

睡眠时间参数对儿童青少年内化问题的影响： 学段和消极情绪性的调节作用*

邢淑芬¹ 贾琳琳¹ 俞美硕¹ 王 坤¹ 高 鑫²

(¹首都师范大学心理学院, 北京 100048) (²河北师范大学教育学院, 石家庄 050024)

摘 要 睡眠不足和节律紊乱是儿童青少年普遍存在的睡眠问题, 也是导致内化问题产生的重要风险因素。本研究以 3197 名四到九年级学生(49.7%女生)为研究对象, 采用睡眠日志法考察了夜间睡眠时长、睡眠中点和周末补偿睡眠三个睡眠时间参数与儿童青少年内化问题的关系, 同时检验学段和消极情绪性的调节作用。结果发现, 夜间睡眠时长与初中生和高消极情绪性小学生的内化问题呈 U 型关系, 最佳睡眠时长的逆转阈限分别是 9.09 小时和 10.39 小时; 睡眠中点越晚高消极情绪性初中生内化问题越多; 周末补偿睡眠与低消极情绪性初中生内化问题呈 U 型关系, 最佳周末补偿睡眠的逆转阈限为 1.10 小时, 与高消极情绪性初中生的内化问题呈线性关系。本研究结果为儿童青少年科学的睡眠安排提供科学依据, 也提示儿童青少年的作息安排应考虑其发展阶段和气质特征。

关键词 夜间睡眠时长, 睡眠中点, 周末补偿睡眠, 内化问题, 学段, 消极情绪性

分类号 B844

1 问题提出

睡眠是人类最重要的生理活动之一, 对儿童青少年的生理、认知和情感等方面的发展至关重要(El-Sheikh et al., 2022)。2021 年 4 月, 教育部印发《关于进一步加强中小学生睡眠管理工作的通知》(以下简称《睡眠通知》), 对中小学生的睡眠时长和就寝时间作出明确要求, 要求小学生每晚的睡眠时长应达到 10 小时, 初中生每晚的睡眠时长应达到 9 小时, 称为史上最严厉的“睡眠令”。然而, 随着学业负担的增加和智能手机的普及, 当前我国中小学生面临严峻的睡眠不足和节律紊乱等睡眠问题, 根据《2022 中国国民健康睡眠白皮书》的数据显示, 约 67% 儿童青少年每天睡眠时长不足 8 小时, 24% 未成年人在零点以后才能入睡。已有大量的实证研究表明, 睡眠不足、节律紊乱和睡眠不规律是儿童青少年产生焦虑和抑郁等内化问题的重要风险因素(例如 Guldner et al., 2023; Wang et al., 2020;

Zhu et al., 2024)。但是, 该领域研究仍存在一些有待解决的问题。首先, 夜间睡眠时长与儿童青少年内化问题的研究大多基于线性假设, 现有研究已在成年人和年龄较小的儿童群体中探讨了两者的非线性关系, 二者的关系模式以及最佳睡眠时长的逆转阈限在儿童青少年群体中还有待考察; 其次, 睡眠节律和规律性与儿童青少年内化问题的关系尚未得到一致的研究结果; 最后, 睡眠经历与内化问题的关系模式是否会因儿童青少年的发展阶段和气质特征而产生差异有待探讨。为了弥补上述研究不足, 本研究以学龄儿童和青少年为研究对象, 考察夜间睡眠时长、睡眠中点和周末补偿睡眠三个睡眠时间参数与内化问题的关系, 进一步检验学段(小学、初中)和消极情绪性在上述关系中的调节作用。

1.1 夜间睡眠时长与内化问题

夜间睡眠时长是指个体从入睡到觉醒所经历的时间, 是评估个体睡眠状况最常用的客观指标(Meltzer et al., 2021)。大量实证研究基于线性关系

收稿日期: 2023-07-21

* 国家自然科学基金面上项目(32171069)资助。

通信作者: 高鑫, E-mail: gaixin@mail.hebtu.edu.cn

的基本假设,考察夜间睡眠时长与儿童青少年内化问题的关系(如 Guerlich et al., 2021; Pasch et al., 2010; Roberts & Duong, 2017)。例如,一项横断研究以欧洲 406 名 8 岁儿童为研究对象考察夜间睡眠时长与儿童内化问题的关系,结果发现夜间睡眠时长越短,儿童出现内化问题的风险越高(Guerlich et al., 2021)。同样,一项研究以 349 名 10~16 岁青少年为研究对象探讨了睡眠与抑郁症状、药物使用等行为问题的关系,发现夜间睡眠时长越短,青少年的抑郁症状越严重,夜间睡眠减少与过去一个月酒精摄入量的增加有关(Pasch et al., 2010)。Roberts 和 Duong (2017)以 4175 名 11~17 岁青少年为研究对象考察了夜间睡眠时长对焦虑障碍的纵向预测作用,结果发现睡眠时长的减少会显著增加青少年罹患焦虑障碍的风险。可见,睡眠不足是儿童青少年内化问题的重要风险因素。

那么,是否睡眠时间越长,内化问题就会越少?睡眠是个体内稳态系统的重要组成部分,理论上睡眠时长与个体健康之间存在 U 型关系,即存在最佳的睡眠时长维持个体睡眠和觉醒状态的平衡(Saper et al., 2005)。美国国家睡眠基金会明确提出了不同年龄段的最佳睡眠时长,学龄儿童的最佳睡眠时长为 9~11 个小时,低于 7 小时或高于 12 小时都会损害个体健康(Watson et al., 2015)。睡眠不足使个体无法得到充足的休息和恢复(Meldrum et al., 2015),睡眠过多会限制个体参与社交和运动等活动的机会(Siegel, 2022)。神经影像学的证据显示,睡眠时长不足或过多均与中央前回和海马体等关键脑区的体积和厚度变小有关(Li et al., 2022)。可见,睡眠时长与个体健康之间可能存在非线性关系。已有实证研究在成人和年龄较小的儿童群体中证实了睡眠时长与内化问题之间存在 U 型关系(例如 Dong et al., 2022; James & Hale, 2016; Li et al., 2022; Sivertsen et al., 2021)。例如,基于英国生物样本库中约 50 万成年人的研究结果显示,睡眠时长不足或超过 7 小时都会导致更差的认知表现和心理健康(Li et al., 2022)。一项基于美国国家健康与营养调查(NHANES)也发现,睡眠不足或超过 8 小时会提高成年人的抑郁风险(Dong et al., 2022)。同样,二者的 U 型关系在年龄较小的儿童样本中也得到部分验证。例如,James 和 Hale (2016)考察了儿童夜间睡眠时长与行为问题的关系,结果发现控制 5 岁时的夜间睡眠时长后,9 岁时夜间睡眠时长与儿童问题行为存在 U 型关系,睡眠时长在 8~10 小时

范围内时其内化问题最少。Sivertsen 等人(2021)以挪威儿童为研究对象,发现夜间睡眠时长对内化问题的纵向预测作用也呈现 U 型关系,儿童 1.5 岁时的夜间睡眠时长在 10~15 小时时,8 岁时出现内化问题的风险最小,少于 10 小时或多于 15 小时都会增加内化问题的风险。然而,个体的睡眠需求和最佳睡眠时长会随着年龄增长而发生变化(Hirshkowitz et al., 2015),在成人和年龄较小的儿童群体中得到的最佳睡眠时长不能直接推广至儿童青少年群体。因此,本研究的第一个目的就是在学龄儿童和青少年中考察夜间睡眠时长与内化问题之间是否存在 U 型关系,并进一步确定最佳睡眠时长的逆转阈值。

1.2 睡眠节律与内化问题

睡眠节律是指内源性的、以近似 24 小时为波动周期的睡眠-觉醒规律,代表了个体在日常活动和睡眠时间等方面的习惯偏好,如清晨型个体习惯早睡早起(Borbély et al., 2016; Randler, 2014)。由于学业负担和电子产品的普及,儿童青少年逐渐向夜晚型转换(Ricci et al., 2021; Short et al., 2018),有研究结果显示,新冠疫情期间由于居家隔离等情况,儿童青少年的入睡和起床时间比疫情前至少推迟一个小时(Bessot et al., 2023; Prabhat et al., 2022)。因此,考察学龄儿童青少年的睡眠节律对其内化问题的影响十分重要。

关于睡眠节律与儿童青少年内化问题的研究发现,睡眠节律后移与内化问题密切相关(例如陈永进等, 2020; Bauducco et al., 2020; Chiu et al., 2017)。例如,Chiu 等(2017)以 2139 名 7~13 岁儿童为研究对象考察了儿童睡眠节律偏好与抑郁症状之间的关系,结果发现夜晚型儿童出现抑郁症状的风险更高。然而也有研究发现睡眠节律后移与内化问题之间并不存在显著关联(例如 Furusawa et al., 2015; Lemoine et al., 2013)。例如,一项以 959 名轮班工人为被试的研究发现夜晚型与清晨型个体抑郁症状的发生率没有显著差异(Furusawa et al., 2015)。一项针对临床抑郁患者的研究也发现,睡眠节律并不能预测抑郁症状的发展变化(Lemoine et al., 2013)。上述关于睡眠节律与内化问题的研究结果不一致,这可能是因为自我报告所测量的睡眠节律不能精确地反映个体实际的睡眠安排。

