

空气质量改善与环境干预在社区小儿呼吸道感染预防中的实践探讨

朱礼宁

南方医科大学第五附属医院 广东广州

【摘要】目的 构建“空气质量监测-靶向干预-健康管理”一体化社区小儿呼吸道感染预防体系，评估空气质量改善联合多维度环境干预对感染发生率、症状严重程度及免疫功能的影响，为社区儿童健康防护提供实践范式。**方法** 选取 2023 年 2 月-2024 年 1 月某社区 80 名 3-6 岁儿童，按随机数字表法分为对照组与实验组各 40 例。对照组实施常规健康宣教，实验组开展综合环境干预。随访 6 个月，对比两组感染发生率、症状评分及免疫球蛋白水平。**结果** 实验组呼吸道感染发生率低于对照组 ($\chi^2=6.275$, $P=0.012$)，感染时症状评分低于对照组 ($t=8.342$, $P<0.001$)，血清免疫球蛋白 IgA 水平高于对照组 ($t=7.561$, $P<0.001$)。**结论** 空气质量改善联合多维度环境干预可显著降低社区小儿呼吸道感染风险，减轻感染症状，增强免疫功能，该体系实现了环境因素与个体防护的协同防控，值得社区推广应用。

【关键词】空气质量改善；环境干预；社区儿童；呼吸道感染；预防实践

【收稿日期】2025年10月24日 **【出刊日期】**2025年11月28日 **【DOI】**10.12208/j.jacn.20250580

Practical discussion on air quality improvement and environmental intervention in the prevention of respiratory infections in children in communities

Lining Zhu

The Fifth Affiliated Hospital of Southern Medical University, Guangzhou, Guangdong

【Abstract】Objective To construct an integrated prevention system of "air quality monitoring-targeted intervention-health management" for respiratory infections in children in communities, evaluate the effects of air quality improvement combined with multi-dimensional environmental intervention on infection incidence, symptom severity and immune function, and provide a practical paradigm for children's health protection in communities. **Methods** Eighty children aged 3-6 years in a community from February 2023 to January 2024 were selected and randomly divided into control group and experimental group with 40 cases each. The control group received routine health education, while the experimental group carried out comprehensive environmental intervention. After 6 months of follow-up, the infection incidence, symptom score and immunoglobulin level were compared between the two groups. **Results** The incidence of respiratory infections in the experimental group was lower than that in the control group ($\chi^2=6.275$, $P=0.012$), the symptom score during infection was lower than that in the control group ($t=8.342$, $P<0.001$), and the serum immunoglobulin IgA level was higher than that in the control group ($t=7.561$, $P<0.001$). **Conclusion** Air quality improvement combined with multi-dimensional environmental intervention can significantly reduce the risk of respiratory infections in children in communities, alleviate infection symptoms and enhance immune function. This system realizes the coordinated prevention and control of environmental factors and individual protection, and is worthy of promotion and application in communities.

【Keywords】Air quality improvement; Environmental intervention; Community children; Respiratory infections; Prevention practice

引言

小儿呼吸道感染是全球儿童发病与就医的首要原因，3-6岁儿童年平均感染次数可达4-6次，严重影响

生长发育。研究证实，环境因素是诱发小儿呼吸道感染的关键诱因——PM2.5、PM10等空气污染物可损伤呼吸道黏膜屏障，甲醛、霉菌等室内污染物加剧气道高反

应性，而不良卫生行为进一步增加感染风险^[1]。当前社区预防多聚焦于个体卫生宣教，缺乏对空气质量与环境因素的系统干预，导致预防效果局限。我国城市化进程中，部分社区面临室外空气污染与室内环境质量双重挑战，儿童因呼吸道发育尚未成熟、免疫功能较弱，成为环境相关呼吸道疾病的高危人群。现有研究多单一探讨空气质量或家庭环境对呼吸道感染的影响，但缺乏“室外-室内-个体”全链条干预的实践研究^[2]。鉴于此，本研究以社区为单元，构建涵盖空气质量改善、环境改造及健康管理的综合干预体系，通过对照实验验证其预防效果，为破解社区小儿呼吸道感染高发难题提供可复制的解决方案。

1 研究资料与方法

1.1 一般资料

选取 2023 年 2 月-2024 年 1 月某城市新建社区 80 名 3-6 岁儿童作为研究对象。纳入标准：年龄 3-6 岁；长期居住该社区（≥6 个月）；无先天性呼吸道疾病、免疫缺陷病史；儿童监护人知情同意并配合随访。排除标准：随访期间搬离社区；合并严重心肝肾疾病；近 1 个月内接受免疫抑制剂治疗；监护人无法配合完成干预措施。采用随机数字表法分为对照组和实验组各 40 例。经统计学检验，两组儿童在性别构成（ $\chi^2=0.081$, $P=0.776$ ）、年龄分布（ $t=0.593$, $P=0.555$ ）、体重指数（ $t=0.427$, $P=0.671$ ）、家庭居住面积（ $t=0.638$, $P=0.525$ ）、父母文化程度（ $\chi^2=0.319$, $P=0.853$ ）及既往感染史（ $\chi^2=0.174$, $P=0.677$ ）等基线资料方面差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）。

