

睡眠问题与儿童健康相关性研究进展

龚波, 李艳红*, 丁姝池, 杨杰, 赵乙庆, 喻婷婷

昆明医科大学第二附属医院儿科, 云南 昆明

收稿日期: 2026年3月3日; 录用日期: 2026年3月26日; 发布日期: 2026年4月8日

摘要

近年来, 睡眠逐渐成为我国儿童早期发展领域关注的重点, 然而随着经济社会快速发展, 生活与行为方式的改变也使睡眠问题日益凸显, 成为影响儿童健康的重要风险因素。本文旨在对近年来有关睡眠问题与儿童健康影响的现有研究做一综述, 为从睡眠维度促进儿童健康成长提供参考依据。

关键词

睡眠问题, 儿童健康, 系统综述

Research Progress on the Correlation between Sleep Problems and Children's Health

Bo Gong, Yanhong Li*, Shuchi Ding, Jie Yang, Yiqing Zhao, Tingting Yu

Department of Pediatrics, The Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming Yunnan

Received: March 3, 2026; accepted: March 26, 2026; published: April 8, 2026

Abstract

In recent years, sleep has gradually become a key focus in the field of early childhood development in China. However, with the rapid economic and social development, changes in lifestyles and behaviors have made sleep problems increasingly prominent, which have become an important risk factor affecting children's health. This paper aims to review the existing research on the impact of sleep problems on children's health in recent years, so as to provide a reference basis for promoting the healthy growth of children from the perspective of sleep.

*通讯作者。

文章引用: 龚波, 李艳红, 丁姝池, 杨杰, 赵乙庆, 喻婷婷. 睡眠问题与儿童健康相关性研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(4): 1628-1636. DOI: 10.12677/acm.2026.1641400

Keywords

Sleep Problems, Children's Health, Systematic Review

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. 前言

睡眠是生命过程中自然发生、与清醒状态周期性交替的生理状态，是维持人体正常机能的基础。良好的睡眠不仅有助于恢复精力、维持各项生理功能稳定，还能促进生长发育、增强认知与记忆能力。睡眠问题是指以睡眠行为异常为特征的一类临床综合征，可大致分为“睡不着”“睡不醒”“睡不好”三大类，涵盖多达 90 余种具体疾病，通常表现为睡眠时长异常、质量下降或节律紊乱。儿童是睡眠问题的高发人群，其具体表现包括睡眠时间不足或过长、睡前抵抗、睡眠开始延迟、睡眠持续时间、睡眠焦虑、夜醒、睡眠异常、睡眠呼吸障碍和白天嗜睡等，且不同年龄段儿童的睡眠需求存在差异[1]，2019 年以来新型冠状病毒肺炎的流行进一步加剧了儿童睡眠问题的普遍性与复杂性[2]。近年来，越来越多的研究表明，睡眠问题会对儿童健康产生广泛而深远的影响，涉及呼吸、消化、神经、心理、免疫等多个系统，并与多种不良健康结局有关[3]。本文旨在系统梳理睡眠问题对儿童各系统健康影响的现有研究，为改善儿童睡眠质量、提升整体健康水平提供依据。

2. 儿童睡眠问题的流行病学

儿童睡眠问题已成为全球范围内一项突出的公共卫生挑战，随着研究方法的标准化与关注度的提高，其流行病学特征日益清晰，呈现出高患病率、显著的年龄发育阶段特异性，以及复杂的个体 - 家庭 - 社会多因素交互影响。

目前研究显示，国内外儿童在睡眠问题的患病率与睡眠时间上存在明显差异。不同年龄阶段儿童的睡眠问题发生率各异，我国儿童睡眠问题的合并报告率约为 35.1%，高于欧美地区报告的 25% [4]。在作息习惯上，欧美儿童入睡时间普遍较早，多集中于 21 时前，例如新西兰儿童通常于 19 时 30 分左右就寝；而国内儿童多于 22 时后入睡，香港儿童平均入睡时间更晚至 22 时 45 分左右。整体上，欧美儿童日均睡眠时长较亚洲儿童多约 1.1 小时。这些差异背后可能隐含育儿文化的不同：欧美家庭通常强调规律的睡眠仪式，而亚洲家庭更多采用陪伴入睡的方式。值得注意的是，2024 年刘艳等人的研究显示，中国 7~17 岁儿童青少年睡眠问题总体检出率高达 47.6% [5]，高于许多早期数据，提示该问题在我国可能呈加剧趋势，睡眠问题已成为威胁儿童健康的高发问题。儿童睡眠问题的影响因素在国内外研究中大体相似，主要集中于生物遗传因素与环境行为因素两大方面。例如有研究发现父母失眠史会使儿童睡眠问题风险增加约 3 倍[6]；调控儿童昼夜节律的 PER3 基因变异与早醒现象相关；早产儿白质发育不良可能直接导致快速眼动睡眠减少，进而影响远期认知发展[7]。

尽管睡眠问题在儿童中普遍存在，其高患病率的原因一直是研究重点，但由于筛查工具、诊断标准和人群异质性等因素，不同研究所报告的患病率存在差异。总体而言，我国儿童睡眠现状不容乐观，睡眠时间不足、睡眠问题发生率高情况较为普遍。相比国外，我国对儿童睡眠问题的关注与研究起步较晚，因此必须予以更多重视并推进相关研究。

