

槲皮素治疗过敏性鼻炎的药理作用研究进展

唐凤翔, 唐江华*

重庆市第九人民医院 耳鼻咽喉科, 重庆 400799

摘要: 过敏性鼻炎是临床最常见的慢性鼻病之一, 其病理进程涉及鼻黏膜的氧化应激损伤、炎性级联反应、免疫稳态失衡、鼻黏膜屏障功能破坏。槲皮素是天然黄酮类化合物, 具有多种活性, 可通过抗炎活性、抗氧化作用、免疫调节、抑制血管生成发挥多靶点的鼻保护作用。综述了槲皮素治疗过敏性鼻炎的药理作用研究进展, 为槲皮素的基础研究和临床应用提供参考。

关键词: 槲皮素; 过敏性鼻炎; 抗炎活性; 抗氧化作用; 免疫调节; 抑制血管生成

中图分类号: R286.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-5515(2026)08-2464-05

DOI: 10.7501/j.issn.1674-5515.2026.08.044

Research progress on pharmacological effects of quercetin in treatment of allergic rhinitis

TANG Fengxiang, TANG Jianghua

Department of Otolaryngology, Chongqing Ninth People's Hospital, Chongqing 400799, China

Abstract: Allergic rhinitis is one of the most common chronic nasal diseases in clinical practice, involving pathological processes, such as oxidative stress damage to the nasal mucosa, inflammatory cascade reactions, immune homeostasis imbalance, and disruption of nasal mucosal barrier function. Quercetin is a natural flavonoid compound. Quercetin has multiple activities and can exert multi-target nasal protective effects through anti-inflammatory activity, antioxidant activity, immune regulation, and inhibition of angiogenesis. This article reviews the pharmacological research progress of quercetin in treatment of allergic rhinitis, providing reference for the basic research and clinical application of quercetin.

Key words: quercetin; allergic rhinitis; anti-inflammatory activity; antioxidant activity; immune regulation; inhibition of angiogenesis

过敏性鼻炎是临床最常见的慢性鼻病之一, 我国成人患病率已超过 17%, 其病理进程涉及鼻黏膜的氧化应激损伤、炎性级联反应、免疫稳态失衡、鼻黏膜屏障功能破坏这几个核心环节, 可导致鼻塞、打喷嚏、流涕等症状, 严重影响患者的生活质量, 还会增加哮喘、鼻窦炎的合并症风险^[1]。目前临床常用的治疗药物包括糠酸莫米松、布地奈德等鼻用激素, 氯雷他定、西替利嗪等抗组胺药, 孟鲁司特等白三烯受体拮抗剂, 可在一定程度上缓解症状, 但长期用药存在部分患者不耐受、症状反复等问题, 亟需新的干预手段^[2]。槲皮素是一种广泛存在于蔬果、中药中的天然黄酮类化合物, 现代药理研究显示, 其具有心血管保护、降血糖、神经保护、

免疫调节等多种活性, 临床中也有将其作为抗氧化保健品、心血管疾病辅助用药的应用^[3]。槲皮素可通过抗炎活性、抗氧化作用、免疫调节、抑制血管生成发挥多靶点的鼻保护作用。本文综述了槲皮素治疗过敏性鼻炎的药理作用研究进展, 为槲皮素的基础研究和临床应用提供参考。

1 抗炎活性

1.1 调控核因子- κ B (NF- κ B) 信号通路

变应原经鼻黏膜屏障侵入后可活化 Toll 样受体 (TLR) 家族受体, 逐级激活白细胞介素-1 受体相关激酶 4 (IRAK4) 衔接蛋白, 并启动 NF- κ B 入核转录, 驱动下游多种促炎介质合成, 是过敏性鼻炎黏膜持续性炎性细胞浸润的始动分子机制^[4]。Ke 等^[5]

收稿日期: 2026-05-01

作者简介: 唐凤翔 (1981—), 女, 重庆人, 副主任医师, 博士, 研究方向为耳鼻咽喉科学。E-mail: tffxxxx@163.com

*通信作者: 唐江华 (1979—), 男, 重庆人, 副主任医师, 硕士, 研究方向为耳鼻咽喉科学。E-mail: tjh@hospital.cqmu.edu.cn

