

# 远程医疗在儿童哮喘管理中的研究进展

郭 雅, 王春芬, 吴丽丽, 寇 艳\*

延安大学附属医院儿科, 陕西 延安

收稿日期: 2025年7月1日; 录用日期: 2025年7月24日; 发布日期: 2025年8月4日

## 摘 要

支气管哮喘(简称哮喘)是全球最常见的儿童慢性疾病之一, 对儿童的健康和生活质量造成了严重影响。对儿童哮喘患者实行长期规范化管理, 是哮喘慢性病防治的重要内容。随着互联网的普及和信息技术的快速发展, 远程医疗作为一种新兴的医疗模式, 在儿童哮喘管理中展现出巨大潜力, 并取得了积极的成效。现就远程医疗在儿童哮喘管理中的研究进展作一综述, 以为医护工作者提供参考。

## 关键词

儿童哮喘, 远程医疗, 疾病管理, 综述

# Research Progress on Telemedicine in Pediatric Asthma Management

Ya Guo, Chunfen Wang, Lili Wu, Yan Kou\*

Department of Paediatrics, Yanan University Affiliated Hospital, Yan'an Shaanxi

Received: Jul. 1<sup>st</sup>, 2025; accepted: Jul. 24<sup>th</sup>, 2025; published: Aug. 4<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Bronchial asthma (commonly referred to as asthma) is one of the most common chronic diseases among children worldwide, severely affecting their health and quality of life. Long-term standardized management for pediatric asthma patients is a critical component of asthma's chronic disease prevention and treatment. With the widespread use of the internet and the rapid development of information technology, telemedicine, as an emerging healthcare model, has shown great potential in pediatric asthma management and has achieved positive results. This review summarizes the research progress on telemedicine in pediatric asthma management, with the aim of providing references for healthcare workers.

\*通讯作者。

## Keywords

Pediatric Asthma, Telemedicine, Disease Management, Review

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

支气管哮喘是全球最常见的儿童慢性疾病之一，对儿童的健康和生活质量造成了严重影响。据全球哮喘倡议(GINA)数据，全球约有 2.62 亿人患有哮喘，其中儿童哮喘症状的患病率为 9.1%，而青少年为 11.0% [1]。在中国，儿童哮喘的患病率近年来持续上升，2020 年数据显示我国儿童哮喘总患病率已达 4.90% [2]。尽管哮喘的治疗手段不断进步，但儿童哮喘的控制情况仍然较差。研究显示，只有 26.07% 的中国儿童哮喘患者能够实现良好的哮喘控制，治疗依从性差和家长对疾病认识不足是导致这一现象的主要原因之一[3]。传统的儿童哮喘管理模式主要依赖定期的门诊随访和医师指导，然而，这种模式在实际操作中存在诸多局限性，尤其是在基层医疗环境中，缺乏长期系统的个性化管理方案。

远程医疗(Telemedicine)是指在距离成为关键因素时，通过信息和通信技术(ICT)提供的医疗服务。最早由欧盟委员会于 1993 年提出，并在 2008 年发布的《远程医疗：造福患者、医疗系统和社会的通信》中进行了详细定义[4]。世界卫生组织在 2022 年发布的《远程医疗实施指南》中指出[5]，远程医疗是在医患或医务人员分处不同地点的情况下，通过信息通信技术提供的医疗服务，是实现“全民健康覆盖”(Universal Health Coverage)战略目标的重要工具。随着信息技术和远程医疗的迅猛发展，远程医疗成为一种新兴的疾病管理方式，尤其在慢性病管理领域展现出巨大的潜力。远程医疗通过实时监测、智能设备、视频咨询等技术手段，为哮喘患者提供便捷、高效的治疗和管理方案。对于儿童哮喘患者，远程医疗不仅能帮助家长及时了解孩子的病情，还能通过远程监控、智能吸入器、远程视频会诊等手段，增强治疗依从性和疾病控制[6]。

尽管远程医疗为儿童哮喘管理提供了新的方向和思路，但其应用仍面临一些挑战，包括技术设备的使用障碍、患者和家长对远程医疗的接受度较低，以及数据安全和隐私保护问题等[7]。尽管如此，远程医疗的潜力仍值得进一步挖掘与优化。