3. 睡眠问题与儿童健康的影响

3.1. 睡眠与呼吸系统

在儿童各类睡眠问题中，睡眠呼吸障碍尤为常见，其中阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(OSAHS)是儿童常见的睡眠呼吸障碍性疾病，多发于学龄前儿童，可导致缺氧和心肺功能损伤，发病率约为 10.47% [8]，而其相关症状如打鼾在儿童中的报告率高达 27.2% [5]。儿童 OSAHS 最常见的原因是扁桃体和腺样体肥大，这类上气道阻塞易引发夜间低氧血症与睡眠觉醒节律紊乱。对于轻度病例通常通过体位管理、避免接触过敏原、肥胖患儿减重等非手术方式改善睡眠问题[9]；中重度患儿则首选扁桃体或腺样体切除术，术后可明显改善，治愈率达 85%~90% [10][11]。研究表明氧磷酶(PON) [12]和白细胞端粒长度 LT [13]等关键分子与儿童 OSAHS 的临床诊断分级显著相关[14]。

此外，呼吸道感染患儿高热后易发生惊厥，严重时可能引起脑神经损伤或癫痫，影响健康与睡眠，研究表明，对此类患儿实施睡眠干预，能显著缩短惊厥持续时间、退热时间及住院时间，并改善睡眠质量[15]。哮喘作为儿童期高发慢性呼吸系统疾病，其症状常在夜间或凌晨加重，严重影响睡眠，哮喘患儿因气道高反应性与慢性炎症，常出现夜间呼吸暂停、憋醒等问题，导致日间嗜睡与免疫功能紊乱，研究指出，哮喘患儿睡眠障碍发生率高于健康儿童[16]，中重度患儿中可达 37.80%。维持足够的 25-(OH)D3 水平有助于降低睡眠障碍风险[17]。

当前，睡眠与呼吸系统的研究仍较多局限于睡眠呼吸障碍性疾病，未来应该针对不同人群(如老年人、儿童、长期吸烟人群、职业暴露人群)，探索睡眠与呼吸系统疾病的特异性关联，制定针对性的睡眠管理与疾病预防策略；推动睡眠干预技术的临床转化，研发安全、便捷、有效的睡眠干预手段，规范睡眠评估与干预流程，为呼吸系统疾病的综合防治提供新路径。

3.2. 睡眠与消化系统

2017 年的一项研究指出，消化功能问题常伴有特定的睡眠障碍，尤其肠易激综合征、功能性便秘和胃食管反流等疾病与日间过度嗜睡之间存在显著关联。在儿童群体中，睡眠问题与消化系统症状共存现象明显，尤以慢性腹痛或肠脑互动障碍的儿童中凸显。在因慢性腹痛就诊的儿童中，睡眠障碍的发生率较高，多数研究显示患病率超过 40%，考虑睡眠不足可能通过降低疼痛阈值、诱发内脏高敏感性，使儿童对正常的胃肠道蠕动或轻微刺激的感知变为疼痛[18]。

睡眠 - 觉醒周期的启动和维持不仅受到中枢系统的调节，也受到微生物 - 肠 - 脑轴(MGBA)的显著影响[19]。肠道微生物通过参与肠脑轴的功能反应，在肠道与大脑的信息交流中扮演关键角色[20]，由此形成的微生物 - 肠 - 脑轴成为理解睡眠与消化系统交互影响的核心。现有证据证实，二者间的相互作用源于该轴线的沟通与反馈紊乱[18]。针对中国西北地区儿童的研究进一步揭示了睡眠模式与肠道菌群组成及多样性之间的具体联系：早睡儿童表现出更高的肠道菌群多样性和更丰富的有益菌，这些特征对维持肠道屏障、调节免疫和代谢功能尤为重要；相反，晚睡或睡眠剥夺则会破坏菌群平衡。当前研究指出，胞壁基肽可能作为睡眠调节的上游信号分子[21]。动物实验进一步显示，在睡眠剥夺期间，共生肠道细菌可能促进胞壁基肽的全身性释放[22][23]，但该机制目前尚未在人类研究中得到证实。值得注意的是，部分研究表明人类与动物实验结果之间存在明显差异[24]-[26]。此外，较晚的就寝时间与某些特定的共生细菌的丰度显著相关，其背后机制可能与进食时间或食物通过调节营养或神经递质代谢，进而影响肠道微生物群有关[27]。

目前，基于微生物 - 肠 - 脑轴理论，通过调节肠道菌群来解决睡眠问题已成为新的研究思路。然而，睡眠模式是否与儿童肠道微生物群的特定特征有关，其具体调节机制仍不清楚，未来需进一步深入探究