对此,有研究采用“睡眠中点”(Sleep Midpoint)来考察睡眠节律,睡眠中点可以更准确地反映个体真实的睡眠节律,是指个体睡眠周期开始和结束的中间时间点,计算方式为醒来的时间减去 1/2 总睡

眠时长, 睡眠中点的后移代表个体睡眠节律的延迟(Roenneberg et al., 2003)。研究表明, 睡眠中点后移增加个体的内化问题(de Souza & Hidalgo, 2014; Zhu et al., 2023)。例如, de Souza 和 Hidalgo (2014)以 351 名 12~21 岁学生为研究对象考察睡眠中点与抑郁症状的关系, 结果发现学生睡眠中点越晚抑郁症状越严重。同样, Zhu 等(2023)以 957 名青少年为研究对象, 结果发现青少年的睡眠中点越晚, 出现焦虑、抑郁和躯体症状的风险就越高。基于上述考虑, 本研究的第二个目的是以睡眠中点作为睡眠节律的测查指标, 考察睡眠节律与儿童青少年内化问题的关系。

1.3 睡眠规律性与内化问题

除了夜间睡眠时长和睡眠节律以外, 睡眠规律性也是影响个体健康的重要睡眠时间参数。睡眠规律性(Sleep Regularity)是指个体睡眠-觉醒模式的日常变异, 常用的测量指标包括睡眠行为的个体内变异(即标准差)、社会时差和周末补偿睡眠等(Fischer et al., 2021; Sletten et al., 2023)。周末补偿睡眠代表了个体周末和工作日的睡眠时长差异, 计算方式为周末睡眠时长减去工作日睡眠时长(Kim et al., 2012)。由于受课业负担和学校作息安排的影响, 学龄儿童青少年的睡眠模式在上学日形成以“周”为单位的循环规律, 即大多数学龄儿童青少年延长周末睡眠时间, 补充在上学日累积的睡眠债(Tang et al., 2021), 调查显示近 90%青少年会在周末进行补偿睡眠(Liu et al., 2020)。因此, 本研究聚焦周末补偿睡眠考察睡眠的变异性与内化问题的关系。

研究者对周末补偿睡眠与个体健康的关系持有两种观点。一种观点认为, 周末补偿睡眠是人们应对工作日睡眠不足的主动调节策略, 一定程度能缓解工作日积累的睡眠债, 对健康具有积极作用(Koo et al., 2021)。例如, 研究发现周末补偿睡眠不仅能改善代谢障碍(Kim et al., 2021)和心血管疾病(Zhu et al., 2023)等身体健康问题, 同时减少焦虑和抑郁等内化问题(Oh et al., 2019; Zheng et al., 2024)。另一种观点认为, 周末补偿睡眠会增加工作日和非工作日的睡眠变异, 降低睡眠规律性, 进而导致更多的个体健康问题(如 Kang et al., 2014; Wang et al., 2020)。例如, Kang 等(2014)以韩国青少年为被试, 发现周末补偿睡眠较长的个体会表现出更多的自伤行为和自杀意图。Wang 等(2020)在我国青少年群体中研究发现, 青少年周末补眠的时间越

长, 一年后出现焦虑症状的风险越高。究竟周末补偿睡眠对个体健康产生积极还是消极影响, 可能受其时长的调节, 只有适当的周末补偿睡眠是有益的(如 Kim et al., 2021; Liu et al., 2020; Sletten et al., 2023)。例如, Kim 等(2021)考察成人周末补偿睡眠与抑郁症状的关联, 结果发现周末进行 1~2 个小时补眠的个体出现抑郁症状的风险显著降低, 超过 2 个小时周末补眠会增加抑郁症状。此外, Liu 等(2020)以 7311 名青少年为被试, 结果发现周末补偿睡眠与青少年抑郁症状存在 U 型关系, 与适当的周末补偿睡眠(0~1 个小时)相比, 过少或过多的周末补偿睡眠都会增加抑郁风险。综上, 本研究的第三个目的是, 以周末补偿睡眠作为儿童青少年睡眠的个体内变异指标, 考察学龄儿童青少年的周末补偿睡眠与内化问题的关系模式。

1.4 消极情绪性和学段的调节作用

尽管睡眠问题是引发儿童青少年内化问题的重要风险因素, 但是并非所有经历睡眠问题的儿童青少年都会出现同等程度的适应不良(Turnbull et al., 2013)。根据差别易感性理论, 外界环境和经历对个体发展的影响会受到其自身气质特征的调节, 某些气质特征的个体对环境或经历的影响更加敏感, 更容易受外界环境和经历的影响(马园园 等, 2015; Belsky & Pluess, 2009)。因此, 从气质与睡眠经历相互作用的角度探讨睡眠参数影响的个体差异性, 一定程度上可以解释以往矛盾的研究结果, 还可以更好地理解哪些睡眠参数对哪些儿童具有更大的积极或消极影响, 从而提高睡眠指导的有效性和针对性。

消极情绪性(Negative Emotionality)是个体的典型气质特征之一, 具有一定的神经生理基础, 是指个体对环境中消极刺激的警惕性和反应性, 以及感受和表达消极情绪的倾向性, 具有易紧张和难安抚的特点(Hartz & Williford, 2015; Rothbart & Rueda, 2005)。已有实证研究考察了消极情绪性与睡眠经历对儿童内化问题的共同作用(姚力宁 等, 2019; Cremone et al., 2018; Goodnight et al., 2007; Troxel et al., 2013)。例如, Cremone 等(2018)考察了学前儿童消极情绪性和睡眠中点对问题行为的共同作用, 结果发现与低消极情绪性儿童相比, 高消极情绪性儿童的睡眠中点越晚问题行为就会越多。姚力宁等(2019)考察了我国学前儿童的消极情绪性对睡眠时间参数与内化问题之间关系的调节作用, 结果发现夜间睡眠比仅能负向预测高消极情绪性儿童的内化问题, 对低消极情绪性儿童影响不显著。上述研

究表明高消极情绪性可能是个体对睡眠经历的易感性因素。因此,本研究以消极情绪性为易感性指标,考察儿童青少年的消极情绪性和睡眠参数对其内化问题的共同作用。

除了气质特征,发展阶段也会调节睡眠经历与内化问题的关系。首先,个体的睡眠需求和最佳睡眠时长会随着年龄的变化而发生变化(Hirshkowitz et al., 2015),因此,睡眠时长与内化问题的关系模式以及最佳阈限可能存在年龄差异。其次,随着儿童青少年生理发育的不断成熟,个体的睡眠节律逐渐延迟,睡眠中点会随年龄的增长自然后移(Randler et al., 2019)。此外,学生的作息安排存在学段差异,学业负担随学段的上升而增加,中学生比小学生面临更严重的睡眠不足、睡眠节律推迟和紊乱等问题,考察睡眠经历与内化问题的关系需要考虑学段差异。综上,本研究的第四个研究目的是,考察消极情绪性和学段(即小学生和中学生)对儿童青少年睡眠时间参数与内化问题关系的调节作用。

1.5 研究目的与假设

综上,本研究以 7~16 岁学龄儿童和青少年为研究对象考察夜间睡眠时长、睡眠中点和周末补偿睡眠三个睡眠时间参数与儿童青少年内化问题的关系,并进一步检验消极情绪性和学段在上述关系中的调节作用。基于上述理论观点和研究证据,我们预期:

H1: 夜间睡眠时长与学龄儿童青少年内化问题呈 U 型关系,即存在最佳睡眠时长阈限,夜间睡眠时长不足或过长都会增加学龄儿童青少年的内化问题;

H2: 睡眠中点与学龄儿童青少年内化问题之间呈线性关系,即睡眠中点越晚,学龄儿童青少年的内化问题越多;

H3: 周末补偿睡眠与学龄儿童青少年内化问题之间呈 U 型关系,即存在最佳的周末补偿睡眠时长,补眠过少或过多都会增加内化问题;

H4: 与低消极情绪性学龄儿童青少年相比,高消极情绪性学龄儿童青少年更容易受其自身睡眠经历的影响。

H5: 不同睡眠时间参数与学龄儿童青少年内化问题的关系模式存在学段差异。

2 方法

2.1 研究对象

本研究采用随机取样选取北京、山东和河北的

5 所学校四到九年级的 3197 名学生为研究对象,其中男生 1590 人(49.7%),女生 1568 人(49.0%),39 人未报告性别信息;平均年龄为 12.33 岁($SD = 1.72$, $range = 7.70 \sim 16.76$)。以往研究表明,睡眠日志不少于 5 天为有效数据(例如 Meltzer et al., 2012; Philbrook et al., 2017)。本研究所有被试均提供了有效数据,其中 3177 名被试(99.4%)具有完整的睡眠记录,20 名被试(0.6%)存在部分缺失,其他变量缺失比例均低于 4%,采用多重插补法(Multiple Imputation)对缺失数据进行填补。9.0%母亲和 8.0%父亲受教育程度为高中及以下,64.8%母亲和 60.7%父亲的受教育程度为大专或本科,26.2%母亲和 31.3%父亲受教育程度为硕士及以上。

2.2 测量工具

2.2.1 家庭基本信息表

采用自编《家庭基本信息表》收集被试及家庭的基本信息,包括被试性别、年龄、年级、是否独生和父母受教育程度等。父母的受教育程度采用 7 点计分: 1 = 低于六年级, 2 = 小学, 3 = 初中, 4 = 高中(中专), 5 = 大专, 6 = 大学本科, 7 = 硕士及以上。

2.2.2 睡眠时间参数的测量

采用睡眠日志记录被试的睡眠情况,根据相关数据计算睡眠时间参数。睡眠日志是一种非侵入性的睡眠记录方法,要求个体每天详细记录自己所有的睡眠与觉醒时间,可靠性高且操作相对简单(Bernier et al., 2010; Kouros et al., 2022);根据研究惯例,睡眠日志不少于 5 天为有效数据(例如 Meltzer et al., 2012; Philbrook et al., 2017),本研究要求被试记录自己一周的睡眠情况,每天报告晚上就寝时间、早晨起床时间和午休时间。具体的睡眠时间参数计算方法如下:

夜间睡眠时长 = 第二天起床时间 - 前一晚就寝时间

睡眠中点 = 起床时间 - 1/2(夜间睡眠时长)

根据上述公式计算被试一周中每天的夜间睡眠时长和睡眠中点,随后计算其均值作为平均夜间睡眠时长和平均睡眠中点。

计算周末补偿睡眠需进一步分别计算上学日和周末的平均睡眠时长,考虑到上学期间作息的内在规律,选取周五的夜间睡眠时长(周六早上起床时间 - 周五晚上就寝时间)和周六的夜间睡眠时长(周日早上起床时间 - 周六晚上就寝时间)作为周末睡眠;其余时间节点作为上学日的睡眠,周末补偿睡眠的计算公式如下:

周末补偿睡眠 = 周末平均夜间睡眠时长 - 上学日平均夜间睡眠时长

2.2.3 消极情绪性的测量

采用 Ellis 和 Rothbart (2001)修订的青少年早期气质问卷(The Early Adolescent Temperament Questionnaire, EATQ-R)测量消极情绪性,该量表适用于 9~15 岁的儿童青少年。消极情绪性包含 7 道题,如“当我必须中断我喜欢做的事时,我会很恼火”,要求被试根据自己的实际情况进行 5 点评分,1 代表不符合,5 代表完全符合。各条目的均值代表被试的消极情绪性,得分越高表明消极情绪性越高。该问卷在我国儿童青少年中具有良好的信效度(张劲松等,2008),本研究中的内部一致性系数为 0.73。

2.2.4 内化问题的测量

采用 Achenbach (1991)编制的青少年自我评价量表(Youth Self Report, YSR)评估内化问题,包括焦虑/抑郁(14 题)、退缩(7 题)、躯体主诉(3 题)三个维度。要求被试根据自身情况和项目的符合程度进行 3 点评分,0 代表无,1 代表偶尔,2 代表经常。所有题目的平均分代表被试的内化问题,均分越高说明内化问题越严重。该量表在我国儿童青少年中具有良好的信效度(黄雪竹等,2005),本研究的内部一致性系数为 0.94。

2.3 施测程序

首先,睡眠日志表由班主任发放给学生,学生连续记录自己一周的睡眠时间。其次,睡眠记录结束后,以班级为单位由学生自我报告家庭基本情况、消极情绪性和内化问题。数据收集时间为 2024 年 3 月,选取正常教学周以免考试、运动会等特殊事件对学生睡眠的影响,研究内容和程序已获得首都师范大学心理学伦理委员会的审核批准(批准号: CNU-20211202)以及学校和家长的知情同意,所有家长均签署了书面知情同意书。

2.4 数据分析

首先,对数据进行预处理,采用多重插补法填补缺失数据,对超过 ± 4 个标准差的被试进行缩尾处理,降低极端值的影响。其次,对各变量进行初步分析。最后,采用分层回归分析考察睡眠时间参数对内化问题的预测作用,以及消极情绪性和学段的调节作用。预测变量和调节变量在标准化处理之后构建二次项和交互项,以内化问题为因变量,第一层纳入控制变量;第二层纳入睡眠时长的一次项和二次项、睡眠中点、周末补偿睡眠的一次项和二次项、消极情绪性以及学段作为预测变量;第三层

纳入上述一次项和二次项与消极情绪性的交互项,以及与学段的交互项以考察调节效应;第四层纳入上述睡眠参数的一次项、二次项、消极情绪性和学段的三交互项以考察三者的交互。因三交互项显著,后续分析则分学段进行,以考察不同学段睡眠时间参数与内化问题的关系模式;若二交互项显著则进行简单斜率分析,考察睡眠时间参数与不同消极情绪性被试内化问题的关系模式。

U 型关系检验方法如下:首先,根据睡眠时间参数二次项的系数初步判断是否存在 U 型关系,若二次项系数显著大于 0,说明两者呈正 U 型关系;若二次项系数显著小于 0,说明两者呈倒 U 型。其次,对 U 型关系的稳健性进行检验(Haans et al., 2015; Lind & Mehlum, 2010):计算曲线拐点(Turning Point),公式为拐点值 = $-B_1/2B_2$ (B_1 为一次项系数, B_2 为二次项系数),若曲线拐点落在预测变量的取值范围内,则说明 U 型关系稳健。

3 结果

3.1 共同方法偏差检验

采用 Harman 单因素检验法进行共同方法偏差检验,探索性因素分析发现,未经旋转情况下特征值大于 1 的因子有 6 个,第一个因子解释变异量为 11.04%,小于 40%临界值,容忍度均大于 0.18,方差膨胀因子均小于 5.50,说明不存在严重的共同方法偏差。

3.2 初步分析

对各变量进行描述性统计(见表 1)和相关分析(见表 2)。结果发现,小学生和初中生的睡眠时长与睡眠中点呈显著负相关,与周末补偿睡眠呈显著正相关,睡眠中点与周末补偿睡眠呈显著正相关。睡眠时长与内化问题显著负相关,睡眠中点和消极情绪性与内化问题显著正相关。周末补偿睡眠与初中生内化问题显著正相关。性别、父亲受教育程度与小学生内化问题相关显著,在小学生群体的后续分析中将性别、父亲受教育程度作为控制变量;性别、父亲和母亲受教育程度与初中生内化问题相关显著,在初中生群体的后续分析中将性别、父亲和母亲受教育程度作为控制变量。

3.3 不同睡眠时间参数和消极情绪性、学段对内化问题的共同作用

采用分层回归考察学龄儿童和青少年三个睡眠时间参数与其内化问题的关系模式,以内化问题为因变量,性别、父母受教育程度为控制变量,睡眠时长一次项和二次项、睡眠中点、周末补偿睡眠

表 1 研究变量的描述性统计

研究变量	总体(N = 3197)			小学生(N = 1812)			初中生(N = 1385)		
	M	SD	Range	M	SD	Range	M	SD	Range
睡眠时长	8.84	0.84	[5.49, 12.19]	9.24	0.66	[5.68, 12.19]	8.33	0.76	[5.49, 11.98]
睡眠中点	2.58	0.43	[0.84, 4.31]	2.54	0.39	[1.00, 4.20]	2.63	0.47	[0.84, 4.31]
周末补偿睡眠	0.93	1.18	[-3.85, 5.71]	0.72	1.03	[-3.12, 5.71]	1.21	1.30	[-3.85, 5.71]
消极情绪性	2.82	0.90	[1.00, 5.00]	2.71	0.89	[1.00, 5.00]	2.96	0.91	[1.00, 5.00]
内化问题	0.37	0.35	[0.00, 1.79]	0.35	0.33	[0.00, 1.79]	0.40	0.38	[0.00, 1.79]

表 2 各变量的相关系数统计结果

变量	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 性别	1	0.03	0.02	0.03	-0.03	0.04	0.05*	0.08**	0.17***
2 母亲受教育程度	0.05*	1	0.63***	0.01	0.04	-0.06	-0.04	-0.01	-0.07**
3 父亲受教育程度	-0.001	0.62***	1	0.02	0.03	-0.05	-0.03	-0.02	-0.09**
4 午休时长	0.01	-0.03	-0.03	1	-0.02	-0.04	-0.04	-0.01	0.01
5 夜间睡眠时长	-0.01	0.05*	0.01	-0.01	1	-0.39***	0.26***	-0.14***	-0.17***
6 睡眠中点	0.03	0.03	0.04	0.02	-0.38***	1	0.48***	0.16***	0.22***
7 周末补偿睡眠	0.09***	0.01	0.01	0.05*	0.26***	0.31***	1	0.06*	0.11***
8 消极情绪性	0.06**	-0.01	0.01	0.01	-0.09***	0.11***	-0.01	1	0.44***
9 内化问题	0.05*	-0.04	-0.06*	-0.01	-0.13***	0.07**	-0.02	0.47***	1

注：性别进行虚拟编码，0 代表男，1 代表女；对角线左下方为小学生相关矩阵，右上方为初中生相关矩阵；*表示 $p < 0.05$ ，**表示 $p < 0.01$ ，***表示 $p < 0.001$ 。

一次项和二次项、消极情绪性、学段、消极情绪性×睡眠时间参数(包括一次项和二次项)的二交互项、学段×睡眠时间参数(包括一次项和二次项)的二交互项以及消极情绪性×学段×睡眠时间参数(包括一次项和二次项)的三交互项为预测变量。鉴于睡眠时长与睡眠中点、周末补偿睡眠相关显著，需对预测变量进行多重共线性诊断，结果显示回归模型中容差值均大于 0.18，VIF 值均小于 5.5，不存在多重共线性。睡眠中点×消极情绪性×学段三交互项显著，因此针对不同学段分别进行分层回归分析，后续二交互显著则使用取点法进行简单斜率分析。