## 2. 远程医疗在儿童哮喘管理中的应用：远程方法

远程医疗在儿童哮喘管理中的应用日益增多，随着技术的发展，越来越多的远程方法被引入到哮喘的管理中。这些方法不仅改善了传统哮喘管理的局限性，还为医生和患者提供了更为便捷的沟通和治疗途径。

### 2.1. 远程监测设备

远程监测设备是远程医疗中最为核心的部分。通过传感器和智能设备，儿童哮喘患者可以在家中实时监测多种生理参数，包括肺功能、心率、呼吸频率、血氧饱和度等。这些数据通过无线传输方式发送至医院或云平台，实现医生对患儿健康状况的远程监控与动态评估，医生可基于实时数据调整个体化的治疗方案，及时预警哮喘发作风险。常见的远程监测设备包括智能吸入器、峰流速仪、电子监测设备和脉搏血氧仪等。

智能吸入器是一种基于传统吸入器的电子监测系统，主要用于记录患者的药物使用情况、提醒患者下一次用药、分析吸气流速，并评估吸药技术[8]。这些功能不仅有助于患者提高药物依从性[9]，还能够为医疗人员提供实时反馈，使患者的健康数据能够安全传输并进行远程监控。随着无线技术和移动计算的进步，智能吸入器变得更加小巧、可靠且价格适宜，从而使其能够广泛应用于哮喘、慢性阻塞性肺疾病等慢性病的管理中。

峰流速仪是另一种重要的远程监测设备[10]。根据多项研究，家庭使用峰流速仪(Peak Flow Meter, PFM)已被证实能显著改善哮喘患者的自我监控能力，并在病情加重前提供早期预警。通过检测患者的呼气流速，峰流速仪能够帮助儿童患者评估自己肺功能的变化，及早发现潜在的哮喘加重风险。研究表明，家庭使用峰流速仪能够显著改善患者对疾病的自我监控，并在病情加重前及时干预。在哮喘管理中，早期的干预是非常关键的，它能够帮助避免急性发作的发生，减少住院和急诊就诊的频率。

电子监测设备(EMD)[11]通过将传感器连接到吸入器或雾化器，能够实时记录患者的药物使用情况，并通过智能手机应用程序将数据反馈给医疗保健专业人员。这些设备可以有效提高患者对吸入治疗的依从性，尤其是当家长和医生定期接收到反馈时，能够帮助改善治疗行为[12]。通过自动发送提醒，这些设备帮助确保患者按照医嘱正确使用药物，有助于更好地治疗管理。

脉搏血氧仪(Pulse Oximeter)可早期发现血氧下降，为医生提供及时的干预数据，避免病情恶化。2022年一项尼日利亚的回顾性研究[13]评估了血氧饱和度(SpO<sub>2</sub>)与峰流速(PEFR)之间的相关性，参与者为189名儿童哮喘患者。研究结果显示，当SpO<sub>2</sub>低于95%时，儿童更容易出现轻度的哮喘加重。这表明，脉搏血氧仪可以作为一种早期预警工具，有助于识别潜在的急性加重风险。

## 2.2. 远程视频会诊

远程视频会诊是远程医疗中另一种重要的应用，尤其适用于无法定期去医院的儿童患者[14]。视频会诊能有效减少患者因哮喘急性发作而频繁前往急诊的需求，节省患者的时间和精力，同时也能为患者提供及时的医疗建议。

视频会诊平台[15]已经在许多医疗机构中得到应用，患者通过互联网与医生进行远程诊断和治疗咨询。一项混合性研究[16]显示能有效减少急诊就诊的需求。医生可以根据患者提供的症状信息，进行初步诊断并为患者制定治疗方案，避免患者的病情进一步恶化。

远程教育视频也是视频会诊的重要补充。研究发现[17]，结合远程教育视频的使用，可以帮助家长 and 患者更好地理解哮喘的病因、发作的预兆、正确的用药方法以及如何应对急性发作。这种远程教育的模式不仅提升了患者和家长的知识水平，还增强了他们在哮喘管理中的参与感，从而改善了治疗依从性和疾病控制效果。

## 2.3. 远程健康管理平台

远程健康管理平台[18]将多种远程医疗方法结合在一起，为患者提供持续的健康支持和远程管理。患者通过云平台记录和上传每日症状、用药情况、呼吸流速等健康数据，医生可以远程监控患者的健康状态，并根据实时数据进行个性化的治疗干预。这种健康管理模式能够确保患者持续得到医务人员的关注，避免因医院就诊不便而造成病情控制不力。

云平台管理已在许多儿童哮喘管理系统中得到应用。例如，中国的儿童哮喘行动计划(CCAAP)[19]就是通过云平台进行远程管理，根据患者的健康数据提供实时干预。通过这种远程管理方式，医生能够随时跟踪患者的治疗进展，并及时根据最新数据调整治疗方案。研究表明，云平台管理能够显著提高儿童哮喘的控制水平，并减少急性发作的发生。通过远程平台，医生和患者之间的沟通更加高效，能够及

时解决患者在治疗过程中的问题。

智能健康日记作为远程健康管理平台的重要组成部分，允许患者和家长记录每日症状和药物使用情况。这些数据不仅有助于医生进行长期跟踪和分析，还能帮助家长学习如何更好地管理孩子的哮喘，提升患者的自我管理能力。这种自我管理工具使家长 and 患者能够更好地掌控治疗过程，提高了治疗依从性并增强了家庭的治疗参与感。

## 2.4. 远程药物监督与依从性监测

远程药物监督通过智能设备和应用程序实时监控患者的药物使用情况[20]，确保患者按照医生的指导正确使用药物，提升治疗依从性。智能吸入设备、基于蓝牙技术的吸入设备是这种方法的核心，它能够实时记录患者的药物使用数据，并通过手机应用向患者发送提醒。这种智能设备能够有效减少药物漏用和错误使用，增强患者的治疗依从性。

一些基于云技术的药物依从性监测平台，能够帮助医生实时追踪患者的用药情况[21]，并及时在发现依从性问题时给予提醒。这些平台不仅有助于提高患者的治疗依从性，还能显著改善疾病的控制效果。

## 2.5. 远程疾病预测与预警

远程医疗还通过健康数据分析和机器学习算法实时预测儿童哮喘的症状加重和急性发作的风险[23]。通过集成峰流速、呼吸频率、血氧饱和度等多种生理参数，远程医疗系统能够提前识别可能的急性发作风险，并帮助医生和患者进行及时的干预。智能预警系统通过实时分析患者的健康数据，预测症状加重或急性发作的风险，进而帮助患者提前采取预防措施，减少急性发作的发生。

这些技术并非孤立存在，而是相互协同构成完整的远程管理体系。智能监测设备提供实时数据，会诊系统确保专业指导，管理平台实现资源整合，依从性模块优化长期治疗，预警系统防范急性风险。这种多维度、全周期的管理模式，正是远程医疗相较于传统方法的优势所在。未来随着 5G、人工智能等技术的发展，这一体系还将持续优化，为儿童哮喘的精准管理提供更强有力的支持。

## 3. 远程医疗模式对儿童哮喘控制的影响

### 3.1. 提高哮喘控制水平

远程医疗模式有助于儿童哮喘的长期控制，能够在疾病的日常管理中提供连续的监控和及时的调整。研究表明，远程医疗管理可以显著提高患儿的哮喘控制水平，减少症状的波动。

例如，一项 2021 年上海的研究发现[23]，经过远程医疗干预的儿童，患儿 ICS 用药依从率从 32.4% 提高至 57.6%，哮喘症状控制率和 TRACK 评分也显著提升，同时减少门急诊就诊和感染发生，显著改善哮喘控制水平。

### 3.2. 远程医疗减少急性哮喘发作

远程医疗模式的另一个重要优势是能够显著减少哮喘急性发作的发生率。通过实时监控患儿的肺功能指标，医生能够及时发现病情变化，并为家长提供指导，避免急性发作的发生。

一项研究[24]评估了 COVID-19 大流行前后哮喘患儿的医疗利用情况，发现急诊就诊率从 21.0% 下降到 9.7%，住院率从 2.5% 下降到 1.6%。尽管这项研究并未明确将这些变化归因于远程医疗，但在此期间，远程医疗的使用显著增加，提示其可能在哮喘管理中发挥了积极作用。

### 3.3. 提高患者的药物依从性

药物依从性是控制哮喘的关键因素，而远程医疗通过个性化的教育和实时的治疗指导，显著提高了

患者的药物依从性。智能吸入器、峰流速仪等设备的使用帮助医生和患者跟踪治疗情况，从而加强了患者的治疗遵循。

Morton 等人[12]在一项名为 STAAR 的随机对照试验中，研究了电子监测设备结合每日提醒和临床反馈对哮喘患儿 ICS 药物依从性的影响。结果显示，干预组的依从性为 70%，而对照组为 49%，差异具有统计学意义( $p \leq 0.001$ )。此外，干预组患儿的口服激素使用次数和住院率也显著降低。

### 3.4. 减轻家庭负担

远程医疗不仅为哮喘患儿提供了更好的疾病控制，也为患儿家庭减轻了经济和时间负担。研究表明，远程医疗可以减少患儿因哮喘发作而频繁就诊的需求，从而降低家庭的医疗支出，并减轻照顾者的工作和生活压力。

美国的一项访谈研究显示[25]，远程医疗在某些家庭中显著降低了交通支出和误工费用，尤其是在每次门诊就诊平均交通成本在 20~50 美元、请假带薪损失高达 100~200 美元/天的情况下，远程问诊可为家庭年节省数百美元甚至上千美元。

远程医疗在儿童哮喘管理中展现出显著的综合效益，其核心价值在于构建了“监测 - 干预 - 反馈”的闭环管理系统。通过智能设备实时采集肺功能数据和用药情况，结合远程会诊和专业指导，该系统首先显著提升了患儿的治疗依从性；进而通过早期预警和及时干预，最终实现症状控制评分的整体改善和医疗支出的显著减少。这种多环节协同作用不仅优化了疾病控制效果，还通过减少门诊次数和误工损失为家庭年均节省开支，形成了临床效益与经济价值并重的良性循环，为儿童哮喘的长期管理提供了创新性的解决方案。未来随着技术的持续优化和医疗资源的深度整合，远程医疗的应用价值有望得到进一步拓展。

## 4. 讨论

远程医疗作为一种创新的医疗模式，正在深刻改变着儿童哮喘的管理方式。这种变革不仅体现在技术层面，更涉及医疗服务模式、医患关系和健康管理理念的全面革新。从技术应用角度来看，远程医疗主要通过三大核心功能支持儿童哮喘管理。首先是智能监测功能，通过便携式肺功能仪、智能吸入器等设备，实时采集患儿的呼吸参数和用药情况。这些数据通过无线传输技术同步至医疗平台，为医生提供客观、连续的健康信息。其次是远程会诊功能，借助视频通讯技术，患儿无需频繁往返医院即可获得专业医疗建议。第三是健康教育功能，通过移动应用程序向家长推送个性化的疾病管理知识，提高家庭护理能力。这三项功能的有机结合，构建了一个完整的远程健康管理闭环。

深入分析其作用机制，可以发现远程医疗主要通过三个途径改善哮喘管理效果。第一是数据驱动的精准干预。传统管理模式依赖症状主诉和间歇性检查，而远程医疗提供的连续监测数据，使医生能够更准确地把握病情变化趋势，及时调整治疗方案。第二是行为科学的有效应用。通过用药提醒、成效反馈等行为干预策略，显著提高了治疗依从性。第三是医疗资源的优化配置。远程平台打破了地域限制，使优质医疗资源得以更广泛地覆盖，特别是惠及了基层和偏远地区的患儿家庭。

然而，在实际推广过程中，远程医疗仍面临若干挑战。技术接受度方面，部分家长特别是老年照顾者对智能设备存在使用障碍。数据安全方面，健康信息的隐私保护问题备受关注。服务质量方面，如何确保远程诊疗的准确性和可靠性仍需完善。此外，城乡差异也影响着远程医疗的普及效果。城市家庭受益于良好的网络基础设施，可以顺畅使用视频会诊等高级功能；而部分农村地区受限于网络条件，只能采用短信提醒等基础服务，这在一定程度上造成了新的健康不平等现象。

针对这些挑战，需要采取系统性的解决方案。在技术优化方面，应开发更友好的用户界面，简化操

作流程,同时加强数据加密等安全措施。在服务模式方面,建议建立分级管理制度,根据患儿病情严重程度匹配不同强度的远程监测方案。在政策支持方面,需要推动远程医疗服务纳入医保报销范围,降低家庭经济负担。特别重要的是,要加强对医护人员的技术培训,提升其运用远程医疗工具的能力。

展望未来,远程医疗在儿童哮喘管理中的应用将呈现三大发展趋势。首先是技术融合趋势。人工智能算法的引入将提升病情预测的准确性;物联网技术的应用将实现更多健康参数的实时监测;大数据分析将支持更精准的个性化治疗方案。其次是服务整合趋势。远程医疗将与线下服务深度融合,形成线上线下一体化的健康管理新模式。最后是普惠发展趋势。随着技术进步和成本降低,远程医疗将惠及更广泛的人群,包括农村地区和经济困难家庭。

总体而言,远程医疗为儿童哮喘管理带来了新的机遇。通过持续优化技术方案、完善服务模式、加强政策支持,远程医疗有望成为儿童哮喘标准化管理的重要组成部分,为提升患儿生活质量、减轻家庭负担做出重要贡献。未来的研究应该重点关注如何进一步提高远程医疗的可及性、安全性和有效性,让更多患儿家庭从中受益。

## 基金项目

延安大学 2024 年研究生教育创新计划项目(YCX2024109)。

## 参考文献

- [1] 2022 年全球哮喘报告[EB/OL].  
<https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2022/05/GINA-Main-Report-2022-FINAL-22-05-03-WMS.pdf>, 2025-05-09.
- [2] 周舒,黄嘉,梁雅丽,等. 中国儿童哮喘患病率及其危险因素的 Meta 分析[J]. 国际流行病学传染病学杂志, 2020, 47(3): 253-259.
- [3] 徐通,王宁,吕菊红,等. 儿童哮喘的疾病控制水平及其影响因素分析[J]. 中国妇幼健康研究, 2020, 31(10): 1295-1300.
- [4] (2025) EU: Communication on Telemedicine for the Benefit of Patients, Healthcare and Society. Interoperable Europe Portal.  
<https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/ehealth/document/eu-communication-telemedicine-benefit-patients-healthcare-and-society>
- [5] WHO (2022) WHO-ITU Global Standard for Accessibility of Telehealth Services.  
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240050464>
- [6] Chan, A.H.Y., Stewart, A.W., Harrison, J., Camargo, C.A., Black, P.N. and Mitchell, E.A. (2015) The Effect of an Electronic Monitoring Device with Audiovisual Reminder Function on Adherence to Inhaled Corticosteroids and School Attendance in Children with Asthma: A Randomised Controlled Trial. *The Lancet Respiratory Medicine*, **3**, 210-219.  
[https://doi.org/10.1016/s2213-2600\(15\)00008-9](https://doi.org/10.1016/s2213-2600(15)00008-9)
- [7] Scott Kruse, C., Kareem, P., Shifflett, K., Vegi, L., Ravi, K. and Brooks, M. (2016) Evaluating Barriers to Adopting Telemedicine Worldwide: A Systematic Review. *Journal of Telemedicine and Telecare*, **24**, 4-12.  
<https://doi.org/10.1177/1357633x16674087>
- [8] Zabczyk, C. and Blakey, J.D. (2021) The Effect of Connected “SMART” Inhalers on Medication Adherence. *Frontiers in Medical Technology*, **3**, Article 657321.
- [9] Ferrante, G., Licari, A., Marseglia, G.L. and La Grutta, S. (2020) Digital Health Interventions in Children with Asthma. *Clinical & Experimental Allergy*, **51**, 212-220. <https://doi.org/10.1111/cea.13793>
- [10] Gupta, S., Shabnam, and Verma, A.K. (2024) Peak Expiratory Flow Rate Monitoring Can Predict Asthma Exacerbation Better as Compared to Monitoring by Symptoms, Prospective Cohort Study. *International Journal of Contemporary Pediatrics*, **11**, 1365-1371. <https://doi.org/10.18203/2349-3291.ijcp20242730>
- [11] Au-Doung, P.L.W., Chan, J.C.H., Kui, O.Y.H., Ho, M.K.Y., Cheung, Y.T., Lam, J.K.W., *et al.* (2024) Objective Monitoring Tools for Improved Management of Childhood Asthma. *Respiratory Research*, **25**, Article No. 194.  
<https://doi.org/10.1186/s12931-024-02817-y>
- [12] Morton, R.W., Elphick, H.E., Rigby, A.S., Daw, W.J., King, D.A., Smith, L.J., *et al.* (2016) STAAR: A Randomised

