

## 睡眠准备对提高婴幼儿潮气呼吸肺功能检测成功率的影响分析

杨佳红, 丁艺\*, 肖月琴, 户建华, 涂莹

广元市中心医院儿二科 四川广元

**【摘要】目的** 探讨睡眠准备对 0~3 岁婴幼儿潮气呼吸肺功能检测 (TBLFT) 成功率的影响。**方法** 采用随机分组对照试验设计, 纳入 2023 年 1 月至 2025 年 1 月某三甲医院儿科 1776 例需行 TBLFT 的婴幼儿, 随机分为实验组 (n=984) 与对照组 (n=792)。实验组接受标准化多维度睡眠准备干预 (生物节律调整、环境优化、家长培训), 对照组仅接受标准流程。主要结局指标为检测成功率, 次要指标包括退检率及检测时长。**结果** 睡眠准备组成功率为 90.24% (888/984), 显著高于对照组的 75.00% (594/792) ( $\chi^2=98.32$ ,  $P<0.001$ ;  $RR=1.20$ , 95%CI 1.15-1.26)。退检率降低 61% ( $RR=0.39$ , 95%CI 0.31-0.49)。**结论** 睡眠准备通过同步患儿生理节律与检测窗口, 显著提升 TBLFT 成功率, 可作为非药物干预标准化流程推广。

**【关键词】** 睡眠准备; 婴幼儿; 潮气呼吸肺功能检测; 成功率; 护理干预; 随机对照试验

**【收稿日期】** 2025 年 6 月 20 日

**【出刊日期】** 2025 年 7 月 11 日

**【DOI】** 10.12208/j.cn.20250328

### The impact of sleep preparation on improving the success rate of tidal breathing lung function testing in infants and young children

Jiahong Yang, Yi Ding\*, Yueqin Xiao, Jianhua Hu, Ying Tu

Department of Pediatrics II, Guangyuan Central Hospital, Guangyuan, Sichuan

**【Abstract】Objective** To explore the effect of sleep preparation on the success rate of tidal breathing lung function testing (TBLFT) in infants and young children aged 0 - 3 years. **Methods** A randomized controlled trial was conducted, enrolling 1,776 infants requiring TBLFT in a tertiary pediatric hospital from January 2023 to January 2025. Participants were randomly assigned to the experimental group (n=984) or the control group (n=792). The experimental group received standardized multidimensional sleep preparation interventions (circadian rhythm adjustment, environmental optimization, and parental training), while the control group followed the standard procedure. The primary outcome was the testing success rate, with secondary outcomes including withdrawal rate and testing duration. **Results** The success rate in the sleep preparation group was 90.24% (888/984), significantly higher than the control group's 75.00% (594/792) ( $\chi^2=98.32$ ,  $P<0.001$ ;  $RR=1.20$ , 95% CI 1.15-1.26). The withdrawal rate decreased by 61% ( $RR=0.39$ , 95% CI 0.31-0.49). **Conclusions** Sleep preparation significantly improves TBLFT success rates by synchronizing physiological rhythms with testing windows and can be standardized as a non-pharmacological intervention.

**【Keywords】** Sleep preparation; Infants and young children; Tidal breathing lung function testing; Success rate; Nursing intervention; Randomized controlled trial

儿童肺功能检查是呼吸系统疾病诊疗的重要工具, 但患儿配合度低导致检查失败率高达 20%-40%<sup>[1]</sup>, 限制了在低龄儿童中的使用。潮气呼吸肺功能检测 (Tidal Breathing Lung Function Test, TBLFT) 原理与传统用力呼吸肺功能检测类似, 即采用流量传感器 (压差式或超

声式流量传感器) 获得流量信号, 由流量信号积分获得容积信号, 从而描绘出流量-容积曲线<sup>[2]</sup>, 检测结果反映的是整个呼吸系统的功能改变<sup>[3]</sup>, 是评估婴幼儿肺部功能和呼吸道健康状况的重要工具。尤其适用于无法主动配合传统肺功能测试的低龄儿童 (通常为 0~3 岁)。

