra, S., Khandelwal, D., Dutta, D. and Chittawar, S. (2017) Sleep Disorders in Type 2 Diabetes. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, **21**, 758-761. https://doi.org/10.4103/ijem.ijem_156_17
- [4] Resnick, H.E., Redline, S., Shahar, E., Gilpin, A., Newman, A., Walter, R., et al. (2003) Diabetes and Sleep Disturbances: Findings from the Sleep Heart Health Study. *Diabetes Care*, **26**, 702-709. <https://doi.org/10.2337/diacare.26.3.702>
- [5] 程金湘, 赵显超. 中国成人失眠共病阻塞性睡眠呼吸暂停诊治指南(2024版)[J]. 中国全科医学, 2025, 28(11): 1289-1303.

- [6] Wang, X., Zhao, C., Feng, H., Li, G., He, L., Yang, L., *et al.* (2023) Associations of Insomnia with Insulin Resistance Traits: A Cross-Sectional and Mendelian Randomization Study. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, **108**, e574-e582. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgad089>
- [7] Tasali, E., Leproult, R., Ehrmann, D.A. and Van Cauter, E. (2008) Slow-wave Sleep and the Risk of Type 2 Diabetes in Humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **105**, 1044-1049. <https://doi.org/10.1073/pnas.0706446105>
- [8] Vargas, I., Vgontzas, A.N., Abelson, J.L., Faghih, R.T., Morales, K.H. and Perlis, M.L. (2018) Altered Ultradian Cortisol Rhythmicity as a Potential Neurobiologic Substrate for Chronic Insomnia. *Sleep Medicine Reviews*, **41**, 234-243. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2018.03.003>
- [9] Kamba, A., Daimon, M., Murakami, H., Otaka, H., Matsuki, K., Sato, E., *et al.* (2016) Association between Higher Serum Cortisol Levels and Decreased Insulin Secretion in a General Population. *PLOS ONE*, **11**, e0166077. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166077>
- [10] Irwin, M.R., Olmstead, R. and Carroll, J.E. (2016) Sleep Disturbance, Sleep Duration, and Inflammation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies and Experimental Sleep Deprivation. *Biological Psychiatry*, **80**, 40-52. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2015.05.014>
- [11] Lin, C., Chien, W., Chung, C. and Wu, F. (2017) Risk of Type 2 Diabetes in Patients with Insomnia: A Population-Based Historical Cohort Study. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, **34**, e2930. <https://doi.org/10.1002/dmrr.2930>
- [12] Shinalieva, K., Kasanova, A., Akhmetzhanova, Z., *et al.* (2023) Association of Insomnia with Anxiety and Depression in Type 2 Diabetic Patients: A Cross-Sectional Study. *Iranian Journal of Medical Sciences*, **48**, 448-455.
- [13] 中华医学会神经病学分会睡眠障碍学组. 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.
- [14] Li, M., Li, D., Tang, Y., Meng, L., Mao, C., Sun, L., *et al.* (2018) Effect of Diabetes Sleep Education for T2DM Who Sleep after Midnight: A Pilot Study from China. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, **16**, 13-19. <https://doi.org/10.1089/met.2017.0069>
- [15] Li, Y., Storch, E.A., Ferguson, S., Li, L., Buys, N. and Sun, J. (2022) The Efficacy of Cognitive Behavioral Therapy-Based Intervention on Patients with Diabetes: A Meta-analysis. *Diabetes Research and Clinical Practice*, **189**, Article ID: 109965. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2022.109965>
- [16] Vlachou, E., Ntikoudi, A., Owens, D.A., Nikolakopoulou, M., Chalimourdas, T. and Cauli, O. (2022) Effectiveness of Cognitive Behavioral Therapy-Based Interventions on Psychological Symptoms in Adults with Type 2 Diabetes Mellitus: An Update Review of Randomized Controlled Trials. *Journal of Diabetes and its Complications*, **36**, Article ID: 108185. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2022.108185>
- [17] Muraki, I., Wada, H. and Tanigawa, T. (2018) Sleep Apnea and Type 2 Diabetes. *Journal of Diabetes Investigation*, **9**, 991-997. <https://doi.org/10.1111/jdi.12823>
- [18] McFarlane, S.I. (2018) Obesity, Obstructive Sleep Apnea and Type 2 Diabetes Mellitus: Epidemiology and Pathophysiologic Insights. *Sleep Medicine and Disorders: International Journal*, **2**, 54-60. <https://doi.org/10.15406/smdij.2018.02.00045>
- [19] Gabric, K., Matetic, A., Vilovic, M., Ticinovic Kurir, T., Rusic, D., Galic, T., *et al.* (2018) Health-Related Quality of Life in Type 2 Diabetes Mellitus Patients with Different Risk for Obstructive Sleep Apnea. *Patient Preference and Adherence*, **12**, 765-773. <https://doi.org/10.2147/ppa.s165203>
- [20] Mendes, M.S. and dos Santos, J.M. (2015) Insomnia as an Expression of Obstructive Sleep Apnea Syndrome—The Effect of Treatment with Nocturnal Ventilatory Support. *Revista Portuguesa de Pneumologia (English Edition)*, **21**, 203-208. <https://doi.org/10.1016/j.rppnen.2014.11.002>
- [21] Yang, X., Yang, J., Yang, C., Niu, L., Song, F. and Wang, L. (2020) Continuous Positive Airway Pressure Can Improve Depression in Patients with Obstructive Sleep Apnoea Syndrome: A Meta-Analysis Based on Randomized Controlled Trials. *Journal of International Medical Research*, **48**, 1-13. <https://doi.org/10.1177/0300060519895096>
- [22] Martínez-Cerón, E., Barquiel, B., Bezos, A., Casitas, R., Galera, R., García-Benito, C., *et al.* (2016) Effect of Continuous Positive Airway Pressure on Glycemic Control in Patients with Obstructive Sleep Apnea and Type 2 Diabetes. A Randomized Clinical Trial. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **194**, 476-485. <https://doi.org/10.1164/rccm.201510-1942oc>
- [23] Sweetman, A., Lack, L., McEvoy, R.D., Smith, S., Eckert, D.J., Osman, A., *et al.* (2021) Bi-Directional Relationships between Co-Morbid Insomnia and Sleep Apnea (Comisa). *Sleep Medicine Reviews*, **60**, Article ID: 101519. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2021.101519>
- [24] Jeon, B., Luyster, F.S., Sereika, S.M., DiNardo, M.M., Callan, J.A. and Chasens, E.R. (2022) Comorbid Obstructive Sleep Apnea and Insomnia and Its Associations with Mood and Diabetes-Related Distress in Type 2 Diabetes Mellitus. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, **18**, 1103-1111. <https://doi.org/10.5664/jcsm.9812>

- [25] Lamond, N., Tiggemann, M. and Dawson, D. (2000) Factors Predicting Sleep Disruption in Type II Diabetes. *Sleep*, **23**, 1-2. <https://doi.org/10.1093/sleep/23.3.1i>