3.3.1 睡眠时长与内化问题

回归分析结果如表 3 所示，在小学生群体中，睡眠时长的一次项、二次项与消极情绪性的交互作用显著，说明睡眠时长与内化问题之间可能存在曲线关系，并受消极情绪性的调节。简单斜率分析结果(见图 1A)显示，在低消极情绪性小学生(-1 SD)中，睡眠时长的一次项($B = -0.01$, $SE = 0.02$, $t = -0.81$, $p = 0.42$)和二次项($B = -0.001$, $SE = 0.01$, $t = -0.11$, $p = 0.91$)对内化问题的预测作用均不显著；在高消极情绪性小学生(+1 SD)中，睡眠时长的一次项($B = -0.08$, $SE = 0.02$, $t = -5.05$, $p < 0.001$)和二次项($B = 0.02$, $SE = 0.01$, $t = 2.39$, $p < 0.05$)对内化问题的预测作用均显著，即两者之间可能存在曲线关系。进一步检验曲线关系的稳健性，结果显示曲

线的拐点值为 1.85，对应的原始值为 10.39 个小时，处于睡眠时长的有效取值范围内(range = 5.68 ~ 12.19 小时)，即高消极情绪性小学生夜间睡眠时长少于或大于 10.39 小时，均会增加内化问题。

在初中生群体中，睡眠时长一次项和二次项的主效应显著，与消极情绪性的交互效应不显著(见图 1B)，曲线关系稳健性的检验结果显示，曲线的拐点值为 0.30，对应的原始值为 9.09 小时，处于睡眠时长的有效取值范围(range = 5.49 ~ 11.98 小时)，即若初中生睡眠时长不足或大于 9.09 小时，均会增加其内化问题的风险。

3.3.2 睡眠中点与内化问题

回归分析结果(见表 3)显示，在小学生群体中，睡眠中点的主效应及其与消极情绪性的交互作用均不显著(见图 2A)。在初中生群体中，睡眠中点×消极情绪性交互项对内化问题的预测作用显著，简单斜率分析结果显示(见图 2B)，高消极情绪性初中生的睡眠中点显著正向预测其内化问题($B = 0.05$, $SE = 0.02$, $t = 3.10$, $p < 0.01$)，低消极情绪性初中生的预测作用不显著($B = -0.002$, $SE = 0.02$, $t = -0.09$, $p = 0.93$)。

3.3.3 周末补偿睡眠与内化问题

回归分析结果(见表 3)显示，在小学生群体中，周末补偿睡眠一次项、二次项的主效应以及及与消极情绪性的交互效应均不显著(见图 3A)。在初中生群

表 3 睡眠时长、睡眠中点、周末补偿睡眠和消极情绪性对内化问题的回归分析

预测变量	小学				初中			
	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	ΔR^2	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	ΔR^2
第一层								
性别	0.03	0.02	1.84	0.01 [*]	0.14 ^{***}	0.02	6.49	0.04 ^{***}
母亲受教育程度	—	—	—		−0.02	0.01	−1.21	
父亲受教育程度	−0.02 [*]	0.01	−2.08		−0.02	0.01	−1.64	
第二层								
睡眠时长	−0.05 ^{***}	0.01	−4.24	0.23 ^{***}	−0.01	0.02	−0.86	0.22 ^{***}
睡眠时长 ²	0.01 [*]	0.01	2.13		0.02 ^{***}	0.01	3.47	
睡眠中点	−0.01	0.01	−0.93		0.03 [*]	0.01	2.22	
周末补眠	0.01	0.01	0.51		0.02	0.01	1.41	
周末补眠 ²	0.01	0.01	1.23		0.01	0.01	0.90	
消极情绪性	0.15 ^{***}	0.01	20.32		0.15 ^{***}	0.01	16.34	
第三层								
睡眠时长×消极情绪性	−0.03 ^{***}	0.01	−3.11	0.01 [*]	−0.02	0.02	−1.21	0.01 ^{***}
睡眠时长 ² ×消极情绪性	0.01 [*]	0.01	1.99		−0.01	0.01	−0.89	
睡眠中点×消极情绪性	−0.02	0.01	−1.83		0.03 [*]	0.01	2.25	
周末补眠×消极情绪性	−0.01	0.01	−0.74		0.02	0.01	1.70	
周末补眠 ² ×消极情绪性	0.002	0.01	0.35		−0.01 [*]	0.01	−2.57	

注：^{*}代表 $p < 0.10$ ；^{*}表示 $p < 0.05$ ；^{**}表示 $p < 0.01$ ；^{***}表示 $p < 0.001$ 。

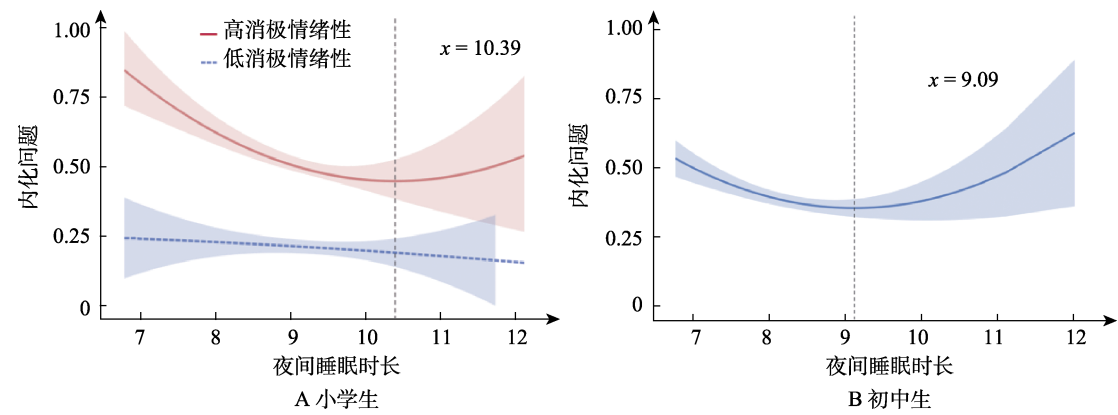


图 1 夜间睡眠时长对学生内化问题的预测作用

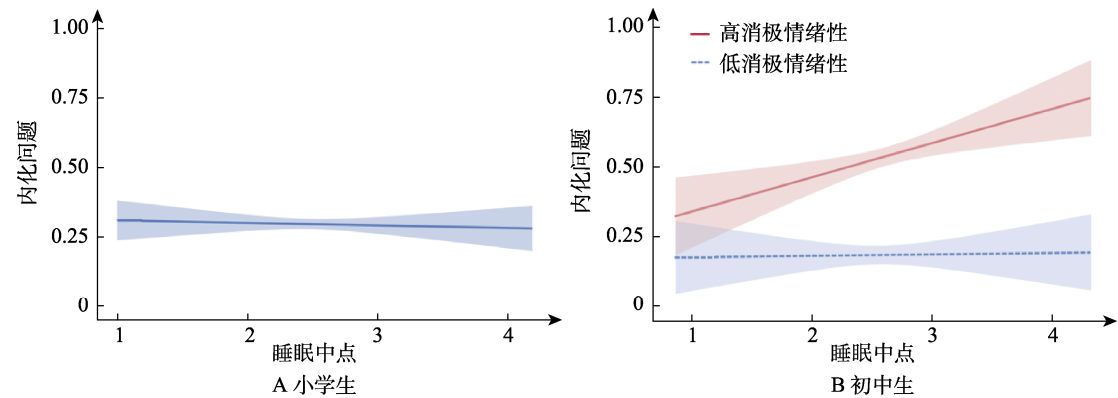


图 2 睡眠中点对学生内化问题的预测作用

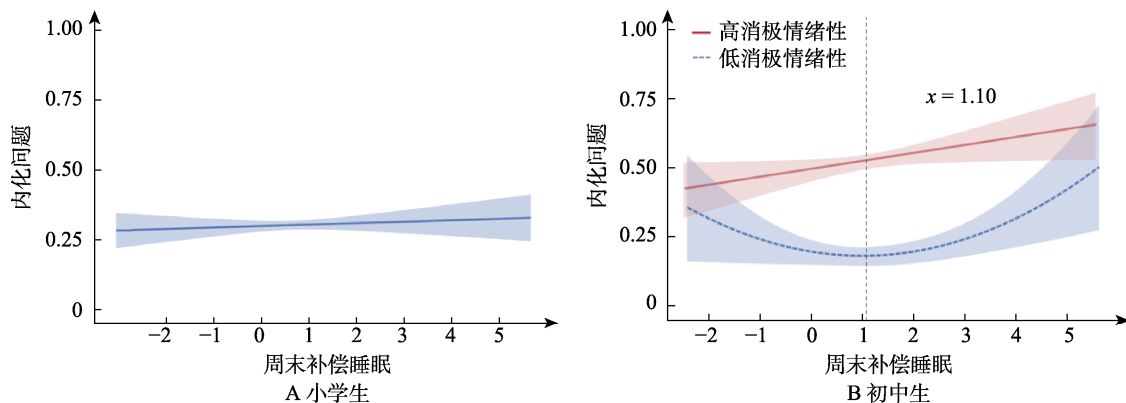


图 3 周末补偿睡眠对学生内化问题的预测作用

体中, 周末补偿睡眠二次项与消极情绪性的交互效应显著, 简单斜率分析结果显示(见图 3B), 高消极情绪性初中生周末补偿睡眠一次项的预测作用显著($B = 0.04$, $SE = 0.02$, $t = 2.24$, $p < 0.05$), 二次项的预测作用不显著($B = -0.01$, $SE = 0.01$, $t = -0.89$, $p = 0.37$), 说明周末补偿睡眠与高消极情绪性初中生的内化问题呈线性关系; 低消极情绪性初中生的周末补偿睡眠一次项的预测作用不显著($B = 0.01$, $SE = 0.01$, $t = 1.43$, $p = 0.15$), 二次项的预测作用显著($B = 0.02$, $SE = 0.01$, $t = 2.54$, $p < 0.05$), 曲线关系的稳健性检验结果显示, 曲线拐点值为 0.14, 对应的原始值为 1.10 小时, 处于有效取值范围(range = -3.85 ~ 5.71 小时), 即周末补偿睡眠与低消极情绪性初中生的内化问题呈 U 型关系, 最佳周末补偿睡眠的逆转阈限为 1.10 小时。

4 讨论

睡眠不足和节律紊乱是当前学龄儿童青少年面临的突出睡眠问题, 本研究以学龄儿童青少年为研究对象, 采用睡眠日志法考察三个睡眠时间参数(即夜间睡眠时长、睡眠中点和周末补偿睡眠)与内化问题的关系, 进一步探讨了学段和消极情绪性的调节作用。结果表明, 夜间睡眠时长与初中生和高消极情绪性小学生的内化问题之间呈 U 型关系, 睡眠中点越晚高消极情绪性初中生的内化问题越多, 周末补偿睡眠与低消极情绪性初中生内化问题呈 U 型关系, 与高消极情绪性初中生的内化问题呈线性关系。

4.1 夜间睡眠时长与内化问题

本研究发现, 夜间睡眠时长与初中生和高消极情绪性小学生的内化问题之间呈 U 型关系, 该结果在学龄儿童和青少年群体中支持了以往的理论观点, 即睡眠是个体内稳态系统的重要组成部分, 存

在最佳的睡眠时长维持个体在睡眠和觉醒状态之间的平衡, 即过少和过多的睡眠均不利于个体健康(Saper et al., 2005)。一方面, 大量研究已表明睡眠不足会损害个体的情绪功能, 包括个体的情绪识别和调节能力, 使个体更容易将中性刺激识别为消极刺激, 在压力情境中表现出更高水平的愤怒和敌意(Ben Simon et al., 2020; Palmer, 2006)。这可能是因为睡眠不足会增加杏仁核对情绪刺激的反应强度, 同时降低内侧前额叶与杏仁核的功能连接, 进而导致个体的情绪调控能力受损, 产生内化问题(Ben Simon et al., 2020; Yoo et al., 2007)。另一方面, 睡眠时间过长也会增加个体内化问题的风险。这是因为睡眠时间过长通常伴随睡眠碎片化, 如睡后频繁醒来、醒来后难以再次入睡等, 这会导致睡眠质量降低, 睡眠的恢复性功能受损, 进而引发更多的内化问题(Boon et al., 2023; Dong et al., 2022)。同时, 睡眠时间过长的个体通常具有较低水平的身体活动(Zhai et al., 2015), 已有研究表明身体活动能通过增加多巴胺、血清素等神经递质水平等生理机制减少抑郁, 缺乏运动是产生抑郁情绪的重要风险因素之一(Kandola et al., 2019; Mikkelsen et al., 2010)。综上, 睡眠时长不足或过多都会引发更多的内化问题。

本研究的曲线关系检验发现, 高消极情绪性小学生最佳睡眠时长的逆转阈限是 10.39 小时, 初中生最佳睡眠时长的逆转阈限是 9.09 小时。研究发现, 1~2 岁幼儿最佳睡眠时长为 15 小时(Sivertsen et al., 2021), 成人最佳睡眠时长为 8 小时(Dong et al., 2022), 个体的睡眠需求和最佳睡眠时长会随着年龄的增长发生变化, 随着个体机能发育不断成熟, 个体所需的最佳睡眠时长逐渐减少(Allen et al., 2016; Hirshkowitz et al., 2015)。本研究关于学龄儿童青少年最佳睡眠时长的结果与美国国家睡眠基金会针对学龄儿童 9~11 小时和青少年 8~10 小时的

推荐睡眠时长相符,同时也为我国教育部颁发的《睡眠通知》中关于保证小学生和初中生 9~10 小时睡眠时长的政策要求提供科学依据。此外,本研究还发现,夜间睡眠时长与低消极情绪性小学生内化问题之间关联不显著,这可能是因为:一方面相较于高消极情绪性小学儿童来说,低消极情绪性小学儿童对外界环境和睡眠经历的感受性和反应性相对较低,受睡眠安排的影响相对较小;另一方面,数据散点图显示与高消极情绪性小学生相比,低消极情绪性小学生的夜间睡眠时长比较适中,睡眠时长严重不足和超长的较少。

4.2 睡眠中点与内化问题

本研究发现,睡眠中点与小学生内化问题不存在显著关联,睡眠中点与初中生内化问题存在显著关联且受初中生消极情绪性的调节,即与低消极情绪性初中生相比,高消极情绪性初中生的睡眠中点越晚,其表现出的内化问题就越多,这一结果支持了差别易感性理论的基本观点(Belsky & Pluess, 2009),同时揭示了睡眠节律与内化问题之间的关系存在学段差异,对上述结果主要从以下 2 个方面进行解释。

首先,睡眠节律后移会引发高消极情绪性初中生内化问题,这可能是因为生理节律与社会要求之间出现了不同步所致。已有研究发现,睡眠节律较晚的个体通常在下午或夜间才能达到最佳的觉醒和表现状态,因此他们需要花费更多的资源来应对上午的学习或工作安排,导致个体在面对情绪刺激时没有足够的资源进行相应的情绪调节,进而增加出现内化问题的风险(Malheiros et al., 2023; Zhu et al., 2023)。此外,在控制夜间睡眠时长的情况下,初中生的睡眠节律后移代表着他们的入睡时间较晚,在上学日他们需要早起,这使得他们在上学日难以保证充足的睡眠,进而出现更多的内化问题。

其次,睡眠节律后移对内化问题的不利影响仅在高消极情绪性初中生中存在,这可能是因为:一方面,初中生的课程数量增加、学业负担加重,初中生比小学生面临更严峻的睡眠节律推迟问题。另一方面,高消极情绪性个体对外界环境和自身经历的感受性和反应性更高(Hartz & Williford, 2015; Rothbart et al., 2001),与低消极情绪性个体相比,更容易受到睡眠节律推迟的影响。此外,高消极情绪性个体本身具有一定的情绪调节困难,睡眠节律后移进一步损害情绪调节能力(Cremone et al., 2018; Williams et al., 2015),使其表现出更多的内化问

题。由此,与小学生和低消极情绪性初中生相比,高消极情绪性初中生睡眠节律后移,表现出更多的内化问题。

4.3 周末补偿睡眠与内化问题

本研究发现,周末补偿睡眠与小学生内化问题不存在显著关联,与初中生内化问题的关系模式受消极情绪性的调节,具体为:周末补偿睡眠与低消极情绪性初中生的内化问题之间呈 U 型关系,与高消极情绪性初中生的内化问题之间呈线性关系,上述结果主要从以下方面进行解释:

首先,本研究仅在初中生群体中发现了周末补偿睡眠的消极影响,这可能是因为随着个体生理发育的成熟,睡眠节律开始后移(Tang et al., 2021),同时初中生又面临着紧张的学业安排和课业负担,入睡时间越来越晚,但是上学日起床时间是不变的,导致他们上学日出现“晚睡早起”的睡眠模式,面临着严重的睡眠不足,因此在初中生群体中存在着更为普遍的周末补偿睡眠,与他们内化问题之间的关系也更为紧密。

其次,周末补偿睡眠与低消极情绪性初中生内化问题呈 U 型关系,支持最近几项研究结果(例如 Kim et al., 2021; Liu et al., 2020; Sletten et al., 2023)。如前所述,初中生上学日面临着严重的睡眠不足,如果周末不进行补偿性睡眠无法缓解上学日睡眠不足对其健康的消极影响,曲线关系的检验结果显示,低消极情绪性初中生的最佳补眠时长的逆转阈限为 1.10 个小时,因此初中生周末安排 1 个小时左右补偿睡眠是必要的。然而,如果周末补偿睡眠时间过长,这会增加初中生在上学日和周末之间的睡眠变异性,进而导致更多的健康问题(Kang et al., 2014; Wang et al., 2020)。同时,周末补偿睡眠往往是通过延长周末起床时间,过长的周末补偿睡眠也会占用个体进行社交和运动等其他有益活动的机会,这些活动均有利于降低内化问题(Dong et al., 2022; Wang et al., 2020),早上过晚起床还会导致夜间入睡时间推迟,进而导致睡眠节律的不断推迟。综上,周末补偿睡眠的时长与低消极情绪性初中生内化问题之间呈 U 型关系,最佳补眠时长为 1 小时左右。

此外,本研究发现周末补偿睡眠与高消极情绪性初中生的内化问题之间的关系呈线性关系。这一结果可以从以下两个方面进行解释:一方面,高消极情绪性初中生上学日夜间睡眠时长更短(高消极情绪性初中生: $M = 7.80$, $SD = 0.78$; 低消极情绪性