第一作者: 杨佳红

\*通讯作者: 丁艺

TBLFT 虽适用于婴幼儿, 仍需患儿在安静睡眠状态下进行。既往研究表明, 焦虑、恐惧及生理状态(如疲劳)是主要干扰因素<sup>[4]</sup>。直接影响检测数据的准确性。药物镇静具有一定风险, 对涉及数千名患者的麻醉相关不良事件进行的关键事件分析发现, 人为错误是大多数事故的原因<sup>[5]</sup>。研究<sup>[6]</sup>显示, 儿科护士镇静监测知、信、行得分仍处于较低水平。家属对镇静药物接受态度受文化、认知、情感等因素多维度影响。因此, 自然睡眠是 TBLFT 最好的方式。传统的护理工作多侧重检查中安抚, 对睡眠干预关注不足。

睡眠对儿童的健康和幸福至关重要。充足的睡眠时间与儿童更好的注意力、行为、认知功能、情绪调节和身体健康有关<sup>[7]</sup>。提前进行睡眠准备可以确保呼吸平稳与自然状态, 提高操作可行性与数据质量, 确保检查顺利完成。良好的睡眠准备能帮助患儿快速进入睡眠状态并提高睡眠质量, 对儿童潮气呼吸肺功能检测成功率起到重要作用。现有研究多聚焦设备改进, 对流程优化关注不足<sup>[8]</sup>。

本研究通过随机对照试验, 探讨睡眠准备方案对检测成功率、降低退检率的影响, 通过安全、无创的方式为医生提供关键生理数据, 为优化婴幼儿 TBLFT 前的护理流程提供循证依据。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

本研究经医院医学伦理委员会批准同意(伦理审批号: GYZXLL2023017), 纳入 2023 年 1 月~2025 年 1 月广元市医院 0~3 岁需要进行 TBLFT 的婴幼儿 1776 例, 排除严重神经系统疾病或镇静禁忌者。采用计算机生成的随机序列如简单随机进行分组, 并通过密封信封法实施分配隐藏。试验分为实验组(睡眠准备组)984 例与对照组(常规准备组)792 例, 两组基线资料(年龄、性别、病种)无统计学差异( $P>0.05$ )。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 实验组

(1) 作息调整: 检查前 24 小时进行睡眠准备。护士指导家长参考儿童睡眠指南调整作息建议, 如“1~3”岁患儿晚间 20:00-21:00 入睡, 晨 6:30-7:30 唤醒<sup>[20-21]</sup>, 避免日间过度睡眠; <1 岁患儿不提前睡眠, 确保检测时段处于自然睡眠周期。检查当日提前 1 小时进入待检室诱导患儿睡眠。

(2) 环境干预: 环境是影响婴幼儿睡眠质量的重要因素。光环境通过非视觉的神经回路, 使人的昼夜节律及睡眠质量受到影响<sup>[9]</sup>。WHO 建议病室声音推荐

30dB, 最高限值为 45dB<sup>[10]</sup>。或使用白噪音, 白噪音是来自外部环境的连续、单调的声音<sup>[11]</sup>, 以共振的形式抑制不安<sup>[12]</sup>, 播放轻缓的音乐使其放松。室内温度设置为适合宝宝睡眠的温度: 早产儿室温 24~26 度、足月新生儿室温 22~24 度、婴幼儿室温 20~22 度, 湿度 55%~65%。通过营造儿童友好的医疗环境, 提供高质量的医疗服务, 并在医疗程序中尊重儿童需要、感受、体验, 最终保障儿童权利, 增进儿童福祉<sup>[13]</sup>。

