

CO NA TO VĚDA: Využití fotobiomodulační terapie u alergické rýmy (alergická rinitida)

Alergická rinosinusitida představuje komplexní zánětlivé onemocnění postihující miliony lidí na celém světě, charakterizované IgE-zprostředkovanými hypersenzitivními reakcemi v nosní a paranazální sliznici. Nedávné epidemiologické výzkumy odhalily významné geografické rozdíly v prevalenci, přičemž studie ze severozápadní Číny prokázaly odlišné regionální vzorce citlivosti na alergeny a zátěže onemocněním [1,2,3,4]. Toto onemocnění významně ovlivňuje kvalitu života ve všech věkových skupinách, přičemž geriatrické populace vykazují jedinečné cytologické a epidemiologické charakteristiky, které se liší od mladších kohort [3].

Současný výzkum prokázal silnou souvislost mezi alergickou rýmou a komorbiditami, zejména zánětem středního ucha s výpotkem u dospělých i dětí a to v souladu se zavedenými epidemiologickými směrnicemi pro kauzalitu [2]. Tato zjištění podtrhují vzájemně propojenou povahu zánětlivých onemocnění horních cest dýchacích a zdůrazňují potřebu komplexních léčebných přístupů.

Patofyziologie a imunologické mechanismy

Imunologická oblast alergické rinosinusitidy (RA) byla významně objasněna díky nedávnému pokroku v chápání imunitních odpovědí typu 2. Patofyziologie zahrnuje komplexní interakce mezi alergeny prostředí, genetickou predispozicí a dysfunkcí imunitního systému [5, 6]. Modely nosního alergenového dráždění poskytly cenné poznatky o symptomatologii a patofyziologii alergické rinitidy a demonstrovaly dynamickou povahu zánětlivých odpovědí a jejich časové vzorce [7].

Multiomické přístupy způsobily revoluci v chápání mechanismů onemocnění a umožnily aplikace v precizní medicíně prostřednictvím komplexního molekulárního profilování [8]. Genetické polymorfismy, zejména v genech, jako je ZNF608, byly identifikovány jako významné rizikové faktory alergické rýmy vyvolané roztoči domácího prachu a poskytují potenciální cíle pro personalizované terapeutické intervence [9].

Klinický dopad a zátěž pro kvalitu života

Zátěž alergické rinosinusitidy (RA) přesahuje rámec jednotlivých pacientů a zahrnuje významné společenské dopady. Systematické přehledy dokumentují mnohostrannou zátěž pro pacienty a společnost, včetně ekonomických nákladů, snížené produktivity a dopadů na rodinné pečovatele [10, 11]. Globální zátěž alergických onemocnění se neustále zvyšuje, což představuje výzvy v diagnostice a léčbě, které vyžadují inovativní přístupy [12].

Fotobiomodulační terapie prokázala účinnost u alergické rýmy prostřednictvím placebem kontrolovaných randomizovaných klinických studií, které vytvořily základy založené na důkazech pro tuto terapeutickou modalitu [13]. Pokroky ve fotobiomodulační terapii nabízejí nové neinvazivní možnosti léčby, které mohou doplňovat tradiční terapeutické přístupy [14].

Mechanismy a účinky Fotobiomodulace v terapii hypersenzitivních reakcí sliznice

Fotobiomodulace (PBM), často využívající nízkourovňovou laserovou terapii (LLLT) nebo červené/infračervené světelné diody (LED), se ukázala jako slibná neinvazivní terapie bez léků ke zmírnění hypersenzitivních reakcí zprostředkovaných IgE v nosní a paranazální sliznici, zejména v případech alergické rýmy. Vysláním červeného nebo blízkého infračerveného světla (obvykle 600–1100 nm) PBM indukuje fotochemické reakce, které modulují imunitní odpověď, snižují zánět a zlepšují klinické příznaky, jako je ucpaný nos, kýchání a rinorea. [14].