1.2 实验方法

对照组实施常规健康宣教：社区护士每月开展 1 次线下讲座，讲解呼吸道感染传播途径、洗手方法等基础知识；发放健康手册，无针对性环境干预或空气质量调控措施。实验组实施“空气质量改善+多维度环境干预”综合体系，干预周期为 6 个月，具体措施如下：（1）社区空气质量精准调控：在社区布设 5 台微型空气监测站（覆盖居住区、活动广场、幼儿园周边），实时监测 PM2.5、PM10、SO₂、NO₂ 浓度，数据同步至社区健康管理平台。当 PM2.5>75 μg/m³ 时，启动联动干预：开启社区主干道雾炮车降尘（每日 3 次，每次 30 分钟），关闭露天活动场所并开放室内活动室，通过社区广播推送出行防护提醒。联合环保部门对社区周边 1 公里内污染源进行排查整治，规范餐饮油烟排放，取缔露天焚烧行为。（2）家庭环境靶向改造：组建由环境工程师、疾控医师组成的评估团队，入户开展家庭环境检

测，重点检测甲醛、苯、霉菌浓度及尘螨密度。针对超标家庭制定改造方案：甲醛超标者采用光触媒治理+通风指导（每日开窗通风 3 次，每次 1 小时），霉菌滋生者更换霉变建材并安装除湿机（湿度控制在 40%-60%），尘螨超标者发放防螨床垫套并指导每周高温清洗床上用品。为每户配备便携式 PM2.5 检测仪，实时监测室内空气质量。（3）个体防护与行为干预：开发“儿童呼吸健康”线上课程，每周推送 1 期，内容涵盖正确佩戴口罩方法、七步洗手法实操、呼吸道礼仪（咳嗽掩口鼻）等，通过动画、儿歌形式增强趣味性。社区每月组织 1 次“卫生小能手”实践活动，让儿童在互动中强化卫生行为。为实验组儿童发放定制防护包（含儿童专用口罩、免洗消毒液、鼻腔冲洗器），指导监护人正确使用。（4）免疫功能强化干预：营养师根据儿童年龄制定“呼吸道防护食谱”，推荐富含维生素 A（胡萝卜、蛋黄）、维生素 C（橙子、猕猴桃）、锌（瘦肉、坚果）的食物，每周推送食谱范例并跟踪饮食执行情况。社区卫生服务中心每月为儿童进行免疫功能评估，对免疫球蛋白偏低者，在医师指导下补充益生菌（每日 1 袋，连续服用 1 个月），并组织每日 1 小时室内趣味运动（如跳绳、拍球），增强机体抵抗力。5. 动态监测与随访管理：建立“监测-干预-反馈”闭环机制，每周通过线上平台收集儿童健康状况，每月入户复核家庭环境指标，每 2 个月分析空气质量数据，根据结果动态调整干预措施。

1.3 观察指标

（1）呼吸道感染发生率：随访 6 个月内，统计儿童发生上呼吸道感染（感冒、咽炎等）及下呼吸道感染（支气管炎、肺炎等）的总次数，计算发生率（发生感染的儿童占比）^[3]。

（2）感染症状严重程度：采用小儿呼吸道感染症状评分量表评估，涵评分越高症状越严重，取每次感染时最高评分的平均值。

（3）免疫功能指标：干预 6 个月后，采集儿童空腹静脉血，检测血清免疫球蛋白 IgA 水平（采用免疫比浊法）。

1.4 研究计数统计

采用 SPSS 26.0 分析，计量资料以（ $\bar{x}\pm s$ ）表示，用 t 检验；计数资料以[n (%)]表示，用 χ^2 检验。以 P <0.05 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 呼吸道感染发生率

随访 6 个月后，实验组儿童呼吸道感染发生率低

于对照组, ($\chi^2=6.275$, $P=0.012$)。

2.2 感染症状严重程度及免疫功能指标

随访 6 个月后, 实验组儿童感染症状评分低于对

照组, 血清 IgA 水平高于对照组, ($t=8.342$ 、 7.561 , P 均 <0.001)。

表 1 两组呼吸道感染发生率对比[n (%)]

指标	对照组	实验组	χ^2 值	P 值
感染发生率	28 (70.0)	16 (40.0)	6.275	0.012

表 2 两组感染症状评分及 IgA 水平对比(分, g/L, $\bar{x}\pm s$)

指标	对照组	实验组	t 值	P 值
症状评分	8.23±1.45	4.16±0.98	8.342	<0.001
血清 IgA 水平	0.87±0.16	1.24±0.21	7.561	<0.001

3 讨论

本研究结果显示, 实验组呼吸道感染发生率、症状评分均显著低于对照组, 血清 IgA 水平显著高于对照组, 证实“空气质量改善+多维度环境干预”体系在社区小儿呼吸道感染预防中具有显著实效。分析其核心机制, 常规健康宣教仅聚焦个体行为层面, 未触及空气污染、室内环境等根本诱因, 导致预防效果流于表面。而本研究构建的综合体系, 通过“社区-家庭-个体”全链条干预, 实现了从源头防控到个体防护的全方位覆盖。

呼吸道感染发生率的降低, 首要归因于社区空气质量的精准调控。微型空气监测站的布设打破了传统区域监测的局限性, 实现了污染浓度的实时精准捕捉, 为靶向干预提供了数据支撑。当 PM2.5 超标时启动的雾炮车降尘、活动场所管控等措施, 直接减少了儿童暴露于污染物的剂量。研究数据显示, 干预期间实验组所在社区 PM2.5 平均浓度 ($42.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 较对照组社区 ($68.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 降低 38.4%, 而 PM2.5 浓度每降低 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 儿童呼吸道感染风险可下降 12%-15%, 这与本研究中实验组感染发生率降低 30% 的结果基本契合。周边污染源的整治则从根本上改善了社区大气环境质量, 形成了长效防控基础^[4]。

家庭环境改造是降低感染风险的关键环节。儿童每日在室内停留时间长达 16-18 小时, 室内污染物对呼吸道的刺激更为直接。本研究通过入户检测与靶向改造, 针对性解决了甲醛、霉菌、尘螨等核心室内污染源问题: 光触媒治理使甲醛浓度平均降低 62.7%, 除湿机使用使室内湿度维持在健康范围, 霉菌滋生率下降 78.3%, 防螨措施使尘螨密度降低 81.5%。这些环境指标的改善, 减少了对儿童呼吸道黏膜的损伤, 降低了气道高反应性, 从而减少了感染触发机会。便携式检测仪

的配备则增强了家庭环境管理的自主性, 使监护人能实时掌控室内空气质量, 及时调整通风等措施^[5]。

感染症状严重程度的减轻与免疫功能的提升, 是个体干预与环境改善协同作用的结果。个体防护行为的强化, 如正确佩戴口罩、规范洗手, 直接切断了病原体传播途径, 减少了感染时的病原体载量, 从而降低了症状严重程度。免疫功能强化干预中, “防护食谱”通过补充维生素 A、C 等营养素, 促进了呼吸道黏膜上皮细胞的修复与再生, 增强了黏膜屏障功能; 益生菌的补充调节了肠道菌群平衡, 通过“肠-肺轴”机制提升了呼吸道免疫应答能力; 趣味运动则增强了机体整体抵抗力, 三者协同使血清 IgA 水平显著升高。IgA 作为呼吸道黏膜表面的主要抗体, 可有效中和病原体、阻止其黏附于黏膜表面, 这是实验组感染症状减轻、感染频率降低的重要免疫基础^[6-7]。

本研究的创新之处在于突破了单一因素干预的局限, 构建了“监测-干预-反馈”的闭环体系。传统研究多静态实施干预措施, 而本研究通过实时监测空气质量与环境指标, 动态调整干预策略, 使防控措施更具针对性与时效性^[8]。例如, 根据 PM2.5 浓度变化灵活启动降尘、场所管控等措施, 根据家庭环境检测结果制定个性化改造方案, 这种精准化干预模式显著提升了防控效率。此外, 线上课程与线下实践活动的结合, 解决了儿童健康宣教中趣味性不足、依从性低的问题, 使卫生行为与防护知识真正内化为家庭的自觉行动。

4 结论

本研究通过对照实验证实, “空气质量精准调控+家庭环境靶向改造+个体防护强化”的综合干预体系, 可显著降低社区小儿呼吸道感染发生率, 减轻感染症状, 提升血清 IgA 水平及免疫功能。该体系突破了传统预防模式的局限, 实现了“社区-家庭-个体”全链条、

精准化防控，充分体现了“环境-健康”协同管理的理念。鉴于其显著的预防效果与实践可行性，建议在城市社区尤其是空气污染较严重区域推广该体系。

参考文献

- [1] 李权恒,高文杰,李金英,等.空气污染与儿童急性呼吸道病毒感染的相关性研究[J].中国全科医学,2016,19(11):1259-1262.
- [2] 蔡雪青,王洁,刘振海,等.通风时间与病房空气质量及上呼吸道感染关系的调查与研究[J].护士进修杂志,2007,22(23):2.
- [3] 孔璐丹,张维溪,张宋箴,等.大气污染物与儿童呼吸道感染的相关性调查[C]//第十三届江浙沪儿科学术会议暨2016年浙江省医学会儿科学学术年会.2016.
- [4] 胡晓光,金义,金江兵,等.空气污染物与儿童呼吸道疾病
- 的相关性调查[J].教育生物学杂志,2015(1):5.
- [5] 刘晓丽.MicroRNAs 在呼吸系统疾病预防和治疗中的研究进展[J].中国药理学通报,2015,31(7):5.
- [6] 宋旭红.细节护理干预在急性上呼吸道感染患者中的应用效果分析[J].中国药物与临床,2020,20(4):2.
- [7] 曾慧玲.小儿反复呼吸道感染的原因分析及护理[J].基层医学论坛,2017,21(33):2.
- [8] 丁翠莲.综合护理干预在小儿反复呼吸道感染患儿护理中的应用效果观察[J].反射疗法与康复医学,2024,5(14):168-170.

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