使用 20、35、50 mg/kg 槲皮素 ig 干预卵清蛋白诱导的过敏性鼻炎 BALB/c 小鼠 13 d, 发现槲皮素可抑制 NF- κ B 通路激活, 降低白细胞介素 (IL)-6、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、环氧化酶-2 (COX-2) 表达, 减轻鼻黏膜炎症浸润、杯状细胞和嗜酸性粒细胞增多。雷西熙等^[6]使用 17.5、35.0 mg/kg 槲皮素 ig 干预卵清蛋白诱导大鼠过敏性鼻炎 21 d, 发现槲皮素可通过抑制 TLR4/IRAK4/NF- κ B 通路活性降低 IgE、组胺、IL-17 水平, 减轻鼻黏膜炎症损伤。康成林^[7]使用 50 mg/kg 槲皮素 ig 干预卵清蛋白诱导过敏性鼻炎小鼠 7 d, 发现槲皮素可通过抑制 TLR4/IRAK4/NF- κ B 通路诱导树突状细胞凋亡、降低成熟标志物表达, 抑制树突状细胞活性和成熟功能。除了上游模式识别受体与衔接蛋白的调控外, 微小 RNA 介导的转录后调控也是鼻上皮细胞中调控 NF- κ B 通路活性的重要方式, 脂多糖诱导的上皮炎症损伤往往伴随该类调控轴的功能紊乱^[8]。Cheng 等^[9]使用 10、100、200 μ mol/L 槲皮素干预脂多糖诱导的人鼻上皮细胞 24 h, 发现槲皮素可通过调控 miR-21/DMBT1/NF- κ B 轴上调 miR-21、下调其靶基因 *DMBT1*, 进而抑制 NF- κ B 通路的活化, 逆转脂多糖导致的细胞活力降低、细胞凋亡和炎症反应, 减轻鼻上皮细胞炎症损伤。

1.2 调控 Th2 型免疫反应

变应原反复刺激可诱导初始 CD4⁺T 细胞向 Th2 细胞极性分化, 活化的 Th2 细胞分泌的 IL-4 可进一步作用于鼻上皮细胞放大局部过敏损伤, 构成过敏性鼻炎特征性免疫紊乱基础^[10]。Tanaka 等^[11]使用 5.0 μ mol/L 槲皮素干预 IL-4 刺激的人外周血 CD4⁺T 细胞 24 h, 发现槲皮素可抑制 Th2 型促炎因子 IL-5、IL-13 生成, 减轻炎症反应, 抑制 Th2 型炎症因子释放, 改善过敏性鼻炎紊乱。Th2 型炎症的局部放大还依赖鼻上皮细胞对 IL-4 的应答, IL-4 可通过激活信号转导和转录激活因子 6 (STAT6) 信号通路上调诱导型 NO 合成酶 (iNOS) 的转录, 诱导炎症性 NO 的大量生成^[12]。Ebihara 等^[13]使用 1.0 nmol/L 槲皮素干预 IL-4 刺激的人鼻上皮细胞 48 h, 发现槲皮素可通过抑制 STAT6 活化和 iNOS mRNA 表达减少炎症相关 NO 生成。

1.3 抑制神经源性炎症

鼻黏膜上皮和黏膜下富含感觉神经末梢, 过敏状态下肥大细胞脱颗粒释放的活性物质可刺激神经末梢合成释放 P 物质 (SP)、降钙素基因相关肽

(CGRP) 等神经肽, 诱发局部血管扩张和腺体过度分泌, 促进神经源性炎症发生、发展^[14]。Kashiwabara 等^[15]使用 25 mg/kg 槲皮素 ig 干预甲苯 2,4-二异氰酸酯诱导的过敏性鼻炎大鼠 7 d, 发现槲皮素可通过降低鼻灌洗液中 SP、CGRP、神经生长因子 (NGF) 水平, 抑制神经源性炎症, 减轻打喷嚏、鼻抓挠等过敏症状, 发挥抗炎作用。Sagit 等^[16]使用 80 mg/kg 槲皮素 ip 干预卵清蛋白诱导的过敏性鼻炎大鼠 7 d, 发现槲皮素可通过减弱 COX-2、血管活性肠肽 (VIP) 表达减轻鼻黏膜炎症、血管扩张、浆液腺导管扩张和嗜酸性粒细胞浸润。