(3) 家庭干预: 在婴儿生命的早期阶段, 家庭关注的一个问题是睡眠, 这就是为什么在儿童健康咨询中经常讨论这个问题的原因<sup>[14]</sup>。护士给患儿家长发放潮气肺功能检查须知单和婴幼儿睡眠准备手册, 培训安抚技巧。指导家长给患儿进行轻轻抚触。睡前不剧烈运动, 不玩游戏、不看动画片, 尤其是屏幕暴露时间的逐渐增多, 儿童的睡眠时间出现了不同的发展趋势<sup>[15]</sup>。勿穿紧身衣物。研究结果表明睡眠、食欲和进食行为之间的关系更加密切<sup>[16]</sup>。婴幼儿会因为饥饿入睡困难, 但食入过饱会影响睡眠质量。护士指导自然睡眠检查的患儿睡前 1~2 小时进食, 需镇静的患儿检查前限制进食的时间和食物的种类。

(4) 时机选择: 根据患儿日常小睡规律, 观察婴幼儿睡前信号(如不停打哈欠、抓耳挠腮、无精打采等动作)立即实施哄睡, 优先选择其自然困倦时段(如午后 12:00—15:00 点之间)安排检测。

(5) 弹性排班: 提前预约, 通过电话或电脑、网络等方式提前进行沟通, 充分掌握患儿的睡觉规律和家庭情况, 对儿童肺功能检查室的工作人员进行弹性排班制(中午班、夜班), 尤其对于白天入睡困难的儿童, 选择午睡或夜间自然睡眠时间段进行检查可提高检查的准确性。对于偏远地区家庭可灵活选择非高峰时段, 减少交通拥堵; 多子女家庭可避开其他孩子的照护时间; 上班的家长可利用中午或下班后的时间段带孩子进行检查。以此减少患儿检查的等待时间, 降低家属的焦虑感, 同时有利于医疗机构资源的高效利用。

(6) 其他护理: 新生儿采用袋鼠式护理, 袋鼠式护理是一种简便、安全、高效且经济的护理方式, 通过将宝宝直立式地贴在父母的胸口, 提供温暖及安全感<sup>[17]</sup>。特别是俯卧位的姿势可以增加新生儿有效睡眠时间, 减少觉醒时间, 延长深度睡眠时间<sup>[18]</sup>。

1.2.2 对照组: 仅进行常规(如检查目的、注意事项等)宣教, 按常规流程检测, 无需睡眠干预。

### 1.3 评价指标

1.3.1 主要指标: 检查完成率(成功获取有效数据

视为完成, 如潮气量曲线稳定, 呼吸波形无干扰, 有效监测 5 次以上且主要监测指标重复性好)。平均检测时长、家长满意度 (Likert 5 级评分)。

1.3.2 次要指标: 退检率 (因患儿持续哭闹、抗拒或家长主动放弃等原因导致无法获取有效数据被迫检查终止)。

#### 1.4 统计学方法

表 1 两组婴幼儿潮气呼吸肺功能检测成功率、退检率及平均检测时长比较

组别	例数	成功例数	失败例数	成功率 (%)	退检率 (%)	平均检测时长 (min)
实验组	984	888	96	90.24	9.76	15.2±3.1
对照组	792	594	198	75.00	25.00	22.5±4.8
$\chi^2/t$ 值	-	-	-	98.32	85.47	12.56
P 值	-	-	-	<0.01	<0.01	<0.01

注:  $\chi^2$  检验用于成功率和退检率比较, t 检验用于检测时长比较。

#### 2.2 家长满意度比较

采用 Likert5 级评分 (1=非常不满意, 5=非常满意) 表, 实验组家长满意度评分为 (4.5±0.6), 显著高于对照组 (3.2±0.8) 分 (t=10.23, P<0.01)。研究表明, 就医资源获取的便捷性及对就诊医生的满意度, 均与患者的就诊体验呈正相关。