- Controlled Trial of Electronic Adherence Monitoring with Reminder Alarms and Feedback to Improve Clinical Outcomes for Children with Asthma. *Thorax*, **72**, 347-354. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2015-208171>
- [13] Onubogu, U.C. and Ayuk, A. (2022) Pulse Oximetry and Peak Expiratory Flow Rate Correlations in Acute Asthma Exacerbation in Children. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, **25**, 1896-1903. [https://doi.org/10.4103/njcp.njcp\\_376\\_22](https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_376_22)
- [14] van der Kamp, M., Hengeveld, V., Willard, N., Thio, B., de Graaf, P., Geven, I., *et al.* (2023) Remote Patient Monitoring and Teleconsultation to Improve Health Outcomes and Reduce Health Care Utilization of Pediatric Asthma (ALPACA Study): Protocol for a Randomized Controlled Effectiveness Trial. *JMIR Research Protocols*, **12**, e45585. <https://doi.org/10.2196/45585>
- [15] 高艳, 张彩凤, 邓力, 等. 基于云平台视频功能的儿童哮喘护理门诊在患儿药物吸入中的应用效果[J]. 护士进修杂志, 2023, 38(7): 612-615, 619.
- [16] Haynes, S.C., Kamerman-Kretzmer, R., Khan, S.S., Crossen, S., Lieng, M.K., Marcin, J.P., *et al.* (2022) Telemedicine Use for Pediatric Asthma Care: A Mixed Methods Study. *Journal of Asthma*, **59**, 2431-2440. <https://doi.org/10.1080/02770903.2021.2019265>
- [17] 李坤, 高玉芳, 赵林, 等. 视频宣教联合回馈教学法在学龄期哮喘患儿自我管理中的应用[J]. 现代临床护理, 2022, 21(4): 45-51.
- [18] 魏明月, 董晓艳, 王淑. 基于“互联网+”的儿童哮喘居家一体化智能管理模式研究与应用[J]. 中国数字医学, 2025, 20(1): 26-31.
- [19] 张彩凤, 高艳, 秦怡, 等. 基于哮喘行动计划远程联合管理模式对儿童哮喘控制的影响[J]. 中华儿科杂志, 2023, 61(9): 820-826.
- [20] 王丽昕, 张茜, 黄玉萍, 等. 哮喘儿童智能管理 App 使用时间影响因素分析[J]. 中国药业, 2021, 30(19): 15-17.
- [21] 段吉隆, 张晓娜, 常艳, 等. 移动医疗在呼吸系统疾病患者药物吸入管理中的应用进展[J]. 中华护理杂志, 2023, 58(20): 2538-2542.
- [22] 江楚悦, 黄海超, 江河. 物联网辅助的哮喘症状监测与日常活动分析[J]. 工业控制计算机, 2025, 38(4): 25-27.
- [23] 张妍涵, 卢燕鸣, 李亚琴, 等. 智能设备提高反复喘息患儿吸入糖皮质激素治疗依从性的应用价值[J]. 儿科药学杂志, 2021, 27(8): 21-25.
- [24] Hurst, J.H., Zhao, C., Fitzpatrick, N.S., Goldstein, B.A. and Lang, J.E. (2021) Reduced Pediatric Urgent Asthma Utilization and Exacerbations during the COVID-19 Pandemic. *Pediatric Pulmonology*, **56**, 3166-3173. <https://doi.org/10.1002/ppul.25578>
- [25] Gilkey, M.B., Kong, W.Y., Kennedy, K.L., Heisler-MacKinnon, J., Faugno, E., Gwinn, B., *et al.* (2022) Leveraging Telemedicine to Reduce the Financial Burden of Asthma Care. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, **10**, 2536-2542. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2022.05.018>