1.4 抑制促炎细胞因子释放

上游炎症通路活化后会诱导鼻组织细胞大量合成、释放 TNF- α 、IL-6 等可溶性促炎因子, 这类因子可趋化嗜酸性粒细胞、中性粒细胞向鼻黏膜募集, 加重局部组织水肿和炎症病变^[17]。Okumo 等^[18]使用 25 mg/kg 槲皮素 ig 干预卵清蛋白 (OVA) 诱导过敏性鼻炎小鼠 5 d, 发现其可降低 TNF- α 、IL-6、IL-8 的蛋白和 mRNA 水平, 抑制炎症因子释放, 缓解打喷嚏、鼻抓挠等过敏症状, 发挥抗炎作用。

1.5 调控内源性抗炎分子表达

呼吸道上皮细胞可合成分泌 Clara 细胞分泌蛋白 10 (CC10) 等内源性保护性蛋白, 该分子能够拮抗多种促炎信号的过度活化, 其表达不足也是过敏性鼻炎鼻黏膜炎症迁延不愈的重要诱因^[19]。Otaki 等^[20]使用 25 mg/kg 槲皮素 ig 干预甲苯-2,4-二异氰酸酯诱导过敏性鼻炎大鼠 5 d, 发现槲皮素可促进鼻上皮细胞生成内源性抗炎分子 CC10, 减轻鼻黏膜炎症、缓解过敏症状。

1.6 调控组胺 H1 受体相关信号通路

肥大细胞脱颗粒释放的组胺与靶细胞膜 H1 受体结合后, 可通过蛋白激酶 C δ /细胞外信号调节激酶 (PKC δ /ERK) 级联反应启动下游过敏相关基因转录, 介导速发型鼻痒、喷嚏等急性期过敏表现^[21]。Hattori 等^[22]使用 50 μ mol/L 槲皮素预处理组胺/佛波酯刺激的 HeLa 细胞 1 h, 发现槲皮素可通过抑制 PKC δ 的磷酸化和高尔基体转位阻断下游 ERK/聚腺苷酸二磷酸核糖转移酶-1 (PARP-1) 信号通路, 进而抑制组胺 H1 受体的转录上调, 缓解鼻过敏症状。

2 抗氧化作用

过敏性鼻炎的慢性炎症进程中, 活化的嗜酸性粒细胞、肥大细胞等炎性细胞会大量释放活性氧

(ROS), 硫氧还蛋白作为机体核心的内源性抗氧化分子, 可通过清除 ROS、抑制脂质过氧化过程发挥保护作用^[23]。Edo 等^[24]使用 20 mg/kg 槲皮素 ig 干预卵清蛋白诱导过敏性 BALB/c 小鼠 5 d, 发现槲皮素可促进硫氧还蛋白生成、降低脂质过氧化物水平, 减轻鼻黏膜氧化应激, 缓解打喷嚏、鼻抓挠等过敏症状。不过目前针对槲皮素在过敏性鼻炎中抗氧化作用的研究仍较有限, 现有研究仅初步验证了其调控氧化应激指标的效应, 尚未深入阐明其调控抗氧化系统的具体分子机制。

3 免疫调节

3.1 调控 Th1/Th2 免疫平衡

CD4⁺T 细胞的亚群失衡是过敏性鼻炎免疫紊乱的核心特征, 过敏性鼻炎状态下会出现 Th1 细胞功能抑制、Th2 细胞过度活化的偏移, 造成 IgE 合成、嗜酸性粒细胞募集^[25]。Xing 等^[26]使用 1、10、50 mg/kg 槲皮素鼻腔给药干预卵清蛋白诱导的过敏性鼻炎小鼠 9 d, 发现槲皮素可改善 Th1/Th2 失衡, 升高 γ -干扰素 (IFN- γ) 的水平, 降低 IgE、组胺、一氧化氮及 TNF- α 、IL-1 β 、IL-4、IL-5、IL-6 水平, 调节免疫平衡, 改善过敏性鼻炎免疫紊乱。吴雄英等^[27]使用 50、100、200 mg/kg 槲皮素 ig 干预卵清蛋白诱导过敏性鼻炎小鼠 4 d, 发现槲皮素可抑制 Janus 激酶 2 (JAK2) /STAT3 通路, 升高 IFN- γ , 降低 IL-4、IgE 水平, 逆转 Th1/Th2 免疫失衡。彭炜等^[28]使用 80 mg/kg 槲皮素 ip 干预二异氰酸甲苯酯诱导大鼠过敏性鼻炎 2 周, 发现槲皮素可升高血清 IL-2、IFN- γ 水平, 降低 IL-4、IL-5 水平, 下调鼻黏膜 Tim1、Tim3 表达, 调节 Th1/Th2 平衡, 发挥免疫调节作用。

3.2 调控 Treg/Th17 免疫平衡

除了经典的 Th1/Th2 平衡外, Treg/Th17 的功能失衡也是过敏性鼻炎免疫紊乱的重要环节, Treg 细胞负责抑制过度的免疫应答、维持免疫耐受, 而 Th17 细胞则介导促炎应答的放大, 二者的失衡会打破鼻黏膜的免疫稳态, 推动疾病的慢性进展^[29]。雷西熙等^[6]使用 17.5、35.0 mg/kg 槲皮素 ig 干预卵清蛋白诱导大鼠过敏性鼻炎 21 d, 发现槲皮素可通过调节 Th17/Treg 平衡升高 IL-10 水平, 改善过敏性鼻炎免疫紊乱。康成林^[7]使用 50 mg/kg 槲皮素 ig 干预卵清蛋白诱导过敏性鼻炎小鼠 7 d, 发现槲皮素可通过调控 Treg/Th17 平衡降低 Ig 水平, 改善过敏性鼻炎免疫紊乱。宁娜^[30]使用 50、100 mg/kg 槲皮

素 ig 干预卵清蛋白诱导的变应性鼻炎小鼠 14 d, 发现槲皮素可降低血清 OVA-IgE 水平和鼻腔灌洗液中 IL-4、IFN- γ 的水平, 调控 Treg/Th17 细胞平衡, 改善过敏性免疫紊乱。

3.3 协同调控免疫平衡

越来越多的证据显示, 过敏性鼻炎的免疫紊乱并非单一 CD4⁺T 细胞亚群的异常, 而是多类亚群共同紊乱, 同时调控多种免疫平衡可更全面恢复机体免疫稳态, 实现更优疗效^[31]。Ke 等^[5]使用 20、35、50 mg/kg 槲皮素 ig 干预卵清蛋白诱导的过敏性鼻炎 BALB/c 小鼠 13 d, 发现槲皮素可调节 Th1/Th2、Treg/Th17 细胞平衡, 降低 IgE、IgG1、Th2 相关因子水平, 升高 Th1、Treg 相关因子水平, 改善过敏性鼻炎免疫失衡。Mu 等^[32]使用 10、25、50、100、200 μ g/mL 槲皮素 - 壳聚糖纳米粒鼻腔给药干预卵清蛋白诱导的过敏性鼻炎 BALB/c 小鼠 14 d, 发现槲皮素可降低 IgE 水平, 调控 Th1/Th2、Th17/Treg 平衡相关因子, 改善过敏性鼻炎免疫失衡, 降低 IL-17、TNF- α 、IL-6 等促炎因子水平, 减轻鼻黏膜炎症浸润、水肿和上皮损伤, 且纳米制剂效果优于游离槲皮素。

4 抑制血管生成

过敏性鼻炎的慢性迁延进程中, 鼻黏膜长期的炎症刺激会诱导固有层细胞大量分泌血管内皮生长因子 (VEGF)、碱性成纤维细胞生长因子 (bFGF) 等促血管生成因子, 驱动局部微血管的无序增生, 同时提升血管的通透性, 加重鼻黏膜的充血水肿, 导致鼻塞等慢性症状的持续, 还会推动鼻黏膜的组织重塑, 造成病变的不可逆性^[33]。Okumo 等^[18]使用 25 mg/kg 槲皮素 ig 干预卵清蛋白诱导过敏性鼻炎 BALB/c 小鼠 5 d, 发现槲皮素可通过降低 VEGF、bFGF 的蛋白和 mRNA 水平, 抑制血管生成因子分泌, 减轻鼻黏膜组织重塑, 发挥血管生成抑制作用。

5 结语

现有研究已经明确, 槲皮素可通过抑制炎症反应、减轻氧化应激损伤、调节免疫稳态、抑制血管生成这 4 个维度的作用多靶点干预过敏性鼻炎的病理进程, 覆盖了疾病发生、发展的多个环节。不过目前该领域的研究仍有不少局限: 绝大多数研究都集中于细胞、动物层面的机制探索, 临床研究多为小样本的观察性研究, 缺乏高质量的随机对照试验证据, 难以支撑临床的大规模推广。多数机制研究仅关注槲皮素对单一靶点的调控, 很少有研究探索

这些靶点之间的交叉调控,难以完整阐释它的多靶点作用的协同机制。槲皮素在过敏性鼻炎的抗氧化活性、抑制血管生成的药理作用尚处于起始阶段,缺乏更多的研究证据。另外,槲皮素本身的口服生物利用度很低,现有制剂的吸收效果不佳,相关的制剂优化研究还比较少,限制了它的长期应用。针对这些问题,后续的研究可以从几个方面推进:首先需要开展大样本、多中心的随机对照临床试验,明确槲皮素治疗过敏性鼻炎的临床疗效和安全性,为临床应用提供高级别证据。其次,需要开展系统的机制研究,明确槲皮素多靶点调控之间的协同作用,完整阐释它的鼻保护作用的分子网络。另外,还需要优化槲皮素的制剂,开发高生物利用度的口服制剂,解决槲皮素的吸收差的问题。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Nur Husna S M, Tan H T T, Md Shukri N, *et al.* Allergic rhinitis: A clinical and pathophysiological overview [J]. *Front Med*, 2022, 9: 874114.
- [2] Siddiqui Z A, Walker A, Pirwani M M, *et al.* Allergic rhinitis: Diagnosis and management [J]. *Br J Hosp Med*, 2022, 83(2): 1-9.
- [3] 李阳杰, 曹瑞梅, 毛雅君, 等. 槲皮素的结构修饰及生物活性研究进展 [J]. *中草药*, 2023, 54(5): 1636-1653.
- [4] Kang C, Li X, Liu P, *et al.* Tolerogenic dendritic cells and TLR4/IRAK4/NF- κ B signaling pathway in allergic rhinitis [J]. *Front Immunol*, 2023, 14: 1276512.
- [5] Ke X, Chen Z, Wang X, *et al.* Quercetin improves the imbalance of Th1/Th2 cells and Treg/Th17 cells to attenuate allergic rhinitis [J]. *Autoimmunity*, 2023, 56(1): 2189133.
- [6] 雷西熙, 邓可斌, 姜锐. 槲皮素通过 TLR4/IRAK4/NF- κ B 信号通路对过敏性鼻炎大鼠炎症反应的影响 [J]. *中国药房*, 2025, 36(7): 832-836.
- [7] 康成林. 槲皮素通过 TLR4/IRAK4/NF- κ B 信号通路抑制树突状细胞活性和功能治疗变应性鼻炎的作用和机制研究 [D]. 遵义: 遵义医科大学, 2024.
- [8] Przychodniak D, Jankowski W M, Kurowski M. MicroRNAs as current diagnostic biomarkers and potential therapeutic targets in allergic and non-allergic rhinitis-A functional characterization [J]. *Curr Allergy Asthma Rep*, 2026, 26(1): 34.
- [9] Cheng J, Luo X, Chen F. Quercetin attenuates lipopolysaccharide-mediated inflammatory injury in human nasal epithelial cells via regulating miR-21/DMBT1/NF- κ B axis [J]. *Immunopharmacol Immunotoxicol*, 2022, 44(1): 7-16.
- [10] Hu X, Liu S, Jing Z, *et al.* Immunomodulation in allergic rhinitis: Insights from Th2 cells and NLRP3/IL-18 pathway [J]. *Cell Biochem Funct*, 2024, 42(3): e3997.
- [11] Tanaka Y, Furuta A, Asano K, *et al.* Modulation of Th1/Th2 cytokine balance by quercetin *in vitro* [J]. *Medicines*, 2020, 7(8): 46.
- [12] Yue L, Jia Q, Dong J, *et al.* TRIM24-mediated acetylation of STAT6 suppresses Th2-induced allergic rhinitis [J]. *Allergy Asthma Immunol Res*, 2023, 15(5): 603.
- [13] Ebihara N, Takahashi K, Takemura H, *et al.* Suppressive effect of quercetin on nitric oxide production from nasal epithelial cells *in vitro* [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2018, 2018(1): 6097625.
- [14] Zhu X, Cheng F, Duan H, *et al.* Novel insights into the study of goblet cell hypersecretion in allergic rhinitis [J]. *Front Immunol*, 2025, 16: 1525928.
- [15] Kashiwabara M, Asano K, Mizuyoshi T, *et al.* Suppression of neuropeptide production by quercetin in allergic rhinitis model rats [J]. *BMC Complement Altern Med*, 2016, 16(1): 132.
- [16] Sagit M, Polat H, Gurgen S G, *et al.* Effectiveness of quercetin in an experimental rat model of allergic rhinitis [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2017, 274(8): 3087-3095.
- [17] Fahmy Y A, El-Korashi L A, Attia H M, *et al.* IL-22, TNF- α , IL-17, and IL-8 in allergic rhinitis and correlation with disease severity [J]. *Egypt J Med Microbiol*, 2025, 34(1): 119-130.
- [18] Okumo T, Furuta A, Kimura T, *et al.* Inhibition of angiogenic factor productions by quercetin *in vitro* and *in vivo* [J]. *Medicines*, 2021, 8(5): 22.
- [19] Xu Y D, Cheng M, Mao J X, *et al.* Clara cell 10 (CC10) protein attenuates allergic airway inflammation by modulating lung dendritic cell functions [J]. *Cell Mol Life Sci*, 2024, 81(1): 321.
- [20] Otaki A, Furuta A, Asano K. Quercetin-induced enhancement of nasal epithelial cells' ability to produce Clara cell 10-kD protein *in vitro* and *in vivo* [J]. *Medicines*, 2023, 10(4): 28.
- [21] Li Y, Leung P S C, Gershwin M E, *et al.* New mechanistic advances in Fc ϵ RI-mast cell-mediated allergic signaling [J]. *Clin Rev Allergy Immunol*, 2022, 63(3): 431-446.
- [22] Hattori M, Mizuguchi H, Baba Y, *et al.* Quercetin inhibits transcriptional up-regulation of histamine H1 receptor via suppressing protein kinase C- δ /extracellular signal-regulated kinase/poly (ADP-ribose) polymerase-1 signaling pathway in HeLa cells [J]. *Int Immunopharmacol*, 2013, 15(2): 232-239.
- [23] Skalska M, Kleniewska P, Pawliczak R. Participation of reactive oxygen species in the pathogenesis of atopic