- [26] Wang, S., Chen, W., Tang, S., Lin, H., Peng, C., Chu, H., *et al.* (2019) Benzodiazepines Associated with Acute Respiratory Failure in Patients with Obstructive Sleep Apnea. *Frontiers in Pharmacology*, **9**, Article 1513. <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.01513>
- [27] Terzano, M.G., Rossi, M., Palomba, V., Smerieri, A. and Parrino, L. (2003) New Drugs for Insomnia: Comparative Tolerability of Zopiclone, Zolpidem and Zaleplon. *Drug Safety*, **26**, 261-282. <https://doi.org/10.2165/00002018-200326040-00004>
- [28] Chevassus, H., Mourand, I., Molinier, N., Lacarelle, B., Brun, J. and Petit, P. (2004) Assessment of Single-Dose Benzodiazepines on Insulin Secretion, Insulin Sensitivity and Glucose Effectiveness in Healthy Volunteers: A Double-Blind, Placebo-Controlled, Randomized Cross-Over Trial [ISRCTN08745124]. *BMC Clinical Pharmacology*, **4**, Article No. 3. <https://doi.org/10.1186/1472-6904-4-3>
- [29] Lin, C., Yeh, M., Harnod, T., Lin, C. and Kao, C. (2015) Risk of Type 2 Diabetes in Patients with Nonapnea Sleep Disorders in Using Different Types of Hypnotics: A Population-Based Retrospective Cohort Study. *Medicine*, **94**, e1621. <https://doi.org/10.1097/md.0000000000001621>
- [30] Kon, K., Tsuneki, H., Ito, H., Takemura, Y., Sato, K., Yamazaki, M., *et al.* (2019) Chronotherapeutic Effect of Orexin Antagonists on Glucose Metabolism in Diabetic Mice. *Journal of Endocrinology*, **243**, 59-72. <https://doi.org/10.1530/joe-18-0708>
- [31] Toi, N., Inaba, M., Kurajoh, M., Morioka, T., Hayashi, N., Hirota, T., *et al.* (2019) Improvement of Glycemic Control by Treatment for Insomnia with Suvorexant in Type 2 Diabetes Mellitus. *Journal of Clinical & Translational Endocrinology*, **15**, 37-44. <https://doi.org/10.1016/j.jcte.2018.12.006>
- [32] Yoshikawa, F., Shigiyama, F., Ando, Y., Miyagi, M., Uchino, H., Hirose, T., *et al.* (2020) Chronotherapeutic Efficacy of Suvorexant on Sleep Quality and Metabolic Parameters in Patients with Type 2 Diabetes and Insomnia. *Diabetes Research and Clinical Practice*, **169**, Article ID: 108412. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.108412>
- [33] Kryger, M., Wang-Weigand, S. and Roth, T. (2007) Safety of Ramelteon in Individuals with Mild to Moderate Obstructive Sleep Apnea. *Sleep and Breathing*, **11**, 159-164. <https://doi.org/10.1007/s11325-006-0096-4>
- [34] Doosti-Irani, A., Ostadmohammadi, V., Mirhosseini, N., Mansournia, M., Reiter, R., Kashanian, M., *et al.* (2018) The Effects of Melatonin Supplementation on Glycemic Control: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Hormone and Metabolic Research*, **50**, 783-790. <https://doi.org/10.1055/a-0752-8462>
- [35] Pini, A., Obara, I., Battell, E., Chazot, P.L. and Rosa, A.C. (2016) Histamine in Diabetes: Is It Time to Reconsider? *Pharmacological Research*, **111**, 316-324. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2016.06.021>
- [36] Vande Griend, J.P. and Anderson, S.L. (2012) Histamine-1 Receptor Antagonism for Treatment of Insomnia. *Journal of the American Pharmacists Association*, **52**, e210-e219. <https://doi.org/10.1331/japha.2012.12051>
- [37] Ramar, K., Dort, L.C., Katz, S.G., Lettieri, C.J., Harrod, C.G., Thomas, S.M., *et al.* (2015) Clinical Practice Guideline for the Treatment of Obstructive Sleep Apnea and Snoring with Oral Appliance Therapy: An Update for 2015: An American Academy of Sleep Medicine and American Academy of Dental Sleep Medicine Clinical Practice Guideline. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, **11**, 773-827. <https://doi.org/10.5664/jcsm.4858>
- [38] Buchwald, H., Estok, R., Fährbach, K., Banel, D., Jensen, M.D., Pories, W.J., *et al.* (2009) Weight and Type 2 Diabetes after Bariatric Surgery: Systematic Review and Meta-analysis. *The American Journal of Medicine*, **122**, 248-256.e5. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2008.09.041>
- [39] Caples, S.M., Rowley, J.A., Prinsell, J.R., Pallanch, J.F., Elamin, M.B., Katz, S.G., *et al.* (2010) Surgical Modifications of the Upper Airway for Obstructive Sleep Apnea in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sleep*, **33**, 1396-1407. <https://doi.org/10.1093/sleep/33.10.1396>
- [40] Olson, M.D. and Junna, M.R. (2021) Hypoglossal Nerve Stimulation Therapy for the Treatment of Obstructive Sleep Apnea. *Neurotherapeutics*, **18**, 91-99. <https://doi.org/10.1007/s13311-021-01012-x>
- [41] Mashaqi, S., Patel, S.I., Combs, D., Estep, L., Helmick, S., Machamer, J., *et al.* (2021) The Hypoglossal Nerve Stimulation as a Novel Therapy for Treating Obstructive Sleep Apnea—A Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**, Article 1642. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041642>
- [42] Kaur, N. and Singh, S. (2022) Role of Physiotherapy in Managing Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review. *Journal of Diabetology*, **13**, 210-226. https://doi.org/10.4103/jod.jod_48_22
- [43] Hegde, S., Tumuluri, I. and Nagendra, H. (2017) Effectiveness of Music Therapy on Focused Attention, Working Memory and Stress in Type 2 Diabetes: An Exploratory Study. *International Journal of Yoga*, **10**, 167-170. <https://doi.org/10.4103/0973-6131.213471>
- [44] Gupta, C.C., Irwin, C., Vincent, G.E. and Khalesi, S. (2021) The Relationship between Diet and Sleep in Older Adults: A Narrative Review. *Current Nutrition Reports*, **10**, 166-178. <https://doi.org/10.1007/s13668-021-00362-4>

- [45] Esposito, K. and Giugliano, D. (2014) Mediterranean diet and type 2 diabetes. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, **30**, 34-40. <https://doi.org/10.1002/dmrr.2516>
- [46] St-Onge, M., Cherta-Murillo, A., Darimont, C., Mantantzis, K., Martin, F.P. and Owen, L. (2023) The Interrelationship between Sleep, Diet, and Glucose Metabolism. *Sleep Medicine Reviews*, **69**, Article ID: 101788. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2023.101788>
- [47] King, A.C., Pruitt, L.A., Woo, S., Castro, C.M., Ahn, D.K., Vitiello, M.V., *et al.* (2008) Effects of Moderate-Intensity Exercise on Polysomnographic and Subjective Sleep Quality in Older Adults with Mild to Moderate Sleep Complaints. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, **63**, 997-1004. <https://doi.org/10.1093/gerona/63.9.997>
- [48] Stavrou, V., Karetsi, E., Daniil, Z. and Gourgoulisanis, I.K. (2019) Four Weeks Exercise in Obstructive Sleep Apnea Syndrome Patient with Type 2 Diabetes Mellitus and without Continuous Positive Airway Pressure Treatment: A Case Report. *Sleep Medicine Research*, **10**, 54-57. <https://doi.org/10.17241/smr.2019.00374>
- [49] Xu, M., Tian, C., Liang, S., Tong, B., Wu, Y., Zhou, L., *et al.* (2024) Comparative Efficacy of Exercise Modalities on Sleep Quality in Populations with Sleep Disorders: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Sleep Medicine Reviews*, **73**, Article ID: 101877. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2023.101877>
- [50] Chung, K., Lee, C., Yeung, W., Chan, M., Chung, E.W. and Lin, W. (2017) Sleep Hygiene Education as a Treatment of Insomnia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Family Practice*, **35**, 365-375. <https://doi.org/10.1093/fampra/cmz122>
- [51] Gündüz, A., Görpelioğlu, S., Emiroğlu, C., Suvak, Ö. and Aypak, C. (2022) The Effect of Training about Sleep Hygiene on Hba1c Levels of Type 2 Diabetes Mellitus Patients: A Randomized Controlled Trial. *Clinical Diabetology*, **11**, 303-308. <https://doi.org/10.5603/dk.a2022.0046>