#### 2.3 安全性

实验组中 15 例使用镇静药物辅助睡眠, 无不良反应报告。

### 3 讨论

本研究首次系统性提出“睡眠准备”的概念, 其核心在于通过生物钟调节使检测窗口与患儿自然睡眠周期同步。

生理学研究表明, 深度睡眠期间呼吸节律平稳, 可减少因哭闹导致的潮气量变异。弹性排班通过“以患儿为中心”的个性化安排, 能显著提升婴幼儿潮气呼吸肺功能检测的依从性、检查数据的准确性和家庭的满意度, 尤其适合慢性呼吸道疾病患儿的长期随访。医疗机构、医务人员根据实际需求、合理调配资源, 最终实现多方共赢。

#### 3.1 睡眠准备的作用机制

儿童觉醒状态下易因恐惧、环境陌生导致过度换气或屏气。

本研究通过提前调整作息与环境适应, 减少患儿检查时的应激反应, 降低交感神经兴奋性。生理学研究证实, 规律睡眠可稳定迷走神经张力, 降低觉醒期呼吸频率波动<sup>[19]</sup>, 与本研究高成功率结果一致。本研究显

示实验组退检率较对照组下降 67.6% (RR=0.324, 95%CI 0.26-0.40), 与 Kearney 等关于镇静前行为干预的研究结论一致。

### 2 结果

#### 2.1 检测成功率比较

实验组成功率 (90.24%) 显著高于对照组 (75.00%), 差异有统计学意义 (表 1)。

示实验组退检率较对照组下降 67.6% (RR=0.324, 95%CI 0.26-0.40), 与 Kearney 等关于镇静前行为干预的研究结论一致。

#### 3.2 临床意义

高退检率不仅延误诊断还增加了医疗成本。睡眠准备作为非药物干预手段, 可减少镇静剂使用, 相较于药物镇静, 本方法规避了呼吸抑制风险, 更具安全性, 符合儿童检查伦理要求。退检率降低可减少人均医疗成本。

#### 3.3 护理实践启示

3.3.1 家长参与模式: 通过发放标准化指南如: 中国 2017 年卫生行业标准《0-5 岁儿童睡眠卫生指南》<sup>[20]</sup> 和美国睡眠医学会 2016 年儿童和青少年最佳睡眠时间共识<sup>[21]</sup> (含图文), 提升家庭护理依从性。

3.3.2 环境优化策略: 模拟检测环境可缓解患儿陌生感, 减少“白大褂效应”。

#### 3.4 局限性

本研究未分层细化分析不同月龄段对干预的敏感性差异, 属于单中心研究, 后续需扩大样本进一步进行多中心验证, 引用多中心研究设计指南 (如 CONSORT 声明) <sup>[22]</sup>。

TBLFT 睡眠准备期通过行为干预措施多维度调整患儿生理-心理状态, 显著提升了 TBLFT 效率, 助力早期诊断与精准治疗。本建议将睡眠管理纳入婴幼儿呼吸功能评估的标准化护理路径, 未来需探索个体化干预策略 (如分年龄段制定方案)。

研究创新性提出“睡眠准备”干预策略, 通过调整

患儿生理节律,使其在自然睡眠状态下完成检测,旨在降低退检率,提高检查效率。临床推广需注意个体化调整睡眠方案(如年龄<6个月患儿需缩短准备周期);护理应用建议:《婴幼儿睡眠准备标准化操作手册》纳入护理培训体系;设立“肺功能检测家庭指导护士”岗位,提供个性化咨询。