初中生: $M = 8.24$, $SD = 0.80$; $t_{(438)} = 5.71$, $p < 0.001$; Cohen's $d = 0.79$), 累积睡眠债更多。另一方面, 高消极情绪性初中生周末补偿睡眠的时间相对更长(高消极情绪性初中生: $M = 1.35$, $SD = 1.48$; 低消极情绪性初中生: $M = 1.01$, $SD = 1.18$; $t_{(431.94)} = -2.66$, $p = 0.008$; Cohen's $d = 1.37$), 导致本研究的结果可能仅呈现了周末补偿睡眠与内化问题 U 型关系的右侧。

4.4 研究的贡献、局限与展望

本研究同时考察了夜间睡眠时长、睡眠中点和周末补偿睡眠三个睡眠时间参数与消极情绪性对学龄儿童和青少年内化问题的共同作用, 本研究结果具有一定的理论意义, 同时对我国学龄儿童和青少年的睡眠安排和干预有着切实的指导意义。首先, 本研究基于大样本数据库对多个睡眠时间参数进行分析, 揭示了儿童青少年的黄金睡眠模式。其次, 本研究进一步考察了发展阶段和气质特征对各睡眠时间参数与内化问题关系的调节作用, 更加精准地描述了各睡眠时间参数对学龄儿童和青少年内化问题的差异化影响。这不仅可以为《睡眠通知》提供坚实的科学依据, 还为广大家长和教育工作者在预防和干预学龄儿童和青少年的内化问题提供更具针对性的促进计划。

本研究仍存在一定的局限性。首先, 本研究要求被试在完成一周睡眠日志后立即报告其内化问题, 仅考察了睡眠时间参数与内化问题的即时关系。睡眠安排与个体发展之间存在着更为复杂的相互作用(Hoyniak et al., 2024; Liu, 2024), 因此未来研究可以采用实验控制和纵向设计, 进一步考察两者的因果关系和长时作用。第二, 本研究采用睡眠日志测量睡眠的各项时间参数。睡眠日志法是大样本的睡眠研究中最常用的数据采集方法, 未来研究条件允许的情况下可考虑采用多导睡眠仪、体动仪等客观测量方式对中小学生学习睡眠进行更精确的记录。第三, 本研究仅探究了睡眠时间参数和内化问题的直接关系, 两者之间的作用机制有待探讨。已有研究表明睡眠剥夺会损害前额叶皮层的基本功能, 周末补偿睡眠与大脑白质结构的发育成熟有关(Guldner et al., 2023), 未来研究可进一步考察睡眠时间参数与内化问题之间关联的神经生理机制。

5 结论

本研究考察了三个睡眠时间参数与学龄儿童和青少年内化问题之间的关系, 进一步检验了学段

和消极情绪性的调节作用。本研究主要得到以下研究结论:

在初中生和高消极情绪性小学生中, 夜间睡眠时长与内化问题之间呈 U 型关系, 小学生最佳睡眠时长约为 10 小时, 初中生最佳睡眠时长约为 9 小时;

高消极情绪性初中生的睡眠中点越晚, 其内化问题越多;

周末补偿睡眠与初中生内化问题的关系模式受其消极情绪性的调节, 周末补偿睡眠与低消极情绪性初中生内化问题呈 U 型关系, 最佳周末补偿睡眠时长约为 1 个小时, 与高消极情绪性初中生的内化问题呈线性关系。

本研究结果为我国儿童青少年科学的睡眠安排提供了科学依据, 也提示家长和教育工作者在为学生制定的作息安排时, 需考虑发展阶段和气质特征。

参 考 文 献

- Achenbach, T. M. (1991). *Manual for the youth self-report and 1991 profile*. Burlington, VT: University of Vermont, Department of Psychiatry.
- Allen, S. L., Howlett, M. D., Coulombe, J. A., & Corkum, P. V. (2016). ABCs of SLEEPING: A review of the evidence behind pediatric sleep practice recommendations. *Sleep Medicine Reviews*, 29, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2015.08.006>
- Bauducco, S., Richardson, C., & Gradisar, M. (2020). Chronotype, circadian rhythms and mood. *Current Opinion in Psychology*, 34, 77–83. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2019.09.002>
- Belsky, J., & Pluess, M. (2009). Beyond diathesis stress: Differential susceptibility to environmental influences. *Psychological Bulletin*, 135(6), 885–908.
- Ben Simon, E., Vallat, R., Barnes, C. M., & Walker, M. P. (2020). Sleep loss and the socio-emotional brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 24(6), 435–450. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.02.003>
- Bernier, A., Carlson, S. M., Bordeleau, S., & Carrier, J. (2010). Relations between physiological and cognitive regulatory systems: Infant sleep regulation and subsequent executive functioning. *Child Development*, 81(6), 1739–1752. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01507.x>
- Bessot, N., Langeard, A., Dosseville, F., Quarck, G., & Freret, T. (2023). Chronotype influence on the effects of COVID-19 lockdown on sleep and psychological status in France. *Journal of Sleep Research*, 32(4) Article e13864. <https://doi.org/10.1111/jsr.13864>
- Boon, M. E., van Hooff, M. L. M., Vink, J. M., & Geurts, S. A. E. (2023). The effect of fragmented sleep on emotion regulation ability and usage. *Cognition & Emotion*, 37(6), 1132–1143. <https://doi.org/10.1080/02699931.2023.2224957>
- Borbély, A. A., Daan, S., Wirz-Justice, A., & Deboer, T. (2016). The two-process model of sleep regulation: A reappraisal. *Journal of Sleep Research*, 25(2), 131–143. <https://doi.org/10.1111/jsr.12371>
- Chen, Y. J., Huang, H. Z., Zhi, K. Y., Zhang, S. X., Lin, Q. Y., Wang, Q. Y., & An, W. (2020). Relationship between