Principy PBM zahrnují interakci fotonů s biologickými tkáněmi při netepelném záření za účelem změny biologické aktivity [15]. Předpokládá se, že k této interakci dochází primárně absorpcí červeného a blízkého infračerveného (NIR) světla mitochondriálními chromofory, zejména cytochrom c oxidázou (CCO), která se

nachází v mitochondriálním dýchacím řetězci [16]. Tato absorpce vede ke zvýšené produkci adenosintrifosfátu (ATP), modulaci reaktivních forem kyslíku a regulaci oxidu dusnatého (NO) [17].

Vědecká data naznačují, že fotobiomodulační terapie (PBMT) může sloužit jako slibná terapeutická možnost pro osoby s alergickou rýmou, protože nabízí alternativu pro ty, kteří nejsou schopni snášet konvenční léky. Dále prokazuje účinnost a bezpečnost jako životaschopná alternativa léčby [13].

Tento typ fototerapie může být užitečným doplňkovým přístupem při léčbě alergické rýmy. Léčení pacienti trpící alergickou rýmou byli sledováni po dobu 1 roku a vykazovali konzistentní zlepšení a snížení protilátek proti IgE (3 měsíce po léčbě) [18]. Klinické studie [18] s dětmi ve věku 7–17 let ukázaly, že léčba viditelnými (400–800 nm) a infračervenými (800–1000 m) vlnovými délkami měla terapeutický přínos pro alergickou rýmu [19].

Fototerapie se také ukázala jako účinná léčba alergické rýmy u dětí. V dvojité anonymizované randomizované studii bylo zjištěno, že klinické příznaky alergické rinitidy se zlepšily o 70 % po intranazálním osvětlení nízkooenergetickou úzkopásmovou fototerapií na vlnové délce 660 nm při aplikaci třikrát denně po dobu 14 po sobě jdoucích dnů [20].

V klinické studii publikované v odborném časopise *Journal of Allergy and Clinical Immunology* (2005) vědci studovali mechanismus, kterým fototerapie dokázala inhibovat příznaky alergické rýmy. Alergický zánět je spojen s posunem v rovnováze cytokinů směrem k převaze TH2 [21]. Několik údajů naznačuje, že cytokiny TH2 (IL-5 a IL-4) jsou přítomny ve zvýšeném množství v nosní sliznici pacientů s alergickou rýmou [21,22]. IL-5 je cytokin, který podporuje zrání, aktivaci a prodloužené přežití eosinofilů, hlavních efektorových buněk při senné rýmě [23]. Potlačení prodlouženého přežití eosinofilů indukované IL-5 je potenciální terapeutickou strategií pro řešení alergické rýmy. V naší studii vedlo ozáření nosní sliznice k významnému poklesu lokálního IL-5. T lymfocyty jsou hlavními zdroji IL-5 [24]. Apoptóza těchto buněk po fototerapii by tedy mohla být základem základního mechanismu snížené produkce IL-5. Paměťové T buňky hrají důležitou roli v pokračování a udržování alergického procesu. Apoptóza těchto buněk po fototerapii by mohla mít dlouhodobý příznivý účinek. Fototerapie také vedla ke snížení počtu eosinofilů a hladiny ECP (eozinofilní kationický protein) v nosní lavážní tekutině. To by mohlo být přičítáno přímému proapoptotickému účinku mUV/VIS na eosinofily a snížené lokální hladině IL-5. Podobné výsledky týkající se hladin eosinofilů, ECP a IL-5 a T lymfocytů jsou pozorovány po jiných zavedených terapiích alergické rýmy, jako jsou lokální glukokortikoidy nebo imunoterapie [22, 25-27]. Alergická rýma je také doprovázena zvýšenou hladinou IL-4 v nosní sliznici. IL-4 je nezbytný pro podporu závazku prekurzorů T-buněk k produkci cytokinů TH2 a aktivuje přepínání izotypů IgE u B buněk [28]. Úloha IL-4 v modulaci přežití a funkce eosinofilů však dosud není jasná. IL-4 by mohl regulovat produkci CCL11/eotaxinu, silného eosinofilního chemoatraktantu podporujícího tkáňovou eosinofilii, ale je také induktorem apoptózy eosinofilů v periferní krvi [29,30]. Proapoptotický účinek IL-4 je dramatictější u eosinofilů oddělených od atopických jedinců ve srovnání s eosinofily od neatopických jedinců. Wedi a kol. [30] naznačili, že apoptóza eosinofilů zprostředkovaná IL-4 může mít fyziologický význam, pokud eosinofil není iniciován přeživšími cytokiny (IL-5, IL-3 nebo GM-CSF). Tato data naznačují, že kvantitativní vztah IL-4 a IL-5 produkovaného během zánětu může určovat rychlost apoptózy eosinofilů v místě alergického zánětu. Studie neodhalila [39] významné změny hladin IL-4 ve vzorcích nosní laváže. Podobné výsledky byly hlášeny po lokální glukokortikoidní terapii alergické rýmy [31]. Snížení IL-5 v nosní sliznici po fototerapii spolu s perzistencí IL-4 by tedy mohlo dále podporovat fototerapií indukovanou apoptózu eosinofilů.