睡眠与肠道菌群之间的作用机制，以科学指导儿童维持睡眠与肠道菌群健康的平衡。

3.3. 睡眠与循环系统

睡眠问题会增加儿童心血管疾病的风险，并可能导致早期心血管改变[28]。其损害机制主要包括干扰自主神经平衡、引发炎症反应及导致血流动力学异常等。2025年宾夕法尼亚州立大学的研究发现，睡眠不足与昼夜节律紊乱会诱导交感神经轴突增生，使神经递质去甲肾上腺素(NE)分泌增多，NE与心肌细胞表面的 β -肾上腺素能受体结合后，激活内质网应激相关的IRE1 α -XBP1s通路，导致IRE1 α 磷酸化水平及XBP1s蛋白表达显著升高，进而抑制副交感神经活性，从而使心率变异性显著降低。国内研究也表明，睡眠时间不足及其睡眠时长不均可能与儿童颈动脉内膜中层厚度的增加相关[29]。在各类睡眠障碍中，阻塞性睡眠呼吸暂停(OSA)与心血管后果的关联最为明确。2021年美国心脏协会(AHA)科学声明指出，儿童OSA可直接导致心血管损害：其引发的夜间间歇性低氧血症会增加氧化应激和白细胞黏附分子的产生，导致血管内皮功能障碍和全身炎症反应，为高血压形成病理基础，进一步可发展为系统性高血压[30]。同时，呼吸暂停时胸腔内负压急剧增大，引发血流动力学变化，增加心脏后负荷，造成心脏结构改变。脑钠肽作为反映心脏应变的良好指标，在此情况下会随之升高。若长期未经治疗，将显著增加患儿成年后罹患心血管疾病的风险[30][31]。

综上所述，交感神经过度兴奋和氧化应激等因素共同作用，可导致血压升高、慢性全身性炎症、内皮功能障碍、动脉扩张性降低和动脉粥样硬化的发展，即使在儿童阶段也可导致显著的心血管疾病风险。心血管疾病是中国乃至全球的主要死亡原因，占中国总死亡人数的40% [32][33]。值得注意的是，美国心脏协会(AHA)已将“睡眠健康”纳入更新的“生命八要素”，将其作为2岁及以上个体心血管健康的一个新组成部分，这进一步表明了睡眠与心血管健康的紧密联系。

目前，关于睡眠与心血管疾病的研究多为横断面设计，难以确定因果关系，同时长期随访研究较少。未来需要更多前瞻性干预研究，探索不同睡眠干预措施(如节律调节、睡眠时长优化)对心血管疾病发病风险、病情进展的影响，为临床干预提供直接证据。

3.4. 睡眠与神经系统

睡眠是大脑的“营养剂”，充足且稳定的睡眠对儿童大脑的健康发育至关重要。完整的睡眠周期有助于维持大脑突触可塑性、记忆巩固及保持神经内分泌稳态[34][35]。睡眠对神经功能的影响可直接外化为认知功能受损和情绪行为失调等问题[36]。

睡眠不足或睡眠碎片化会损害前额叶皮功能层，导致儿童学习记忆能力下降，具体表现为注意力分散和运算能力减退[37]，且这类损伤往往具有隐匿性和不可逆性。多中心研究显示，睡眠状况较好的儿童中，45.4%学业成绩位于班级前5%，而在睡眠不足的儿童中，41.9%排名靠后。因此，对于处于快速生长发育阶段的儿童，保障充足睡眠并及时监测其睡眠状况十分重要。此外，睡眠问题会破坏边缘系统与前额叶皮层之间的情绪调节通路。睡眠缺失会削弱前额叶对杏仁核过度反应的抑制作用，导致儿童情绪调节能力下降[36]，具体表现为多动、冲动、易怒、攻击和对立行为，并增加罹患焦虑和抑郁的风险。同时，睡眠问题与精神障碍之间存在双向关联，这种关联在幼儿、学龄儿童和青少年中均存在，且影响具有长期性。鉴于精神障碍的治疗和睡眠障碍的改善可相互促进，因此在诊断、治疗及预防精神障碍时，应充分考虑睡眠问题的评估与干预[38]。研究还发现，睡眠问题不仅普遍影响正常儿童的认知、情绪和行为，更与神经发育障碍形成复杂的共病关系。在孤独症谱系障碍、注意缺陷多动障碍等神经发育障碍儿童中，睡眠问题的发生率高达50%~80%，且二者常陷入相互加重的恶性循环[35]。部分基因变异也被认为可能同时增加神经发育障碍和睡眠障碍的风险[39]。总体而言，睡眠和神经发育之间的关系是双向且复杂的；

神经发育差异可能导致睡眠失调，而睡眠失调又会进一步干扰正常的发育进程。

未来研究应致力于识别可预测睡眠问题风险或干预反应性的生物标志物，进一步阐释睡眠与神经生物学通路的作用机制，并在此基础上开发能有效改善儿童睡眠的干预措施。

3.5. 睡眠与内分泌系统

睡眠与健康之间的重要关联，离不开其对内分泌系统的核心调节作用。研究表明，睡眠紊乱可通过影响下丘脑-垂体轴，干扰儿童的正常内分泌功能，具体表现为生长激素分泌异常、胰岛素抵抗及代谢紊乱[40]，并与超重[41]、肥胖[42]-[44]等问题密切相关。这些影响不仅是儿童期的重要健康风险，也可能延续至成年，增加成年罹患糖尿病、代谢综合征等慢性疾病的概率[45]。