- dermatitis, allergic rhinitis and asthma [J]. *Alergol Pol*, 2023, 10(1): 26-31.
- [24] Edo Y, Otaki A, Asano K. Quercetin enhances the thioredoxin production of nasal epithelial cells *in vitro* and *in vivo* [J]. *Medicines*, 2018, 5(4): 124.
- [25] Sun Y, Han J, Ma H, *et al*. Aberrant expression of long non-coding RNA PVT1 in allergic rhinitis children: Correlation with disease risk, symptoms, and Th1/Th2 imbalance [J]. *J Clin Lab Anal*, 2022, 36(4): e24281.
- [26] Xing Y, Tan C, Luo Y, *et al*. Effect of quercetin on rhinitis via inflammatory pathway [J]. *Pak J Zool*, 2021, 53: 619-626.
- [27] 吴雄英, 胡婷, 李鹏程. 槲皮素调控 JAK2/STAT3 信号通路对过敏性鼻炎小鼠 Th1/Th2 免疫平衡的影响 [J]. *免疫学杂志*, 2025, 41(11): 779-785.
- [28] 彭炜, 王为, 赵艾君, 等. 槲皮素对大鼠变应性鼻炎血清 Th1/Th2 细胞因子表达的影响 [J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*, 2018, 24(6): 557-560.
- [29] Guo L P, Yan M, Niu R B, *et al*. Role of Th2, Th17 and Treg cells and relevant cytokines in pathogenesis of allergic rhinitis [J]. *Allergy Asthma Clin Immunol*, 2024, 20(1): 40.
- [30] 宁娜. 槲皮素治疗变应性鼻炎模型小鼠的效果及其机制探讨 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2013.
- [31] Jin P, Zhang H, Zhu X, *et al*. Bioinformatics analysis of mRNA profiles and identification of microRNA-mRNA network in CD4⁺ T cells in seasonal allergic rhinitis [J]. *J Int Med Res*, 2022, 50(8): 03000605221113918.
- [32] Mu D, Zhou L, Shi L, *et al*. Quercetin-crosslinked chitosan nanoparticles: A potential treatment for allergic rhinitis [J]. *Sci Rep*, 2024, 14(1): 4021.
- [33] Zhang Y, Li J, Zhang L, *et al*. Vascular endothelial growth factors in airway allergic diseases: Pathophysiological functions and therapeutic prospects [J]. *Expert Rev Clin Immunol*, 2025, 21(5): 577-586.

【责任编辑 解学星】