Nejen T buňky a eosinofily, ale také mastocyty a bazofily hrají důležitou roli v efektorové fázi alergické reakce [32]. Jsou hlavním zdrojem různých mediátorů, a zejména histaminu. Úloha histaminu u alergické rýmy byla dobře prozkoumána a odráží se v širokém používání antihistaminik při léčbě alergické rýmy [33]. Ve studii bylo potvrzeno, že mUV/VIS ozáření je schopno inhibovat uvolňování mediátorů z buněk RBL-2H3. Bylo prokázáno, že uvolňování β -hexosaminidázy po alergenové expozici buněk RBL-2H3 pasivně senzibilizovaných na myši IgE koreluje s uvolňováním histaminu a výsledky SPT [34]. V tomto in vitro modelu uvolňování histaminu již bylo testováno několik dalších látek používaných k léčbě alergické rýmy a astmatu a prokázalo se, že jsou účinné v inhibici uvolňování histaminu zprostředkovaného IgE [35,36]. Zjištění v této studii jsou v souladu s předchozími studiemi, ve kterých byl hodnocen inhibiční účinek UV-A a UV-B světla na uvolňování histaminu [37]. Bylo prokázáno, že UV-A světlo významně inhibovalo uvolňování histaminu z lidských bazofilů a lidské mastocytární linie a že UV-B světlo mělo inhibiční účinek pouze na mastocyty [38]. Účinek UV-A záření bazofilů in vitro je charakterizován dvoufázovým, na dávce závislým účinkem na uvolňování histaminu: nízké dávky jsou následovány významným inhibičním účinkem. Naproti tomu vysoké dávky jsou následovány uvolněním

histaminu [37]. Použití mUV/VIS, které se vyznačuje nízkými dávkami UV-A a UV-B, je následováno velmi silným inhibičním účinkem a při určitých dávkách lze ve skutečnosti dosáhnout úplného blokujícího účinku.

Tato data ukazují, že fototerapie byla schopna inhibovat efektorovou fázi alergické reakce v několika kontrolních bodech. Na rozdíl od antihistaminik, která ovlivňují převážně histaminem zprostředkované prvky alergického procesu, má fototerapie mUV/VIS světlem jiné, komplexnější spektrum účinku, jako je indukce apoptózy T-buněk a eosinofilů a potlačení uvolňování mediátorů, jako je ECP a IL-5. To naznačuje, že intranasální fototerapie by mohla být alternativou i pro pacienty se symptomy, které nejsou kontrolovány antihistaminiky. Data v této studii tuto indikaci podporují vzhledem k tomu, že všichni zařazení pacienti nereagovali na konvenční terapii, včetně nejnovější generace antihistaminik. Zjištění naznačují, že fototerapie představuje účinnou terapeutickou modalitu pro léčbu pacientů s alergickou rýmou [39].

Roku 2023 byla ve vědeckém časopise *American Journal of Rhinology & Allergy* publikována velmi zajímavá studie. Zkoumala účinnost intranasální fototerapie (kombinace viditelného a infračerveného světla) jako alternativní léčby pro pacienty s alergickou rýmou. Došlo k statisticky významnému snížení všech sledovaných symptomů, včetně: svědění nosu, očí, hrdla a uší, výtoku z nosu a kýchání, nosní neprůchodnosti (ucpaného nosu). Na úrovni buněčných změn výrazně klesl počet neutrofilů v nosních výplachech, počet eosinofilů se naopak zvýšil a celkový počet granulocytů zůstal nezměněn. Čtyřtýdenní intranasální fototerapie využívající viditelné a infračervené světlo vede k prokazatelnému zmírnění projevů alergické rýmy a představuje tak účinnou terapeutickou možnost [40].

Závěr:

Fotobiomodulace využívá specifické vlnové délky červeného světla k hloubkové stimulaci nosní sliznice, kde dochází k aktivaci mitochondrií a zvýšené produkci buněčné energie. Tento proces vede k výraznému utlumení zánětlivých procesů a stabilizaci žírných buněk, čímž se přirozeně snižuje uvolňování histaminu a zmírňují se typické projevy, jako je svědění, kýchání nebo otok sliznic. Díky zlepšení lokální mikrocirkulace a modulaci imunitní odpovědi pomáhá tato metoda regenerovat podrážděnou tkáň a posilovat její bariérovou funkci vůči vnějším alergenům. Jako neinvazivní a bezbolestná terapie tak představuje efektivní cestu k dlouhodobému zlepšení průchodnosti nosu a celkovému komfortu bez nutnosti nadměrného spoléhání na farmakologickou léčbu.

Zdroje:

1. Mishra V, Babu RH. Epidemiology, Prevention, and Clinical Management of Allergic Rhinitis. *Horm Metab Res.* 2025 Aug;57(8):453-463. doi: 10.1055/a-2687-6822. Epub 2025 Sep 8. PMID: 40921161. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40921161/>
2. Vlastos IM, Tsotsiou N, Almomani M, Doulaptsi M, Karatzanis A, Prokopakis E (2025) Is allergic rhinitis related to otitis media with effusion in adults and children? Applying epidemiological guidelines for causation. *Cells* 14(11):805. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40497981/>
3. Gelardi M, Giancaspro R, Boni E, Di Gioacchino M, Cintoli G, Cassano M, Ventura MT. Rhinitis in the geriatric population: epidemiological and cytological aspects. *Geriatrics* 10(2):50. 2025. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40126300/>
4. Liu X, Gao N, Bai C, Zuo Y, Ma M, Zheng Z, Hao W, Hao Jr W. Epidemiological Investigation of Allergic Rhinitis in Yulin, Northwest China: A Prospective Case-Control Study. *Cureus* 17, no. 7. 2025. Zdroj: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12324807/>
5. Kato A, Kita H. The immunology of asthma and chronic rhinosinusitis. *Nat Rev Immunol.* 2025. Zdroj: <https://www.nature.com/articles/s41577-025-01159-0>
6. Peric A, Djerić D (2025) Immunological mechanisms of sensorineural hearing impairment in patients with different clinical phenotypes of chronic rhinosinusitis: a narrative review. *Immunol Invest* 54(3):396–411. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39654361/>