生长激素主要在深睡眠过程中释放，其中慢波睡眠是其分泌的高峰期[34]。当睡眠出现问题时，会抑制生长激素的脉冲式分泌。例如，约三分之一的睡眠呼吸障碍患儿存在发育迟缓。同时，睡眠问题的出现会损害胰岛素敏感性，增加糖代谢异常风险，引发内分泌紊乱，从而增加未来发生高血压、糖尿病等疾病的风险。睡眠不足与肥胖的关联尤为突出。一项针对汉族儿童的研究发现，在3~4岁儿童中，睡眠时间少于9小时的儿童发生肥胖的危险是睡眠大于11小时者的4.76倍[46]。另一项纳入63万人的荟萃分析也发现，与每天睡眠>10小时的儿童及青少年相比，睡眠≤10小时者的肥胖风险增加89%[47]。多项流行病学研究已证实睡眠剥夺与儿童肥胖的关联，尤其是学龄前儿童。值得注意的是，这种关系是双向的：肥胖本身也是睡眠障碍的重要诱因之一。睡眠不足可导致抑制食欲的瘦素水平下降，促进食欲的饥饿素水平升高；同时，较高的身体质量指数(BMI)也已被证实是儿童睡眠中断的预测指标[3]。

未来研究应致力于阐明睡眠与内分泌系统之间双向调控的具体神经通路，并通过转化医学研究，为改善儿童睡眠及相关内分泌健康提供循证依据。

3.6. 睡眠与免疫系统

睡眠与免疫系统之间存在着双向且动态的相互作用。良好的睡眠有助于降低感染风险、改善感染预后，常被视为治疗疾病的“天然良药”；而炎症反应引起免疫系统激活则会破坏正常的睡眠[48][49]。睡眠可通过内在生物钟来调控免疫细胞的循环与细胞因子的释放，使其与睡眠-觉醒周期保持同步[49]。睡眠剥夺会降低自然杀伤细胞的活性，损害淋巴细胞增殖能力[48]，导致Th1/Th2免疫失衡，其中Th2型免疫反应增强与过敏性哮喘的发生相关[50]。同时，睡眠不足可引起促炎细胞因子IL-6水平升高，增加机体对感染性疾病的易感性[51]。少数研究提示IL-1、TNF及IL-6等细胞因子的循环水平常在睡眠期间或清晨达到峰值[52]，表明这些细胞因子可能参与生理性睡眠-觉醒行为的调节。目前动物与人类研究表明，病原体或其成分能够改变睡眠，提示睡眠可能有助于免疫系统的能量分配[53]，并通过平衡炎症介质来维持免疫稳态，从而影响机体的固有免疫与适应性免疫功能[54]。

目前，关于睡眠对体液免疫系统(包括总IgG、IgM、IgA抗体水平及补体因子)影响的研究较少。有研究发现人类在一晚完全睡眠剥夺后，晨间循环的IgG、IgM和IgA水平会增加[55]，但后续多项研究结果不一，未能重复这一发现，抗体水平变化的功能意义目前仍难以评估。在补体系统方面，动物研究[56]和人体研究[57][58]提示，在急性睡眠剥夺的不同时间点，补体因子C3、C5或其受体C3aR、C5aR的变化并不一致。但根据目前研究可以明确的是，无论睡眠干预持续时间长短，C4水平均保持稳定。睡眠对人类淋巴细胞数量及亚群的影响也较为复杂。在急性或长期睡眠减少时，淋巴细胞总数及主要淋巴细胞亚群(如B细胞、CD4+和CD8+ T细胞、NK细胞)的计数已被发现减少[59]-[61]或保持不变[62]-[65]。然而，也有研究报道在夜间正常睡眠后，某些淋巴细胞亚群(即CD4+ T细胞，CD8+ T细胞和NK细胞)数量在晚间呈现增加的趋势[66][67]。如Born等人[68]所指出，这种增加可能反映了稳态代偿反应：尽管淋

巴细胞和各种亚群的数量在睡眠期间急剧减少，但在正常睡眠后的下午或晚间会出现回升。

睡眠对免疫功能至关重要的观点由来已久，但系统研究二者间相互作用仍是一个较新的研究领域。目前，其背后复杂的神经免疫机制尚未完全阐明，可能涉及多参数协同介导睡眠对免疫系统的影响。此外，受伦理所限，关于免疫-睡眠关系的实验证据主要来自对年轻人(或年轻动物)的研究，结论向婴儿、儿童、青少年、中年和老年人的外推需谨慎。因此，未来有必要在更广泛的年龄群体中开展研究，进一步明确睡眠与免疫系统之间的交互机制。

4. 小结

儿童睡眠问题发生率较高，其影响不仅限于儿童近期的健康状况，更与成年乃至终身的健康密切相关，儿童睡眠问题已从个体健康危机逐渐演变为一项社会公共卫生挑战，需要家庭、医疗、教育及政策多方协同干预，睡眠问题筛查应作为儿童保健工作的重要组成部分。未来应结合流行病学数据制定精准干预策略，同时借鉴国际经验，加强我国儿童睡眠机制研究，以此为科学指导改善儿童睡眠状况，预防睡眠问题的发生，最终提升儿童近期与远期的整体健康水平。

基金项目

昆明医科大学研究生教育创新基金项目(2025S253)。

参考文献

- [1] 陈洋洋, 周楠. 中国学龄前儿童睡眠问题研究进展[J]. 中国学校卫生, 2020, 41(9): 1433-1437.
- [2] Ahmed, G.K., Khedr, E.M., Hamad, D.A., Meshref, T.S., Hashem, M.M. and Aly, M.M. (2021) Long Term Impact of Covid-19 Infection on Sleep and Mental Health: A Cross-Sectional Study. *Psychiatry Research*, **305**, Article ID: 114243. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2021.114243>
- [3] van Litsenburg, R., Kamara, D., Irestorm, E., Partanen, M., de Vries, R., McLaughlin Crabtree, V., et al. (2023) Sleep Problems during and after Paediatric Brain Tumours. *The Lancet Child & Adolescent Health*, **7**, 280-287. [https://doi.org/10.1016/s2352-4642\(22\)00380-7](https://doi.org/10.1016/s2352-4642(22)00380-7)
- [4] Ophoff, D., Slaats, M.A., Boudewyns, A., Glazemakers, I., Van Hoorenbeeck, K. and Verhulst, S.L. (2018) Sleep Disorders during Childhood: A Practical Review. *European Journal of Pediatrics*, **177**, 641-648. <https://doi.org/10.1007/s00431-018-3116-z>
- [5] Diéguez-Pérez, M., Burgueño-Torres, L., Reichard-Monefeldt, G., Tapia-Sierra, F.E. and Ticona-Flores, J.M. (2024) Prevalence and Characteristics of Sleep Disorders in Children Aged 7-17: Insights from Parental Observations at the Dental Office. *Children*, **11**, Article No. 609. <https://doi.org/10.3390/children11050609>
- [6] Chapman, D.P., Wheaton, A.G., Anda, R.F., Croft, J.B., Edwards, V.J., Liu, Y., et al. (2011) Adverse Childhood Experiences and Sleep Disturbances in Adults. *Sleep Medicine*, **12**, 773-779. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2011.03.013>
- [7] Bragantini, D., Sivertsen, B., Gehrman, P., Lydersen, S. and Güzey, I.C. (2019) Variations in Circadian Genes and Individual Nocturnal Symptoms of Insomnia. the HUNT Study. *Chronobiology International*, **36**, 681-688. <https://doi.org/10.1080/07420528.2019.1582540>
- [8] Section on Pediatric Pulmonology, Subcommittee on Obstructive Sleep Apnea Syndrome (2002) Clinical Practice Guideline: Diagnosis and Management of Childhood Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Pediatrics*, **109**, 704-712. <https://doi.org/10.1542/peds.109.4.704>
- [9] 陈超, 梁爽, 常丽, 等. 中重度阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患儿睡眠问题的调查分析[J]. 中华护理杂志, 2013, 48(4): 352-354.
- [10] Guilleminault, C., Lee, J.H. and Chan, A. (2005) Pediatric Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, **159**, Article No. 775. <https://doi.org/10.1001/archpedi.159.8.775>
- [11] Mitchell, R.B. (2007) Adenotonsillectomy for Obstructive Sleep Apnea in Children: Outcome Evaluated by Pre- and Postoperative Polysomnography. *The Laryngoscope*, **117**, 1844-1854. <https://doi.org/10.1097/mlg.0b013e318123ee56>
- [12] Chistiakov, D.A., Melnichenko, A.A., Orekhov, A.N. and Bobryshev, Y.V. (2017) Paraoxonase and Atherosclerosis-Related Cardiovascular Diseases. *Biochimie*, **132**, 19-27. <https://doi.org/10.1016/j.biochi.2016.10.010>
- [13] 威利那, 斯明强, 苏畅. 顺尔宁联合糖皮质激素吸入在治疗儿童哮喘中的疗效比较[J]. 中国妇幼健康研究, 2017,

- 28(2): 205-207.
- [14] Villa, M.P., Supino, M.C., Fedeli, S., Rabasco, J., Vitelli, O., Del Pozzo, M., *et al.* (2014) Urinary Concentration of 8-Isoprostane as Marker of Severity of Pediatric OSAS. *Sleep and Breathing*, **18**, 723-729. <https://doi.org/10.1007/s11325-013-0934-0>
- [15] 商孟芳, 林雪艳. 睡眠干预对呼吸道感染致高热惊厥患儿睡眠质量及临床疗效研究[J]. 世界睡眠医学杂志, 2024, 11(8): 1776-1778, 1782.
- [16] 丁玲, 肖玲, 陈成, 等. 儿童喘息、哮喘与睡眠呼吸障碍相关性 Meta 分析[J]. 中华临床免疫和变态反应杂志, 2021, 15(4): 398-404.
- [17] Wu, D., Wang, J., Wei, Y., Zhang, X. and Hou, Z. (2024) Correlation Analysis of Serum 25-Hydroxyvitamin D Levels with Immune Function and Calcium-Phosphate Metabolism in Patients with Bronchial Asthma Treated with Combination Therapy. *Physiological Research*, **73**, 841-855. <https://doi.org/10.33549/physiolres.935279>
- [18] Friesen, H., Singh, N., Schurman, J., Deacy, A., Friesen, C. and Colombo, J. (2025) A Scoping Review of Sleep Disturbances in Children and Adolescents with Abdominal Pain Disorders. *Pediatric Health, Medicine and Therapeutics*, **16**, 67-73. <https://doi.org/10.2147/phmt.s482343>
- [19] Thompson, R.S., Vargas, F., Dorrestein, P.C., Chichlowski, M., Berg, B.M. and Fleshner, M. (2020) Dietary Prebiotics Alter Novel Microbial Dependent Fecal Metabolites That Improve Sleep. *Scientific Reports*, **10**, Article No. 3848. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60679-y>
- [20] 田培郡, 蒋娇娜, 吕天凤, 等. 靶向肠道菌群改善失眠的研究进展及展望[J]. 食品与发酵工业, 2022, 48(15): 303-308.
- [21] Krueger, J.M., Pappenheimer, J.R. and Karnovsky, M.L. (1982) The Composition of Sleep-Promoting Factor Isolated from Human Urine. *Journal of Biological Chemistry*, **257**, 1664-1669. [https://doi.org/10.1016/s0021-9258\(19\)68088-9](https://doi.org/10.1016/s0021-9258(19)68088-9)
- [22] Miyazaki, K., Itoh, N., Yamamoto, S., Higo-Yamamoto, S., Nakakita, Y., Kaneda, H., *et al.* (2014) Dietary Heat-Killed Lactobacillus Brevis SBC8803 Promotes Voluntary Wheel-Running and Affects Sleep Rhythms in Mice. *Life Sciences*, **111**, 47-52. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2014.07.009>
- [23] Thompson, R.S., Roller, R., Mika, A., Greenwood, B.N., Knight, R., Chichlowski, M., *et al.* (2017) Dietary Prebiotics and Bioactive Milk Fractions Improve NREM Sleep, Enhance REM Sleep Rebound and Attenuate the Stress-Induced Decrease in Diurnal Temperature and Gut Microbial Alpha Diversity. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, **10**, Article No. 240. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2016.00240>
- [24] Schmidt, E., Linz, B., Diekelmann, S., Besedovsky, L., Lange, T. and Born, J. (2015) Effects of an Interleukin-1 Receptor Antagonist on Human Sleep, Sleep-Associated Memory Consolidation, and Blood Monocytes. *Brain, Behavior, and Immunity*, **47**, 178-185. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2014.11.012>
- [25] Besedovsky, L., Schmidt, E., Linz, B., Diekelmann, S., Lange, T. and Born, J. (2016) Signs of Enhanced Sleep and Sleep-Associated Memory Processing Following the Anti-Inflammatory Antibiotic Minocycline in Men. *Journal of Psychopharmacology*, **31**, 204-210. <https://doi.org/10.1177/0269881116658991>
- [26] Giuliani, F., Hader, W. and Yong, V.W. (2005) Minocycline Attenuates T Cell and Microglia Activity to Impair Cytokine Production in T Cell-Microglia Interaction. *Journal of Leukocyte Biology*, **78**, 135-143. <https://doi.org/10.1189/jlb.0804477>
- [27] Xiang, X., Chen, J., Zhu, M., Gao, H., Liu, X. and Wang, Q. (2023) Multiomics Revealed the Multi-Dimensional Effects of Late Sleep on Gut Microbiota and Metabolites in Children in Northwest China. *Nutrients*, **15**, Article No. 4315. <https://doi.org/10.3390/nu15204315>
- [28] DelRosso, L.M., Mogavero, M.P. and Ferri, R. (2020) Effect of Sleep Disorders on Blood Pressure and Hypertension in Children. *Current Hypertension Reports*, **22**, Article No. 88. <https://doi.org/10.1007/s11906-020-01100-x>
- [29] 刘浩东. 儿童期睡眠时间及其 4 年变化与颈动脉内中膜增厚的关联研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2024.
- [30] Blechner, M. and Williamson, A.A. (2016) Consequences of Obstructive Sleep Apnea in Children. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, **46**, 19-26. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2015.10.007>
- [31] Baker-Smith, C.M., Isaiah, A., Melendres, M.C., Mahgerefteh, J., Lasso-Pirot, A., Mayo, S., *et al.* (2021) Sleep-Disordered Breathing and Cardiovascular Disease in Children and Adolescents: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Journal of the American Heart Association*, **10**, e022427. <https://doi.org/10.1161/jaha.121.022427>
- [32] Al-Jabi, S.W., Aldabe, L., Alhaj-Asaad, L., Thaher, M., Zyoud, S.H. and Sweileh, W.M. (2021) Assessment of Drug Interactions and Their Associated Factors among Patients with Cardiovascular Diseases: A Cross-Sectional Study from the Occupied Palestinian Territory. *The Lancet*, **398**, S8. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)01494-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(21)01494-x)
- [33] Gou, J. and Wu, H. (2021) Secular Trends of Population Attributable Risk of Overweight and Obesity for Hypertension among Chinese Adults from 1991 to 2011. *Scientific Reports*, **11**, Article No. 6371.

- <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85794-2>
- [34] 贾富华, 武书丽, 王成龙. 儿童睡眠的调节机制研究进展[J]. 国际儿科学杂志, 2024, 51(4): 260-264.
- [35] Bruni, O., Breda, M., Mammarella, V., Mogavero, M.P. and Ferri, R. (2025) Sleep and Circadian Disturbances in Children with Neurodevelopmental Disorders. *Nature Reviews Neurology*, **21**, 103-120. <https://doi.org/10.1038/s41582-024-01052-9>
- [36] Wang, Z., Chen, W., Li, S., He, Z., Zhu, W., Ji, Y., *et al.* (2021) Gut Microbiota Modulates the Inflammatory Response and Cognitive Impairment Induced by Sleep Deprivation. *Molecular Psychiatry*, **26**, 6277-6292. <https://doi.org/10.1038/s41380-021-01113-1>
- [37] Dietch, J.R., Taylor, D.J., Smyth, J.M., Ahn, C., Smith, T.W., Uchino, B.N., *et al.* (2017) Gender and Racial/Ethnic Differences in Sleep Duration in the North Texas Heart Study. *Sleep Health*, **3**, 324-327. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2017.07.002>
- [38] Schnatschmidt, M. and Schlarb, A. (2018) Review: Schlafprobleme und psychische Störungen im Kindes- und Jugendalter. *Zeitschrift für Kinder-und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, **46**, 368-381. <https://doi.org/10.1024/1422-4917/a000605>
- [39] Zhang, X., Sun, Y., Wang, M., Zhao, Y., Yan, J., Xiao, Q., *et al.* (2025) Multifactorial Influences on Childhood Insomnia: Genetic, Socioeconomic, Brain Development and Psychopathology Insights. *Journal of Affective Disorders*, **372**, 296-305. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.12.031>
- [40] Davies, S.K., Ang, J.E., Revell, V.L., Holmes, B., Mann, A., Robertson, F.P., *et al.* (2014) Effect of Sleep Deprivation on the Human Metabolome. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **111**, 10761-10766. <https://doi.org/10.1073/pnas.1402663111>
- [41] Tucci, V. (2016) Genomic Imprinting: A New Epigenetic Perspective of Sleep Regulation. *PLOS Genetics*, **12**, e1006004. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1006004>
- [42] Kaur, S., Teoh, A.N., Shukri, N.H.M., Shafie, S.R., Bustami, N.A., Takahashi, M., *et al.* (2020) Circadian Rhythm and Its Association with Birth and Infant Outcomes: Research Protocol of a Prospective Cohort Study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, **20**, Article No. 96. <https://doi.org/10.1186/s12884-020-2797-2>
- [43] Bathory, E. and Tomopoulos, S. (2017) Sleep Regulation, Physiology and Development, Sleep Duration and Patterns, and Sleep Hygiene in Infants, Toddlers, and Preschool-Age Children. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, **47**, 29-42. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2016.12.001>
- [44] Bandyopadhyay, A. and Sigua, N.L. (2019) What Is Sleep Deprivation? *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **199**, P11-P12. <https://doi.org/10.1164/rccm.1996p11>
- [45] Paavonen, E.J., Morales-Muñoz, I., Pölkki, P., Paunio, T., Porkka-Heiskanen, T., Kylliäinen, A., *et al.* (2019) Development of Sleep-Wake Rhythms during the First Year of Age. *Journal of Sleep Research*, **29**, e12918. <https://doi.org/10.1111/jsr.12918>
- [46] Jiang, F., Zhu, S., Yan, C., Jin, X., Bandla, H. and Shen, X. (2009) Sleep and Obesity in Preschool Children. *The Journal of Pediatrics*, **154**, 814-818. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2008.12.043>
- [47] Cappuccio, F.P., Taggart, F.M., Kandala, N., Currie, A., Peile, E., Stranges, S., *et al.* (2008) Meta-Analysis of Short Sleep Duration and Obesity in Children and Adults. *Sleep*, **31**, 619-626. <https://doi.org/10.1093/sleep/31.5.619>
- [48] Gasmı, A., Semenova, Y., Noor, S., Benahmed, A.G. and Björklund, G. (2024) Sleep, Dietary Melatonin Supplementation, and Covid-19. *Current Medicinal Chemistry*, **31**, 1298-1314. <https://doi.org/10.2174/0929867330666230224093849>
- [49] Al-Abri, M.A., Al-Yaarubi, S. and Said, E.A. (2023) Circadian Rhythm, Sleep, and Immune Response and the Fight against Covid-19. *Oman Medical Journal*, **38**, e477. <https://doi.org/10.5001/omj.2023.38>
- [50] Koinis-Mitchell, D., Marshall, G.D., Kopel, S.J., Belanger, N.M.S., Ayala-Figueroa, J., Echevarria, S., *et al.* (2022) Experimental Methods to Study Sleep Disruption and Immune Balance in Urban Children with Asthma. *SLEEP Advances*, **3**, zpac003. <https://doi.org/10.1093/sleepadvances/zpac003>
- [51] Ahanchian, H., Jones, C.M., Chen, Y. and Sly, P.D. (2012) Respiratory Viral Infections in Children with Asthma: Do They Matter and Can We Prevent Them? *BMC Pediatrics*, **12**, Article No. 147. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-12-147>
- [52] Lange, T., Dimitrov, S. and Born, J. (2010) Effects of Sleep and Circadian Rhythm on the Human Immune System. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **1193**, 48-59. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05300.x>
- [53] Schmidt, M.H. (2014) The Energy Allocation Function of Sleep: A Unifying Theory of Sleep, Torpor, and Continuous Wakefulness. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, **47**, 122-153. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.08.001>
- [54] Besedovsky, L., Lange, T. and Haack, M. (2019) The Sleep-Immune Crosstalk in Health and Disease. *Physiological Reviews*, **99**, 1325-1380. <https://doi.org/10.1152/physrev.00010.2018>

- [55] Hui, L., Hua, F., Diandong, H. and Hong, Y. (2007) Effects of Sleep and Sleep Deprivation on Immunoglobulins and Complement in Humans. *Brain, Behavior, and Immunity*, **21**, 308-310. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2006.09.005>
- [56] Zager, A., Andersen, M.L., Ruiz, F.S., Antunes, I.B. and Tufik, S. (2007) Effects of Acute and Chronic Sleep Loss on Immune Modulation of Rats. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, **293**, R504-R509. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00105.2007>
- [57] Reis, E.S., Lange, T., Köhl, G., Herrmann, A., Tschulakow, A.V., Naujoks, J., *et al.* (2011) Sleep and Circadian Rhythm Regulate Circulating Complement Factors and Immunoregulatory Properties of C5a. *Brain, Behavior, and Immunity*, **25**, 1416-1426. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2011.04.011>
- [58] Ruiz, F.S., Andersen, M.L., Martins, R.C., Zager, A., Lopes, J.D. and Tufik, S. (2010) Immune Alterations after Selective Rapid Eye Movement or Total Sleep Deprivation in Healthy Male Volunteers. *Innate Immunity*, **18**, 44-54. <https://doi.org/10.1177/1753425910385962>
- [59] Besedovsky, L., Dimitrov, S., Born, J. and Lange, T. (2016) Nocturnal Sleep Uniformly Reduces Numbers of Different T-Cell Subsets in the Blood of Healthy Men. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, **311**, R637-R642. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00149.2016>
- [60] van Leeuwen, W.M.A., Lehto, M., Karisola, P., Lindholm, H., Luukkonen, R., Sallinen, M., *et al.* (2009) Sleep Restriction Increases the Risk of Developing Cardiovascular Diseases by Augmenting Proinflammatory Responses through IL-17 and CRP. *PLOS ONE*, **4**, e4589. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004589>
- [61] Wilder-Smith, A., Mustafa, F.B., Earnest, A., Gen, L. and MacAry, P.A. (2013) Impact of Partial Sleep Deprivation on Immune Markers. *Sleep Medicine*, **14**, 1031-1034. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2013.07.001>
- [62] Ackermann, K., Revell, V.L., Lao, O., Rombouts, E.J., Skene, D.J. and Kayser, M. (2012) Diurnal Rhythms in Blood Cell Populations and the Effect of Acute Sleep Deprivation in Healthy Young Men. *Sleep*, **35**, 933-940. <https://doi.org/10.5665/sleep.1954>
- [63] Chennaoui, M., Arnal, P.J., Drogou, C., Leger, D., Sauvet, F. and Gomez-Merino, D. (2017) Leukocyte Expression of Type 1 and Type 2 Purinergic Receptors and Pro-Inflammatory Cytokines during Total Sleep Deprivation and/or Sleep Extension in Healthy Subjects. *Frontiers in Neuroscience*, **11**, Article No. 240. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00240>
- [64] Dinges, D.F., Douglas, S.D., Zaug, L., Campbell, D.E., McMann, J.M., Whitehouse, W.G., *et al.* (1994) Leukocytosis and Natural Killer Cell Function Parallel Neurobehavioral Fatigue Induced by 64 Hours of Sleep Deprivation. *Journal of Clinical Investigation*, **93**, 1930-1939. <https://doi.org/10.1172/jci117184>
- [65] Faraut, B., Boudjeltia, K.Z., Dyzma, M., Rousseau, A., David, E., Stenuit, P., *et al.* (2011) Benefits of Napping and an Extended Duration of Recovery Sleep on Alertness and Immune Cells after Acute Sleep Restriction. *Brain, Behavior, and Immunity*, **25**, 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2010.08.001>
- [66] Heiser, P., Dickhaus, B., Opper, C., Hemmeter, U., Renschmidt, H., Wesemann, W., *et al.* (2001) Alterations of Host Defence System after Sleep Deprivation Are Followed by Impaired Mood and Psychosocial Functioning. *The World Journal of Biological Psychiatry*, **2**, 89-94. <https://doi.org/10.3109/15622970109027498>
- [67] Oztürk, L., Pelin, Z., Karadeniz, D., *et al.* (1999) Effects of 48 Hours Sleep Deprivation on Human Immune Profile. *Sleep Research Online: SRO*, **2**, 107-111.
- [68] Born, J., Lange, T., Hansen, K., Mölle, M. and Fehm, H.L. (1997) Effects of Sleep and Circadian Rhythm on Human Circulating Immune Cells. *The Journal of Immunology*, **158**, 4454-4464. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.158.9.4454>