- chronotype and depression and its mechanism. *Advances in Psychological Science*, 28(10), 1713–1722. <https://dx.doi.org/10.3724/SP.J.1042.2020.01713>
- [陈永进, 黄惠珍, 支槐云, 张尚贤, 林秋韵, 王庆妮, 安蔚. (2020). 睡眠时型与抑郁的关系及其机制. *心理科学进展*, 28(10), 1713–1722. <https://dx.doi.org/10.3724/SP.J.1042.2020.01713>]
- Chiu, W. H., Yang, H. J., & Kuo, P. H. (2017). Chronotype preference matters for depression in youth. *Chronobiology International*, 34(7), 933–941. <https://doi.org/10.1080/07420528.2017.1327441>
- Cremone, A., de Jong, D. M., Kurdziel, L. B. F., Desrochers, P., Sayer, A., LeBourgeois, M. K., Spencer, R. M. C., & McDermott, J. M. (2018). Sleep tight, act right: Negative affect, sleep and behavior problems during early childhood. *Child Development*, 89(2), e42–e59. <https://doi.org/10.1111/cdev.12717>
- de Souza, C. M., & Hidalgo, M. P. (2014). Midpoint of sleep on school days is associated with depression among adolescents. *Chronobiology International*, 31(2), 199–205. <https://doi.org/10.3109/07420528.2013.838575>
- Dong, L., Xie, Y., & Zou, X. (2022). Association between sleep duration and depression in US adults: A cross-sectional study. *Journal of Affective Disorders*, 296, 183–188. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.09.075>
- Ellis, L. K., & Rothbart, M. K. (2001). *Revision of the Early Adolescent Temperament Questionnaire*. Poster presented at the biennial meeting of the Society for Research in Child Development, Minneapolis, MN.
- El-Sheikh, M., Gillis, B. T., Saini, E. K., Erath, S. A., & Buckhalt, J. A. (2022). Sleep and disparities in child and adolescent development. *Child Development Perspectives*, 16(4), 200–207. <https://doi.org/10.1111/cdep.12465>
- Fischer, D., Klerman, E. B., & Phillips, A. J. (2021). Measuring sleep regularity: Theoretical properties and practical usage of existing metrics. *Sleep*, 44(10), zsab103. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsab103>
- Furusawa, M., Okubo, Y., Kuroda, R., Umekage, T., Nagashima, S., & Suwazono, Y. (2015). Relationship between morningness-eveningness typology and cumulative fatigue or depression among Japanese male workers. *Industrial Health*, 53(4), 361–367. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2013-0068>
- Goodnight, J. A., Bates, J. E., Staples, A. D., Pettit, G. S., & Dodge, K. A. (2007). Temperamental resistance to control increases the association between sleep problems and externalizing behavior development. *Journal of Family Psychology*, 21(1), 39–48. <https://doi.org/10.1037/0893-3200.21.1.39>
- Guerlich, K., Gruszfeld, D., Czech-Kowalska, J., Ferré, N., Closa-Monasterolo, R., Martin, F., ... Grote, V. (2021). Sleep duration and problem behaviour in 8-year-old children in the Childhood Obesity Project. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 31(3), 519–527. <https://doi.org/10.1007/s00787-021-01731-8>
- Guldner, S., Sarvasmaa, A. S., Lemaître, H., Massicotte, J., Vulser, H., Miranda, R., ... Garavan, H. (2023). Longitudinal associations between adolescent catch-up sleep, white-matter maturation and internalizing problems. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 59, 101193. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2022.101193>
- Haans, R. F. J., Pieters, C., & He, Z.-L. (2015). Thinking about U: Theorizing and testing U- and inverted U-shaped relationships in strategy research. *Strategic Management Journal*, 37(7), 1177–1195. <https://doi.org/10.1002/smj.2399>
- Hartz, K., & Williford, A. (2015). Child negative emotionality and caregiver sensitivity across context: Links with children's kindergarten behaviour problems. *Infant and Child Development*, 24(2), 107–129. <https://doi.org/10.1002/icd.1887>
- Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., ... Ware, J. C. (2015). National Sleep Foundation's updated sleep duration recommendations: Final report. *Sleep Health*, 1(4), 233–243. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2015.10.004>
- Hoyaniak, C. P., Vogel, A. C., Puricelli, A., Luby, J. L., & Whalen, D. J. (2024). Day-to-day bidirectional associations between sleep and emotion states in early childhood: Importance of end-of-day mood for sleep quality. *Sleep Health*, 10(3), 264–271. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2023.12.007>
- Huang, X. Z., Guo, L. T., Tang, G. Z., & Liu, X. H. (2005). Reliability and validity of the 1991 version of the Self-rating Scale for adolescents. *Journal of Sichuan University (Medical Science Edition)*, 36(4), 580–582.
- [黄雪竹, 郭兰婷, 唐光政, 刘协和. (2005). 青少年自评量表 1991 版本信度和效度研究. *四川大学学报(医学版)*, 36(4), 580–582.]
- James, S., & Hale, L. (2016). Sleep duration and child well-being: A nonlinear association. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 46(2), 258–268. <https://doi.org/10.1080/15374416.2016.1204920>
- Kandola, A., Ashdown-Franks, G., Hendrikse, J., Sabiston, C. M., & Stubbs, B. (2019). Physical activity and depression: Towards understanding the antidepressant mechanisms of physical activity. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 107, 525–539. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.09.040>
- Kang, S. G., Lee, Y. J., Kim, S. J., Lim, W., Lee, H. J., Park, Y. M., ... Hong, J. P. (2014). Weekend catch-up sleep is independently associated with suicide attempts and self-injury in Korean adolescents. *Comprehensive Psychiatry*, 55(2), 319–325. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2013.08.023>
- Kim, C. W., Choi, M. K., Im, H. J., Kim, O. H., Lee, H. J., Song, J., Kang, J. H., & Park, K. H. (2012). Weekend catch-up sleep is associated with decreased risk of being overweight among fifth-grade students with short sleep duration. *Journal of Sleep Research*, 21(5), 546–551. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2012.01013.x>
- Kim, K. M., Han, S. M., Min, I. K., Heo, K., Kim, W.-J., & Chu, M. K. (2021). Weekend catch-up sleep and depression: Results from a nationally representative sample in Korea. *Sleep Medicine*, 87, 62–68. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2021.02.058>
- Koo, D. L., Yang, K. I., Kim, J. H., Kim, D., Sunwoo, J. S., Hwangbo, Y., Lee, H. R., & Hong, S. B. (2021). Association between morningness-eveningness, sleep duration, weekend catch-up sleep and depression among Korean high-school students. *Journal of Sleep Research*, 30(1), e13063. <https://doi.org/10.1111/jsr.13063>
- Kouros, C. D., Keller, P. S., Martín-Piñón, O., & El-Sheikh, M. (2022). Bidirectional associations between nightly sleep and daily happiness and negative mood in adolescents. *Child Development*, 93(5), e547–e562. <https://doi.org/10.1111/cdev.13798>
- Lemoine, P., Zawieja, P., & Ohayon, M. M. (2013). Associations between morningness/eveningness and psychopathology: An epidemiological survey in three in-patient psychiatric clinics. *Journal of Psychiatric Research*, 47(8), 1095–1098. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2013.04.001>
- Li, D., Wang, L., Yang, Y., Hu, Y., Wang, Y., Tian, Y., & Wang,

- F. (2022). Associations of long-term exposure to ambient air pollution and road traffic noise with sleep health in UK Biobank. *Journal of Affective Disorders*, 310, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.04.136>
- Lind, J. T., & Mehlum, H. (2010). With or without U? The appropriate test for a U-shaped relationship. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 72(1), 109–118. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2009.00569.x>
- Liu, B.-P., Wang, X.-T., Liu, Z.-Z., Wang, Z.-Y., An, D., Wei, Y.-X., Jia, C.-X., & Liu, X. (2020). Depressive symptoms are associated with short and long sleep duration: A longitudinal study of Chinese adolescents. *Journal of Affective Disorders*, 263, 267–273. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.11.113>
- Liu, X. (2024). Emotion dysregulation mediates the relationship between sleep problems and externalizing symptoms in early adolescents: A four-wave longitudinal study. *Journal of Affective Disorders*, 363, 221–229. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.07.058>
- Ma, Y., Zhou, Q., & Xing, S. (2015). Family rearing environment and children's development: The differential susceptibility hypothesis. *Advances in Psychological Science*, 23(11), 1931–1941. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2015.01931>
- [马园园, 周荃, 邢淑芬. (2015). 家庭养育环境与儿童发展: 差别易感性假说. *心理科学进展*, 23(11), 1931–1941. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2015.01931>]
- Malheiros, L. E., da Costa, B. G., Lopes, M. V., Martins da Costa, R., Chaput, J. P., & Silva, K. S. (2023). Association of sleep timing and sleep variability with health-related outcomes in a sample of Brazilian adolescents. *Behavioral Sleep Medicine*, 22(2), 129–139. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/15402002.2023.2207699>
- Meldrum, R. C., Barnes, J. C., & Hay, C. (2015). Sleep deprivation, low self-control, and delinquency: A test of the strength model of self-control. *Journal of Youth and Adolescence*, 44(2), 465–477. <https://doi.org/10.1007/s10964-013-0024-4>
- Meltzer, L. J., Montgomery-Downs, H. E., Insana, S. P., & Walsh, C. M. (2012). Use of actigraphy for assessment in pediatric sleep research. *Sleep Medicine Reviews*, 16(5), 463–475. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2011.10.002>
- Meltzer, L. J., Williamson, A. A., & Mindell, J. A. (2021). Pediatric sleep health: It matters, and so does how we define it. *Sleep Medicine Reviews*, 57, 101425. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2021.101425>
- Mikkelsen, S. S., Tolstrup, J. S., Flachs, E. M., Mortensen, E. L., Schnohr, P., & Flensborg-Madsen, T. (2010). A cohort study of leisure time physical activity and depression. *Preventive Medicine*, 51(6), 471–475. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2010.09.008>
- Oh, Y. H., Kim, H., Kong, M., Oh, B., & Moon, J. H. (2019). Association between weekend catch-up sleep and health-related quality of life of Korean adults. *Medicine*, 98(13), e14966. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000014966>
- Palmer, S. (2006). Problems increase when children stop counting sheep. *Early Years Educator*, 8(3), 36–38. <https://doi.org/10.12968/eyed.2006.8.3.21308>
- Pasch, K. E., Laska, M. N., Lytle, L. A., & Moe, S. G. (2010). Adolescent sleep, risk behaviors, and depressive symptoms: Are they linked?. *American Journal of Health Behavior*, 34(2), 237–248. <https://doi.org/10.5993/ajhb.34.2.11>
- Philbrook, L. E., Hinnant, J. B., Elmore-Staton, L., Buckhalt, J. A., & El-Sheikh, M. (2017). Sleep and cognitive functioning in childhood: Ethnicity, socioeconomic status, and sex as moderators. *Developmental Psychology*, 53(7), 1276–1285. <https://doi.org/10.1037/dev0000319>
- Prabhat, A., Kumar, A., & Bhardwaj, S. K. (2022). Prolonged lockdown due to COVID-19 alters sleep-wake timings and negatively affects self-esteem, personality, depression and anxiety in college-going Indian students. *Sleep and Vigilance*, 6(1), 199–210. <https://doi.org/10.1007/s41782-022-00200-9>
- Randler, C. (2014). Sleep, sleep timing and chronotype in animal behaviour. *Animal Behaviour*, 94, 161–166. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2014.05.001>
- Randler, C., Vollmer, C., Kalb, N., & Itzek-Greulich, H. (2019). Breakpoints of time in bed, midpoint of sleep, and social jetlag from infancy to early adulthood. *Sleep Medicine*, 57, 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2019.01.023>
- Ricci, C., Poulain, T., Rothenbacher, D., & Genuneit, J. (2021). The associations between media use, midpoint of sleep, and sleep quality in German preschoolers: A mediation analysis based on the Ulm SPATZ Health Study. *Nature and Science of Sleep*, 13, 1025–1035. <https://doi.org/10.2147/nss.s307821>
- Roberts, R. E., & Duong, H. T. (2017). Is there an association between short sleep duration and adolescent anxiety disorders? *Sleep Medicine*, 30, 82–87. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2016.02.007>
- Roenneberg, T., Wirz-Justice, A., & Merrow, M. (2003). Life between clocks: Daily temporal patterns of human chronotypes. *Journal of Biological Rhythms*, 18(1), 80–90. <https://doi.org/10.1177/0748730402239679>
- Rothbart, M. K., Ahadi, S. A., Hershey, K. L., & Fisher, P. (2001). Investigations of temperament at three to seven years: The Children's Behavior Questionnaire. *Child Development*, 72(5), 1394–1408. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00355>
- Rothbart, M. K., & Rueda, M. R. (2005). The development of effortful control. In U. Mayr, E. Awh, & S. W. Keele (Eds.), *Developing individuality in the human brain: A tribute to Michael I. Posner* (pp.167–188). Washington, DC: American Psychological Association.
- Saper, C. B., Cano, G., & Scammell, T. E. (2005). Homeostatic, circadian, and emotional regulation of sleep. *The Journal of Comparative Neurology*, 493(1), 92–98. <https://doi.org/10.1002/cne.20770>
- Short, M. A., Blunden, S., Rigney, G., Matricciani, L., Coussens, S., M Reynolds, C., & Galland, B. (2018). Cognition and objectively measured sleep duration in children: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Health*, 4(3), 292–300. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2018.02.004>
- Siegel, J. M. (2022). Sleep function: An evolutionary perspective. *The Lancet Neurology*, 21(10), 937–946. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(22\)00210-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(22)00210-1)
- Sivertsen, B., Harvey, A. G., Reichborn-Kjennerud, T., Ystrom, E., & Hysing, M. (2021). Sleep problems and depressive symptoms in toddlers and 8-year-old children: A longitudinal study. *Journal of Sleep Research*, 30(1), e13150. <https://doi.org/10.1111/jsr.13150>
- Sletten, T. L., Weaver, M. D., Foster, R. G., Gozal, D., Klerman, E. B., Rajaratnam, S. M. W., ... Czeisler, C. A. (2023). The importance of sleep regularity: A consensus statement of the National Sleep Foundation sleep timing and variability panel. *Sleep Health*, 9(6), 801–820. <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2023.07.016>
- Tang, Y., Wan, Y., Xu, S., Zhang, S., Hao, J., & Tao, F. (2021). Nonlinear relationship between sleep duration and non-suicidal self-injurious behaviour among Chinese adolescents. *BMC Psychiatry*, 21(1), 521. <https://doi.org/10.1186/s12888-021-03539-x>

- Troxel, W. M., Trentacosta, C. J., Forbes, E. E., & Campbell, S. B. (2013). Negative emotionality moderates associations among attachment, toddler sleep, and later problem behaviors. *Journal of Family Psychology*, 27(1), 127–136. <https://doi.org/10.1037/a0031149>
- Turnbull, K., Reid, G. J., & Morton, J. B. (2013). Behavioral sleep problems and their potential impact on developing executive function in children. *Sleep*, 36(7), 1077–1084. <https://doi.org/10.5665/sleep.2814>
- Wang, Y. H., Wang, J., Chen, S. H., Li, J. Q., Lu, Q. D., Vitiello, M. V., ... Bao, Y. P. (2020). Association of longitudinal patterns of habitual sleep duration with risk of cardiovascular events and all-cause mortality. *JAMA Network Open*, 3(5), e205246. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.5246>
- Watson, N. F., Badr, M. S., Belenky, G., Bliwise, D. L., Buxton, O. M., Buysse, D., ... Heald, J. L. (2015). Recommended amount of sleep for a healthy adult: A joint consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *Sleep*, 38(6), 843–844. <https://doi.org/10.5665/sleep.4716>
- Williams, S., Leader, G., Mannion, A., & Chen, J. (2015). An investigation of anxiety in children and adolescents with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 10, 30–40. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2014.10.017>
- Yao, L. N., Gao, J. F., He, L. J., Gao, X., Cui, H. X., & Xing, S. F. (2019). Sleep time parameters and preschoolers' problem behaviors: The moderating role of negative emotionality. *Psychological Development and Education*, 35(6), 710–718. <https://doi.org/10.16187/j.cnki.issn1001-4918.2019.06.08>
- [姚力宁, 高金帆, 贺立竞, 高鑫, 崔慧欣, 邢淑芬. (2019). 睡眠时间参数对学前儿童问题行为的影响: 消极情绪性的调节作用. *心理发展与教育*, 35(6), 710–718. <https://doi.org/10.16187/j.cnki.issn1001-4918.2019.06.08>]
- Yoo, S. S., Gujar, N., Hu, P., Jolesz, F. A., & Walker, M. P. (2007). The human emotional brain without sleep—A prefrontal amygdala disconnect. *Current Biology*, 17(20), R877–R878. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.08.007>
- Zhang, J. S., Shen, L. X., Gao, N., & Yan, C. H. (2008). The revision and application of the revision of the Early Adolescent Temperament Questionnaire. *Chinese Mental Health Journal*, 22(6), 439–443.
- [张劲松, 沈理笑, 高宁, 颜崇淮. (2008). 青少年早期气质问卷-修订版的修订与应用. *中国心理卫生杂志*, 22(6), 439–443.]
- Zhai, L., Zhang, H., & Zhang, D. (2015). Sleep duration and depression among adults: A meta-analysis of prospective studies. *Depression and Anxiety*, 32(9), 664–670. <https://doi.org/10.1002/da.22386>
- Zheng, Y., Bao, J., Tang, L., Chen, C., Guo, W., Li, K., Zhang, R., & Wu, J. (2024). Association between weekend catch-up sleep and depression of the United States population from 2017 to 2018: A cross-sectional study. *Sleep Medicine*, 119, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2024.04.012>
- Zhu, M. Q., Oliveros, H., Marin, C., Mora-Plazas, M., & Villamor, E. (2023). Is the association of chronotype with adolescent behavior problems mediated through social jetlag? *Chronobiology International*, 40(7), 864–873. <https://doi.org/10.1080/07420528.2023.2216790>
- Zhu, M. Q., Oliveros, H., Marin, C., Mora-Plazas, M., & Villamor, E. (2024). Middle childhood and adolescence sleep duration and behavior problems in adolescence. *Development and Psychopathology*, 36(1), 338–348. <https://doi.org/10.1017/S0954579422001237>

Relationships of sleep parameters to internalizing problems in children and adolescents: The moderating roles of grade and negative emotionality

XING Shufen¹, JIA Linlin¹, YU Meishuo¹, WANG Kun¹, GAO Xin²

⁽¹⁾ School of Psychology, Capital Normal University, Beijing 100048, China)

⁽²⁾ College of Education, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050024, China)

Abstract

Sleep is essential for children's and adolescents' physiological, cognitive, and emotional development. However, sleep issues — including sleep deficiency, rhythm disturbance, and sleep irregularity — have become increasingly prevalent public health concerns. Although existing research has demonstrated the detrimental impact of sleep issues on internalizing problems among children and adolescents, several gaps remain in the literature. Specifically, most studies examining the relationship between sleep duration and internalizing problems have focused on linear associations, providing limited insight into non-linear relationships or optimal sleep duration thresholds among children and adolescents. Moreover, findings regarding the effects of sleep rhythm and sleep regularity on internalizing problems have been inconsistent. Furthermore, drawing on the differential susceptibility theory, which posits that individuals vary in their sensitivity to environmental experiences based on personal characteristics, it remained unknown whether these association are influenced by factors such as grade level and negative emotionality. To address these gaps, this study employed daily diary investigation to examine the associations between sleep duration, sleep rhythm (measured as sleep midpoints)

and sleep regularity (measured as weekend catch-up sleep) and internalizing problems among children and adolescents, and whether these associations were moderated by grade level and negative emotionality.

Participants comprised 3,197 primary and middle school students from Grade 4 to 9 (mean age 12.33 ± 1.72 years, 49.0% girls). Each participant first completed a daily sleep diary for seven consecutive days to report their sleep-wake patterns, including bedtime and wake time. Nocturnal sleep duration was calculated as the total hours between sleep-onset and wake-up time, and the sleep midpoint was defined as the halfway point between these two times. Weekend catch-up sleep was computed as the difference between weekday and weekend sleep duration. Following the diary investigation, participants self-reported their internalizing problems using the Youth Self-Report (YSR) and negative emotionality using the Early Adolescent Temperament Questionnaire-Revised (EATQ-R). Parents completed a brief survey to provide demographics information. Hierarchical regression analysis was conducted to examine effects of nocturnal sleep duration, sleep midpoint and weekend catch-up sleep on internalizing problems, as well as the moderating roles of grade and negative emotionality.

The present study revealed three key findings after controlling for demographics information. First, a U-shaped relationship was observed between nocturnal sleep duration and internalizing problems among primary school students with high levels of negative emotionality and among middle school students. The optimal sleep duration threshold is 10.39 hours for primary school students with highly negative emotionality and 9.09 hours for middle school students. Second, a later midpoint of sleep was significantly associated with greater internalizing problems among middle school students with high levels of negative emotionality. Third, a U-shaped relationship was also found between weekend catch-up sleep and internalizing problems among middle school students with low levels of negative emotionality, with the optimal threshold of weekend catch-up sleep is 1.10 hours. In contrast, a positive linear relationship was observed for middle school students with high levels of negative emotionality, indicating that longer weekend catch-up sleep was associated with greater internalizing problems.

In summary, the present study highlights the psychological risks associated with suboptimal sleep duration, delayed sleep midpoint, and extended weekend catch-up sleep, particularly in relation to internalizing problems among children and adolescents. These findings not only provide further empirical support for differential susceptibility theory, but also offer practical guidance for developing evidence-based sleep schedules to reduce the detrimental impact of sleep disturbances on the mental health of children and adolescents.

Keywords nocturnal sleep duration, sleep midpoint, weekend catch-up sleep, internalizing problem, grade, negative emotionality