7. Linton S, Hossenbaccus L, Davis A, Thiele J, Garvey S, Botting H, Steacy L, Ellis AK. Characterizing the symptomatology and pathophysiology of allergic rhinitis using a nasal allergen challenge model—a subset of the allergic rhinitis microbiome study. *Allergy Asthma Clin Immunol* 21(1):36. 2025. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40826365/>
8. Hao Y, Yang Y, Zhao H, Chen Y, Zuo T, Zhang Yu, Yu H, Cui L, Song X (2025) Multi-omics in allergic rhinitis: mechanism dissection and precision medicine. *Clin Rev Allergy Immunol* 68(1):19. 2025. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39964644/>
9. Li H, Gao F, Liu X, Shen H, Du M, Cheng L, Zhang H, Zhang Z, Lu M, Zheng R (2025) Association of ZNF608 polymorphisms with house dust mite-induced allergic rhinitis. *Clin Transl Allergy* 15(8):e70081. 2025. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40765419/>
10. Rădeanu DG, Bronescu V, Stan C, Palade OD, Maniu AA (2025) Chronic rhinosinusitis: a multifaceted burden on patients and society—a systematic review. *Surgeries* 6(3):48. 2025. Zdroj: <https://www.mdpi.com/2673-4095/6/3/48>
11. Malvezzi L, Seccia V, Moffa A, Canevari FRM, Baiardini I, Barbaglia S, Battistini M, Cantoni E, Cipriani F, Pirronello M, Sala G, Stassaldi A, De Corso E. The Impact and Burden of Chronic Rhinosinusitis with Nasal Polyps on Patients and Their Family Caregivers: A Nationally Representative Survey. *Healthcare (Basel)*. 2025 Feb 17;13(4):430. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39997305/>
12. Alska E, Doligalska A, Napiórkowska-Baran K, Dolina M, Osińska K, Pilichowicz A, Wojtkiewicz A, Kaczor JJ, Szymczak B, Bartuzi Z. Global burden of allergies: mechanisms of development, challenges in diagnosis, and treatment. *Life* 15(6):878. 2025. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40566532/>
13. Oliveira PC, Correia LO, Lopes NMD, Molossi J, Fornazieri MA. Efficacy of Using Photobiomodulation Therapy in Allergic Rhinitis: A Placebo-Controlled Randomized Clinical Trial. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2025 Jun;15(6):594-601. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39828891/>
14. Ventura R, Mo J-H (2025) Advances in patch-based photobiomodulation therapy: a novel non-invasive treatment. *Medical Lasers* 14(2):43–53. 2025. Zdroj: <https://www.jkslms.or.kr//journal/view.html?doi=10.25289/ML.25.010>
15. de Freitas LF, Hamblin MR. Proposed Mechanisms of Photobiomodulation or Low-Level Light Therapy. *IEEE J Sel Top Quantum Electron*. 2016 May-Jun;22(3):7000417. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28070154/>
16. Karu TI. Multiple roles of cytochrome c oxidase in mammalian cells under action of red and IR-A radiation. *IUBMB Life*. 2010 Aug;62(8):607-10. doi: 10.1002/iub.359. PMID: 20681024. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20681024/>
17. Wu S, Zhou F, Wei Y, Chen WR, Chen Q, Xing D. Cancer phototherapy via selective photoinactivation of respiratory chain oxidase to trigger a fatal superoxide anion burst. *Antioxid Redox Signal*. 2014 Feb 10;20(5):733-46. doi: 10.1089/ars.2013.5229. Epub 2013 Oct 5. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23992126/>
18. Neuman, I.; Finkelstein, Y. Narrow-Band Red Light Phototherapy in Perennial Allergic Rhinitis and Nasal Polyposis. *Ann. Allergy Asthma Immunol*. 1997, 78, 399–406. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9109708/>
19. Moustafa, Y.; Kassab, A.N.; el Sharnoubi, J.; Yehia, H. Comparative study in the management of allergic rhinitis in children using LED phototherapy and laser acupuncture. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol*. 2013, 77, 658–665. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23394792/>
20. Koreck, A.I.; Csoma, Z.; Bodai, L.; Ignacz, F.; Kenderessy, A.S.; Kadocsa, E.; Szabo, G.; Bor, Z.; Erdei, A.; Szony, B.; et al. Rhinophototherapy: A new therapeutic tool for the management of allergic rhinitis. *Allergy Clin. Immunol*. 2005, 115, 541–547. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15753902/>

21. Howarth PH, Bradding P, Feather I, Wilson S, Church MK, Holgate ST. Mucosal cytokine expression in allergic rhinitis. *Int Arch Allergy Immunol.* 1995 May-Jun;107(1-3):390-1. doi: 10.1159/000237048. PMID: 7613187. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7613187/>
22. Bradding P, Feather IH, Wilson S, Holgate ST, Howarth PH. Cytokine immunoreactivity in seasonal rhinitis: regulation by a topical corticosteroid. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995 Jun;151(6):1900-6. doi: 10.1164/ajrccm.151.6.7767538. PMID: 7767538. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7767538/>
23. Walsh GM. Mechanisms of human eosinophil survival and apoptosis. *Clin Exp Allergy.* 1997 May;27(5):482-7. PMID: 9179421. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9179421/>
24. Ying S, Durham SR, Barkans J, Masuyama K, Jacobson M, Rak S, Löwhagen O, Moqbel R, Kay AB, Hamid QA. T cells are the principal source of interleukin-5 mRNA in allergen-induced rhinitis. *Am J Respir Cell Mol Biol.* 1993 Oct;9(4):356-60. doi: 10.1165/ajrcmb/9.4.356. PMID: 8398174. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8398174/>
25. Durham SR, Walker SM, Varga EM, Jacobson MR, O'Brien F, Noble W, Till SJ, Hamid QA, Nouri-Aria KT. Long-term clinical efficacy of grass-pollen immunotherapy. *N Engl J Med.* 1999 Aug 12;341(7):468-75. doi: 10.1056/NEJM199908123410702. PMID: 10441602. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10441602/>
26. Wilson DR, Nouri-Aria KT, Walker SM, Pajno GB, O'Brien F, Jacobson MR, Mackay IS, Durham SR. Grass pollen immunotherapy: symptomatic improvement correlates with reductions in eosinophils and IL-5 mRNA expression in the nasal mucosa during the pollen season. *J Allergy Clin Immunol.* 2001 Jun;107(6):971-6. doi: 10.1067/mai.2001.115483. PMID: 11398073. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11398073/>
27. Benson M, Strannegård IL, Strannegård O, Wennergren G. Topical steroid treatment of allergic rhinitis decreases nasal fluid TH2 cytokines, eosinophils, eosinophil cationic protein, and IgE but has no significant effect on IFN-gamma, IL-1beta, TNF-alpha, or neutrophils. *J Allergy Clin Immunol.* 2000 Aug;106(2):307-12. doi: 10.1067/mai.2000.108111. PMID: 10932075. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10932075/>
28. Oettgen HC, Geha RS. IgE in asthma and atopy: cellular and molecular connections. *J Clin Invest.* 1999 Oct;104(7):829-35. doi: 10.1172/JCI8205. PMID: 10510320; PMCID: PMC408564. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10510320/>
29. Fiset PO, Soussi-Gounni A, Christodoulopoulos P, Tulic M, Sobol SE, Frenkiel S, Lavigne F, Lamkhioued B, Hamid Q. Modulation of allergic response in nasal mucosa by antisense oligodeoxynucleotides for IL-4. *J Allergy Clin Immunol.* 2003 Mar;111(3):580-6. doi: 10.1067/mai.2003.179. PMID: 12642840. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12642840/>
30. Wedi B, Raap U, Lewrick H, Kapp A. IL-4-induced apoptosis in peripheral blood eosinophils. *J Allergy Clin Immunol.* 1998 Dec;102(6 Pt 1):1013-20. doi: 10.1016/s0091-6749(98)70340-9. PMID: 9847443. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9847443/>
31. Kita H, Jorgensen RK, Reed CE, Dunnette SL, Swanson MC, Bartemes KR, Squillace D, Blomgren J, Bachman K, Gleich GJ. Mechanism of topical glucocorticoid treatment of hay fever: IL-5 and eosinophil activation during natural allergen exposure are suppressed, but IL-4, IL-6, and IgE antibody production are unaffected. *J Allergy Clin Immunol.* 2000 Sep;106(3):521-9. doi: 10.1067/mai.2000.108430. PMID: 10984373. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10984373/>
32. Holgate ST. The role of mast cells and basophils in inflammation. *Clin Exp Allergy.* 2000 Jun;30 Suppl 1:28-32. doi: 10.1046/j.1365-2222.2000.00093.x. PMID: 10849471. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10849471/>
33. Simons FE. H1-Antihistamines: more relevant than ever in the treatment of allergic disorders. *J Allergy Clin Immunol.* 2003 Oct;112(4 Suppl):S42-52. doi: 10.1016/s0091-6749(03)01876-1. PMID: 14530788. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14530788/>
34. Hoffmann A, Jamin A, Foetisch K, May S, Aulepp H, Haustein D, Vieths S. Determination of the allergenic activity of birch pollen and apple prick test solutions by measurement of beta-hexosaminidase release from

RBL-2H3 cells. Comparison with classical methods in allergen standardization. *Allergy*. 1999 May;54(5):446-54. doi: 10.1034/j.1398-9995.1999.00917.x. PMID: 10380775. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10380775/>

35. Berthon B, Taudou G, Combettes L, Czarléwski W, Carmi-Leroy A, Marchand F, Weyer A. In vitro inhibition, by loratadine and descarboxyethoxyloratadine, of histamine release from human basophils, and of histamine release and intracellular calcium fluxes in rat basophilic leukemia cells (RBL-2H3). *Biochem Pharmacol*. 1994 Mar 2;47(5):789-94. doi: 10.1016/0006-2952(94)90478-2. PMID: 7510965. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7510965/>

36. White MV, Igarashi Y, Lundgren JD, Shelhamer J, Kaliner M. Hydrocortisone inhibits rat basophilic leukemia cell mediator release induced by neutrophil-derived histamine releasing activity as well as by anti-IgE. *J Immunol*. 1991 Jul 15;147(2):667-73. PMID: 1712816. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1712816/>

37. Monfrecola G, de Paulis A, Prizio E, Russo I, Carfora M, Santoianni P, Marone G. In vitro effects of ultraviolet A on histamine release from human basophils. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2003 Nov;17(6):646-51. doi: 10.1046/j.1468-3083.2003.00679.x. PMID: 14761130. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14761130/>

38. Krönauer C, Eberlein-König B, Ring J, Behrendt H. Influence of UVB, UVA and UVA1 irradiation on histamine release from human basophils and mast cells in vitro in the presence and absence of antioxidants. *Photochem Photobiol*. 2003 May;77(5):531-4. doi: 10.1562/0031-8655(2003)077<0531:iouuau>2.0.co;2. PMID: 12812296. Zdroj: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12812296/>

39. Koreck A, et. al. Rhinophototherapy: A new therapeutic tool for the management of allergic rhinitis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2005; 115, 541-547. Zdroj: [https://www.jacionline.org/article/S0091-6749\(04\)03043-X/fulltext](https://www.jacionline.org/article/S0091-6749(04)03043-X/fulltext)

40. Koycu A, Bas C, Musabak UH, et al. Effects of Combined Visible and Infrared Light Rhinophototherapy in Patients With Allergic Rhinitis. *American Journal of Rhinology & Allergy*. 2023;37(1):65-73. Zdroj: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/19458924221133898>

bloominds®
energie pro tělo, klid pro mysl

Rybná 1066/15, Staré Město, 110 00 Praha 1

+420 602 491 591

lounge@bloominds.cz