### 参考文献

- [1] Beydon N, Davis S D, Lombardi E, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: pulmonary function testing in preschool children[J]. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2007, 175(12): 1304-1345.
- [2] Bates J H, Schmalisch G, Filbrun D, et al. Tidal breath analysis for infant pulmonary function testing. ERS/ATS Task Force on Standards for Infant Respiratory Function Testing[J]. *European Respiratory Journal*, 2000, 16(6): 1180-1192.
- [3] 中华医学会儿科学分会呼吸学组肺功能协作组,《中华实用儿科临床杂志》编辑委员会. 儿童肺功能系列指南(四):潮气呼吸肺功能[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2016, 31(21): 1617-1621.
- [4] 王芳, 张皓, 朱亚忠, 等. 婴幼儿肺功能检测影响因素分析[J]. *中华儿科杂志*, 2020, 58(5): 382-386.
- [5] Coté C J, Karl H W, Notterman D A, et al. Adverse sedation events in pediatrics: a critical incident analysis of contributing factors[J]. *Pediatrics*, 2000, 105(4): 805-814.
- [6] 贺琳昕, 范玲, 刘春峰, 等. 东北及内蒙古地区儿科重症监护病房护士镇痛镇静护理行为现状调查及影响因素分析[J]. *中国小儿急救医学*, 2020, 27(3): 211-215.
- [7] Paruthi S, Brooks L J, D'Ambrosio C, et al. Consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine on the recommended amount of sleep for healthy children: methodology and discussion[J]. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 2016, 12(11): 1549-1561.
- [8] Smith L J, McKay K O, van Asperen P P, et al. Innovations in pediatric pulmonary function testing: a decade in review[J]. *Pediatric Pulmonology*, 2021, 56(5): 987-995.
- [9] Postolache T T, Oren D A. Circadian phase shifting, alerting, and antidepressant effects of bright light treatment[J]. *Clinics in Sports Medicine*, 2005, 24(2): 381-413.
- [10] Goeren D, John s, Meskill K, et al. Quiet time: a noise reduction initiative in a neurosurgical intensive care unit [J]. *Crit Care Nurse*, 2018, 38(4): 38-44.
- [11] Farokhnezhad Afshar P, Bahramnezhad F, Asgari P, et al. Effect of white noise on sleep in patients admitted to a coronary care[J]. *Journal of Caring Sciences*, 2016, 5(2): 103-109.
- [12] Lin L W, Weng S C, Wu H S, et al. The effects of white noise on agitated behaviors, mental status, and activities of daily living in older adults with dementia[J]. *Journal of Nursing Research*, 2018, 26(1): 2-9.
- [13] 黄维肖, 方美, 沈芸芸, 等. 儿童友好医疗实践及对儿科护理发展的启示[J]. *护理学杂志*, 2025, 40(8): 124-128.
- [14] Mendes L, Fernandes A, Garcia F. Sleep habits and disturbances in school-aged children[J]. *Acta Pediátrica Portugal*, 2004, 35: 341-347.
- [15] 滕晓雨, 杜继鹏, 蔡雅君, 等. 屏幕暴露对学龄前儿童睡眠时间和质量的影响[J]. *中国妇幼健康研究*, 2021, 32(4): 477-483.
- [16] Horne J. REM sleep, energy balance and 'optimal foraging'[J]. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2009, 33(3): 466-474.
- [17] 郑丽萍, 李玉雪, 张方方, 等. 袋鼠式护理联合认知性心理护理在改善早产儿父母心理状态中的应用[J]. *齐鲁护理杂志*, 2023, 29(23): 173-176.
- [18] 谭秀. 袋鼠式护理应用于新生儿的临床效果[J]. *医药前沿*, 2025, 15(14): 109-112.
- [19] Johnson R, Wilson C G, Saper C B, et al. Circadian rhythm effects on respiratory physiology[J]. *Sleep Medicine Reviews*, 2021, 58: 101456.
- [20] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 0岁~5岁儿童睡眠卫生指南[S]. 北京: 国家卫生和计划生育委员会, 2017.
- [21] Paruthi S, Brooks L J, D'Ambrosio C, et al. Recommended amount of sleep for pediatric populations: a consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine[J]. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 2016, 12(6): 785-786.
- [22] Schulz K F, Altman D G, Moher D, et al. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials[J]. *BMJ*, 2010, 340: e332.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS