

# Zinok a imunitný systém

M. Jeseňák

## Súhrn

Zinok predstavuje esenciálny mikroelement s pluripotentnými biologickými účinkami v organizme. Je súčasťou mnohých enzýmov, signálnych molekúl ako aj transkripčných faktorov. Má komplexné imunomodulačné účinky, pričom pôsobí tak v ramene vrodenej ako aj špecifickej imunity. Dôležitá je aj jeho úloha pri indukcii a regulácii zápalovej kaskády. Pre optimálne biologické účinky zinku je potrebný jeho dostatočný denný príjem, pričom strava obvykle nepokrýva jeho potrebu. Jednotlivé štúdie ako aj experimenty postupne objasnili priame aj nepriame antiinfekčné účinky zinku, pričom najlepšie sú dokladované jeho protívírusové účinky. Zinok má význam predovšetkým v liečbe akútnych infekcií (najmä bežného prechladnutia), pričom je potrebná jeho skorá aplikácia a zvýšené dávkovanie. Pri dlhodobej aplikácii môže predstavovať zinok jeden z preventívnych nástrojov pred vznikom infekcií. Vzhľadom na svoje postavenie v imunitnom systéme a zápale je zinok vhodný aj ako doplnková liečba viacerých imunitne podmienených ochorení, či už bronchiálnej astmy, atopického ekzému, ale aj získaných porúch imunity.

## Kľúčové slová

zinok – nedostatok zinku – suplementácia zinku

## Summary

**Zinc and the immune system.** Zinc is an essential microelement with pluripotent biological effects in the body. It forms part of many enzymes, signal molecules, as well as transcription factors. It has complex immunomodulatory effects, which play a role in both non-specific and specific immunity. Its role in the induction and regulation of the inflammatory cascade is also important. A sufficient daily intake of zinc is required for its optimal biological effects, yet the average diet is unlikely to be sufficient to meet this need. A number of studies and experiments have gradually explained the direct and indirect anti-infectious effects of zinc, with the best evidence provided for its antiviral effects. Zinc is of particular importance in the treatment of acute infections (especially the common cold), which require early application and increased dosing. With long-term use, zinc may be one of the tools for preventing the onset of infections. Due to its role in the immune system and inflammation, zinc is also suitable as an adjunctive treatment of a number of immune-related diseases, including bronchial asthma, atopic eczema or even acquired immunodeficiencies.

## Keywords

zinc – zinc deficiency – zinc supplementation

## ÚVOD

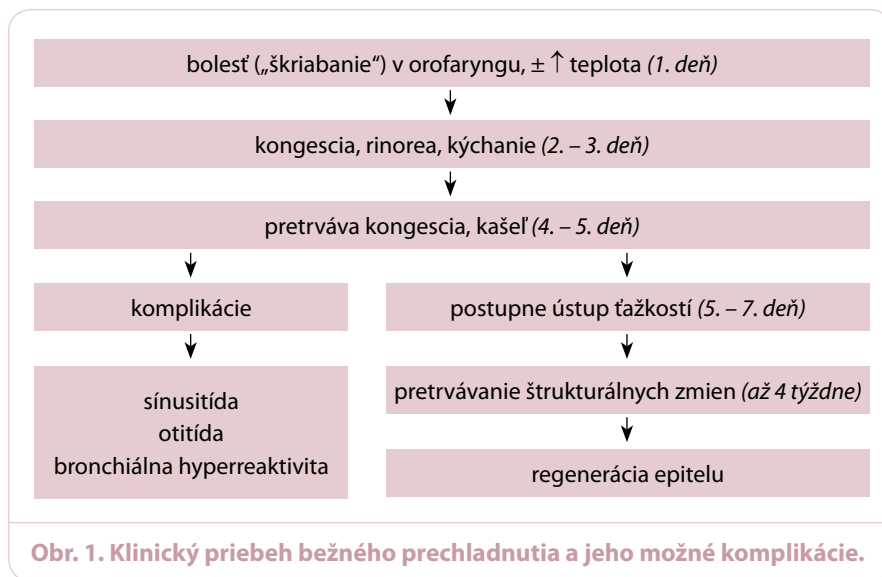
**Zinok (Zn) je druhým najdôležitejším mikroelementom** pre človeka, pričom v jeho organizme plní **mnohé nezaštipiteľné biologické úlohy**. Je súčasťou **enzýmov, signalizačných molekúl a transkripčných faktorov**. Zároveň sa podieľa na **udržiavaní kožnej integrity** a zasahuje aj do **procesov hojenia rán**. Nemenej dôležité sú jeho **funkcie v imunitnom systéme** a pri **regulácii zápalovej odpovede** [1]. Zn je súčasťou stravy, pričom jeho najvýznamnejšími zdrojmi sú morské plody a ryby (ustrice, krab, homár), mäso (hovädzie, bravčové, kuracie), rôzne cereálie, klíčky a orechy (ovsené cereálie, kešu, mandle, arašidy), strukoviny (fazuľa, cícer, hrach), mlieko a mliečne výrobky, event. iné zdroje (horká čokoláda, melón, zelený špenát,

tekvicové a slnečnicové semienka). Dôležitým zdrojom Zn pre dojčatá je materské mlieko, pričom biologická dostupnosť Zn z materského mlieka je vyššia ako z náhradnej mliečnej výživy či kravského mlieka [2,3]. Vzhľadom na to, že organizmus nedisponuje špeciálnym systémom udržiavajúcim zásoby Zn v organizme, má Zn veľký obrat a **primeraný denný príjem je nevyhnutný na dosiahnutie jeho rovnováhy ako aj zachovania všetkých biologických účinkov**. Príjem zinku stravou však obvykle nepostačuje pokryť jeho celkovú dennú potrebu [2].

## ZINOK A IMUNITNÝ SYSTÉM

Vzhľadom na svoje nezaštipiteľné miesto v organizme, Zn predstavuje dôležitý a esenciálny prvok aj **pre správne**

**fungovanie imunitného systému a jeho primeranú reaktivitu**. Zn je súčasťou rôznych enzýmov, receptorových systémov a signálnych dráh a zároveň aj súčasťou mnohých transkripčných faktorov, čím sa priamo podieľa na regulácii génovej expresie. Jednotlivé štúdie ukázali, že **Zn priamo aj nepriamo podporuje mechanizmy nešpecifickej imunity**, či už v podobe aktivácie makrofágov a fagocytózy alebo cez aktiváciu systému komplementu. V oblasti **adaptívnej (špecifickej) imunity sa podieľa prakticky na všetkých etapách maturácie imunitných buniek** a zároveň ovplyvňuje aj ich **vzájomné interakcie** prostredníctvom prenosu aktivačných signálov cez receptory a vnútrobunkové signalizačné dráhy. Prítomnosť Zn je nevyhnutná aj pre správnu reguláciu pro-



cesov zápalu, pričom vplyv na tvorbu jednotlivých cytokínov je variabilný (napr. zvyšuje tvorbu tolerogénneho interleukínu 10). Veľmi dôležité sú účinky **Zn v efektívnej protivírusovej obrane**: podstimuluje tvorbu interferónov a zároveň podporuje aj bunkové mechanizmy protivírusovej imunity (NK-bunky a CD8<sup>+</sup> T-cytotoxické lymfocyty) [1,2,4–11]. Celkovo možno uzavrieť, že dostatočný prísun Zn je nevyhnutný pre dlhodobé správne fungovanie jednotlivých zložiek imunity. Zatiaľ čo pri akútnom deficite Zn vznikajú poruchy imunity, pri jeho dlhodobom deficite dochádza k rozvoju rôznych zápalových chorôb [2,12].

### ZINOK A ANTIINFEKČNÉ ÚČINKY

Zn dokáže pôsobiť v prípade rôznych infekcií tak akútne **terapeuticky**, ako aj **preventívne**. Podkladom pre jeho úspešné použitie pri infekciách rôzneho pôvodu sú jednak jeho **komplexné imunomodulačné účinky** (v oblasti vrodenej aj získanej imunity), ako aj schopnosť aktivovať a následne **regulovať zápalovú kaskádu** či priamy **vplyv na tvorbu rôznych antiinfekčných substancií** (interferóny, cytokíny a i.). Zaujímavé sú aj jeho **cytoprotektívne účinky**, čím Zn dokáže chrániť bunky pred poškodením pri infekcii. V štúdiách bolo zároveň dokázané, že dostatok Zn dokáže signifikantne **znižovať replikáciu**

**viriónov** ako aj delenie baktérií. Dôležitým mechanizmom je kompetícia imunitného systému s daným patogénom o užitú Zn, čo otvára nové možnosti pre antimikrobiálne terapeutické postupy [2,4,13–16]. Posledné štúdie ukázali, že využitie Zn imunitným systémom počas infekcie je regulované metalotioneínmi, ktoré zároveň regulujú homeostázu Zn v organizme [17].

### ZINOK A BEŽNÉ PRECHLADNUTIE

**Bežné prechladnutie** (bežná nádcha, common cold) predstavuje najčastejšie akútne infekčné ochorenie horných dýchacích ciest, ktoré obvykle v priebehu niekoľkých dní samo odznie (tzv. self-limiting priebeh). Dominantne **je vyvolané širokým spektrom respiračných vírusov** (rinovírus, koronavírusy, vírus chrípky a parainflúenzy, adenovírusy, enterovírusy, respiračný syncytiálny vírus). Samotné prekonané ochorenie nezanecháva žiadnu imunitu, a preto sú u človeka v priebehu roka typické viaceré reinfekcie, ktoré však obvykle prebiehajú miernejšie. Inkubačná doba je 1 – 3 dni s následným 3 – 7-dňovým trvaním (**obr. 1**). V klinickom obraze je okrem profúzneho rinorey, kongescie nosa, bolesti hlavy typické aj **časté kýchanie, ktoré významne napomáha šírenie infekcie kvapôčkovou cestou**. Samotné ochorenie môže mať aj viaceré **kompli-**

**kácie**, ako napr. akútna sínusitída, otitída či následná bronchiálna hyperreaktívita vznikajúca na základe nazobronchiálneho reflexu (typicky sa po odznení príznakov z horných ciest dýchacích objaví postinfekčný neproduktívny kašeľ). Dôležitým faktorom je, že štrukturálne ako aj funkčné zmeny v nosovej sliznici môžu pretrvávajúť aj 4 týždne. V tomto období rekonvalescencie je preto epitel dýchacích ciest zraniteľnejší a náchyľnejší na nové infekcie, či už vírusové alebo bakteriálne. Liečba ochorenia je symptomatická – zameraná na jednotlivé klinické príznaky. Vo viacerých štúdiách sa ukázalo, že nasadenie včasnej a efektívnej liečby dokáže nielen zmierniť príznaky bežného prechladnutia, ale predovšetkým skrátiť jeho trvanie, a tým aj znížiť pravdepodobnosť jeho ďalšieho šírenia. Medzi efektívne nástroje liečby akútneho bežného prechladnutia patrí aj Zn [3].

Zn má dokázané tak **liečebné**, ako aj **preventívne** účinky pri bežnom prechladnutí. Počas akútnej infekcie chráni bunky pred poškodením a lýzou, znižuje replikáciu viriónov respiračných vírusových patogénov, aktivuje protivírusové obranné imunitné mechanizmy a zároveň reguluje zápalovú kaskádu. Dôležité sú aj antioxidantné účinky, ktoré zmiernujú event. poškodenie biomolekúl vzniknuté pri vzplanutí akútneho zápalu. Zn po väzbe na povrchové štruktúry viriónov znižuje ich interakciu s ich receptormi na povrchu epitelu dýchacích ciest (najmä s molekulou intercelulárnej adhézie – ICAM-1) [15,16,18,19]. Niektorí autori skúmali aj lokálnu aplikáciu Zn v podobe nazálneho gélu [20,21]. Z hľadiska výsledkov jednotlivých štúdií, ktoré skúmali účinok Zn pri liečbe akútneho prechladnutia, možno konštatovať, že aplikácia Zn viedla ku **skráteniu trvania a závažnosti príznakov** bežného prechladnutia ako aj **k potlačeniu pridružených príznakov** (bolesť hlavy, kongescia nosa a i.). Pre efekt liečby je však **nevyhnutná skorá aplikácia**, a to už v priebehu prvých 12 – 24 hod od začiatku prodromálnych príznakov. Odporúča sa aj **aplikácia zvýšenej dávky až**

do 75 mg počas najmenej 5 po sebe idúcich dní (tab. 1) [15,19–38]. Použitie Zn v liečbe akútnej rinosinusitídy odporúčajú aj medzinárodné smernice pre liečbu akútnej rinosinusitídy – European Position Paper on Rhinosinusitis [39].

Pri dlhodobom podávaní Zn boli zaznamenané aj jeho **preventívne účinky pred vznikom častých infekcií horných ciest dýchacích**. Zn v dávke **45 mg počas 12 mesiacov** znížil frekvenciu infekcií, ale pozitívne ovplyvnil aj sekundárne nepriame ukazovatele – zredukoval absenciu v škole, resp. v práci a znížil potrebu antibiotickej liečby [14,40]. Preventívny aj liečebný účinok Zn bol dokázaný vo všetkých vekových kategóriách [14,27].

### ZINOK A BRONCHIÁLNA ASTMA

**Bronchiálna astma** predstavuje najčastejšie chronické ochorenie dýchacích ciest v detskom veku a je charakterizovaná chronickým zápalom malých a stredných dýchacích ciest, ktoré vedie k štrukturálnym (tzv. remodelácia) ako aj funkčným (bronchiálna hyperreaktivita) zmenám. Chronický zápal zároveň zvyšuje riziko infekčných komplikácií. **V štúdiách sa preukázalo, že bronchiálna astma sa spája so zníženým obsahom zinku v krvi** [41–44], **vlasoch** [45], **nechtach** [46] **či spúte** [47]. **Zároveň bola pozorovaná priama korelácia medzi stupňom deficitu Zn a závažnosťou astmy a jej ťažším priebehom**. Deti s deficitom Zn mali zvýšené riziko recidivujúcich piskotov v porovnaní s deťmi bez deficitu [48]. Príčinou deficitu Zn u astmatikov môže byť jednak jeho znížený príjem stravou, ale aj poruchy mechanizmov udržiavajúcich jeho rovnováhu v organizme [49]. Znížený príjem Zn počas gravidity a v perinatálnom období môže predstavovať rizikový faktor pre rozvoj astmy u dieťaťa v neskoršom živote [40]. Vo zvieracích modeloch alergického zápalu a astmy boli dokázané protizápalové a protialergické účinky Zn [50,51]. Vo viacerých štúdiách sa naznačili možné pozitívne adjuvantné účinky Zn v liečbe astmy, a to tak z dlhodobého, ako aj krátkodobého (počas

Tab. 1. Denná potreba zinku a jeho odporúčané dávky.

Denná potreba zinku	
muži	11 mg/deň
ženy	8 mg/deň
deti	5 – 6 mg/deň
Odporúčané dávky elementárneho zinku	
bežná dávka	> 12 rokov : 15 – 25 mg/deň 6 – 11 rokov : 12,5 mg/deň < 6 rokov : 3 – 6 mg/deň
akútna infekcia	až do 75 mg/deň (+ prídanie medi 2 mg/deň)

exacerbácií) hľadiska [52–54]. V laboratórnych podmienkach *in vitro* Zn upravil nerovnováhu v cytokínovej produkcii T-lymfocytov u astmatikov alergických na roztoče [55]. Prídanie Zn k štandardnej liečbe akútnej exacerbácie astmy zmiernilo jej závažnosť a skrátilo trvanie jej príznakov [53]. Na základe súčasných vedomostí by mohol Zn predstavovať vhodnú doplnkovú liečbu bronchiálnej astmy, avšak sú potrebné ďalšie štúdie.

### ZINOK A ATOPICKÝ EKZÉM

**Atopický ekzém** je chronické zápalové ochorenie kože s typickým remitujúco-relabujúcim priebehom, pričom deficit Zn by mohol byť jedným z príčinných a rizikových faktorov. **Vo viacerých štúdiách sa potvrdilo u pacientov s atopickým ekzémom zníženie koncentrácie Zn v krvi** [56–61], **vlasoch** [45,62] **či nechtach** [43]. **Stupeň deficitu Zn priamo koreloval so závažnosťou ekzému hodnotenou systémom SCORAD** [59]. **Deficit Zn počas gravidity a v detstve môže predstavovať jeden z rizikových faktorov pre rozvoj ekzému u dieťaťa** [3]. **Perinatálna suplementácia Zn znížila riziko rozvoja atopického ekzému** [63]. Suplementácia zinku viedla v niektorých štúdiách k zmierneniu príznakov ekzému s poklesom objektívnych príznakov hodnotených rôznymi skórovacími systémami (SCORAD, EACI), ako aj k zníženiu permeability kože. Efekt je pozorovaný predovšetkým u jedincov s dokázaným deficitom Zn [60,62,64]. Pozitívne účinky

boli pozorované aj pri liečbe atopického ekzému na psoch [65].

### ZINOK A LIEKOVÉ INTERAKCIE

V prípade klinického použitia Zn existuje **len málo obmedzení**, ktoré treba brať do úvahy pri jeho aplikácii. Niektoré antibiotiká (napr. chinolóny a tetracyklíny) znižujú absorpciu Zn, a preto je potrebné užiť prípravok s obsahom Zn buď 2 hod pred týmito antibiotikami alebo 4 – 6 hod po nich. Penicilamín znižuje tiež absorpciu Zn a prípravky s obsahom železa znižujú jeho dostupnosť. Diuretiká naopak zvyšujú exkréciu Zn. Pri aplikácii vysokých dávok Zn (napr. počas akútnej infekcie) dochádza k zníženiu absorpcie ďalšieho dôležitého mikroelementu, čo môže viesť v ojedinelých prípadoch až k rozvoju anémie, a preto je pri zvýšených dávkach zinku vhodné doplniť med' (2 mg/deň). Pri stravovaní s prevahou zeleniny a obilnín prítomnosť fytátov, ale aj vlákniny znižuje dostupnosť Zn [66–68].

### ZÁVER

Zn predstavuje **esenciálny mikroelement** s pluripotentnými biologickými účinkami v organizme. Je súčasťou viac ako 400 enzýmov a 2 000 proteínov s rôznymi funkciami. Je **nevyhnutný pre správne fungovanie imunitného systému a reguláciu zápalovej odpovede**. **Zn má význam predovšetkým v liečbe akútnych infekcií** (najmä bežného prechladnutia), pričom **je potrebná jeho skorá aplikácia a zvýšené dávkovanie**.

**Pri dlhodobej aplikácii môže predstavovať Zn jeden z preventívnych nástrojov pred vznikom infekcií. Vzhľadom na svoje postavenie v imunitnom systéme a zápal je Zn vhodný aj ako doplnková liečba viacerých imunitne podmienených ochorení, či už bronchiálnej astmy, atopického ekzému, ale aj získaných porúch imunity.**

## Literatúra

- Gammoh NZ, Rink L. Zinc in infection and inflammation. *Nutrients* 2017; 9(6): E624. doi: 10.3390/nu9060624.
- Bonaventura P, Benedetti G, Albareda F et al. Zinc and its role in immunity and inflammation. *Autoimmun Rev* 2015; 14(4): 277–285. doi: 10.1016/j.autrev.2014.11.008.
- Jeseňák M, Rennerová Z, Bánovčin P et al. Recidivujúce infekcie dýchacích ciest a imunomodulácia u detí. *Praha: Mladá Fronta* 2012. 1. vyd.
- Ferencik M, Ebringer L. Modulatory effects of selenium and zinc on the immune system. *Folia Microbiol (Praha)* 2003; 48(3): 417–426.
- Joray ML, Yu TW, Ho E et al. Zinc supplementation reduced DNA breaks in Ethiopian women. *Nutr Res* 2015; 35(1): 49–55. doi: 10.1016/j.nutres.2014.10.006.
- Maeres M, Haase H. Zinc and immunity: an essential interrelation. *Arch Biochem Biophys* 2016; 611: 58–65. doi: 10.1016/j.abb.2016.03.022.
- Maywald M, Rink L. Zinc homeostasis and immunosenescence. *J Trace Elem Med Biol* 2015; 29: 24–30. doi: 10.1016/j.jtemb.2014.06.003.
- Prasad AS. Zinc in human health: effect of zinc on immune cells. *Mol Med* 2008; 14(5–6): 353–357. doi: 10.2119/2008-00033.Prasad.
- Rink L, Gabriel P. Zinc and the immune system. *Proc Nutrition Soc* 2000; 59(4): 541–552.
- Rosenkranz E, Hilgers RD, Uciechowski P et al. Zinc enhances the number of regulatory T cells in allergen-stimulated cells from atopic subjects. *Eur J Nutr* 2017; 56(2): 557–567. doi: 10.1007/s00394-015-1100-1.
- Subramanian Vignesh K, Deepe GS jr. Immunological orchestration of zinc homeostasis: the battle between host mechanisms and pathogen defences. *Arch Biochem Biophys* 2016; 611: 66–78. doi: 10.1016/j.abb.2016.02.020.
- Wong CP, Rinaldi NA, Ho E. Zinc deficiency enhanced inflammatory response by increasing immune cell activation and inducing IL6 promoter demethylation. *Mol Nutr Food Res* 2015; 59(5): 991–999. doi: 10.1002/mnfr.201400761.
- Hojyo S, Fukada T. Roles of zinc signalling in the immune system. *J Immunol Res* 2016; 2016: 6762343.
- Prasad AS, Beck FW, Bao B et al. Zinc supplementation decreases incidence of infections in the elderly: effect of zinc on generation of cytokines and oxidative stress. *Am J Clin Nutr* 2007; 85(3): 837–844.
- Prasad AS, Beck FW, Bao B et al. Duration and severity of symptoms and levels of plasma interleukin-1 receptor antagonist, soluble tumor necrosis factor receptor, and adhesion molecules in patients with common cold treated with zinc acetate. *J Infect Dis* 2008; 197(6): 795–802. doi: 10.1086/528803.
- Watly J, Potocki S, Rowinska-Zyrek M. Zinc homeostasis at the bacterial/host interface—from coordination chemistry to nutritional immunity. *Chemistry* 2016; 22(45): 15992–16010. doi: 10.1002/chem.201602376.
- Rahman MT, Karim MM. Metallothionein: a potential link in the regulation of zinc in nutritional immunity. *Biol Trace Elem Res* 2017. [Epub ahead of print]. doi: 10.1007/s12011-017-1061-8.
- Berg K, Bolt G, Andersen H et al. Zinc potentiates the antiviral action of human IFN-alpha tenfold. *J Interferon Cytokine Res* 2001; 21(7): 471–474. doi: 10.1089/10799900152434330
- Hemilä H, Chalker E. The effectiveness of high dose zinc acetate lozenges on various common cold symptoms: a meta-analysis. *BMC Family Pract* 2015; 16: 24. doi: 10.1186/s12875-015-0237-6.
- Hirt M, Nobel S, Barron E. Zinc nasal gel for the treatment of common cold symptoms: a double-blind, placebo-controlled trial. *Ear Nose Throat J* 2000; 79(10): 778–780.
- Mossad SB. Effect of zincum gluconicum nasal gel on the duration and symptom severity of the common cold in otherwise healthy adults. *QJM* 2003; 96(1): 35–43.
- Caruso TJ, Prober CG, Gwaltney JM. Treatment of naturally acquired common colds with zinc: a structural review. *Clin Infect Dis* 2007; 45(5): 569–574.
- Das RR, Singh M. Oral zinc for the common cold. *JAMA* 2014; 311(4): 1440–1441. doi: 10.1001/jama.2014.1404.
- Hemilä H. Duration of the common cold and similar continuous outcomes should be analyzed on the relative scale: a case study of two zinc lozenge trials. *BMC Med Res Methodol* 2017; 17(1): 82. doi: 10.1186/s12874-017-0356-y.
- Hemilä H. Zinc lozenges and the common cold: a meta-analysis comparing zinc acetate and zinc gluconate, and the role of zinc dosage. *J Royal Soc Med Open* 2017; 8(5): 1–7. doi: 10.1177/2054270417694291.
- Hemilä H. Zinc lozenges and vitamin C for the common cold are not examples of placebo effect in action. *J Clin Epidemiol* 2015; 68(12): 1523–1525. doi: 10.1016/j.jclinepi.2015.05.012.
- Hemilä H. Zinc lozenges may shorten the duration of colds: a systematic review. *Open Respir Med J* 2011; 5: 51–58. doi: 10.2174/1874306401105010051.
- Hulisz D. Efficacy of zinc against common cold viruses: an overview. *J Am Pharm Assoc* (2003) 2004; 44(5): 594–603.
- Jackson JL, Lesho E, Peterson C. Zinc and the common cold: a meta-analysis revisited. *J Nutr* 2000; 130 (Suppl 5): 1512S–1515S.
- Kurugol Z, Akilli M, Bayram N et al. The prophylactic and therapeutic effectiveness of zinc sulphate on common cold in children. *Acta Paediatr* 2006; 95(10): 1175–1181. doi: 10.1080/08035250600603024
- Kurugol Z, Bayram N, Atik T. Effect of zinc sulphate on common cold in children: randomized, double blind study. *Pediatr Int* 2007; 49(6): 842–847. doi: 10.1111/j.1442-200X.2007.02448.x.
- Maggini S, Beveridge S, Suter M. A combination of high-dose vitamin C plus zinc for the common cold. *J Int Med Res* 2012; 40(1): 28–42. doi: 10.1177/147323001204000104.
- McElroy BH, Miller SP. Effectiveness of zinc gluconate glycine lozenges (Cold-Eeze) against the common cold in school-aged subjects: a retrospective chart review. *Am J Ther* 2002; 9(6): 472–475.
- Rerksupphaphol S, Rerksupphaphol L. A randomized controlled trial of chelated zinc for prevention of the common cold in Thai school children. *Paediatr Int Child Health* 2013; 33(3): 145–150. doi: 10.1179/2046905513Y.0000000064.
- Science M, Johnstone J, Roth DE et al. Zinc for the treatment of the common cold: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *CMAJ* 2012; 184(10): E551–E561. doi: 10.1503/cmaj.111990.
- Singh M, Das RR. Zinc for the common cold. *Cochrane Database Syst Rev* 2011; (2): CD001364. doi: 10.1002/14651858.CD001364.pub3.
- Turner RB, Cetnarowski WE. Effect of treatment with zinc gluconate or zinc acetate on experimental and natural colds. *Clin Infect Dis* 2000; 31(5): 1202–1208. doi: 10.1086/317437.
- Vakilii R, Vahedian M, Khodaei GH et al. Effects of zinc supplementation in occurrence and duration of common cold in school aged children during cold season: a double-blind placebo-controlled trial. *Iran J Pediatr* 2009; 19(4): 379–380.
- Fokkens WJ, Lund VJ, Mullol J et al. EPOS 2012: European position paper on rhinosinusitis and nasal polyps 2012. A summary for otorhinolaryngologists. *Rhinology* 2012; 50(1): 1–12. doi: 10.4193/Rhino50E2.
- Peroni DG, Bonomo B, Casarotto S et al. How changes in nutrition have influenced the development of allergic diseases in childhood. *Ital J Pediatr* 2012; 38: 22. doi: 10.1186/1824-7288-38-22.
- Ariaee N, Farid R, Shabestari F et al. Trace elements status in sera of patients with allergic asthma. *Rep Biochem Mol Biol* 2016; 5(1): 20–25.
- Arik Yilmaz E, Ozmen S, Bostanci I et al. Erythrocyte zinc levels in children with bronchial asthma. *Pediatr Pulmonol* 2011; 46(12): 1189–1193. doi: 10.1002/ppul.21501.
- Di Toro R, Galdo Capotorti G, Gialanella G et al. Zinc and copper status of allergic children. *Acta Paediatr Scand* 1987; 76(4): 612–617.
- Khanbabae G, Omidian A, Imanzadeh F et al. Serum zinc level in asthmatic patients: a case-control study. *Allergol Immunopathol (Madr)* 2014; 42(1): 19–21. doi: 10.1016/j.aller.2012.07.008.

45. El-Kholy MS, Gas Allah MA, El-Shimi S et al. Zinc and copper status in children with bronchial asthma and atopic dermatitis. *J Egypt Public Health Assoc* 1990; 65(5–6): 657–668.
46. Carneiro MF, Rhoden CR, Amantea SL et al. Low concentrations of selenium and zinc in nails are associated with childhood asthma. *Biol Trace Elem Res* 2011; 144(1–3): 244–252. doi: 10.1007/s12011-011-9080-3.
47. Jayaram L, Chunilal S, Pickering S et al. Sputum zinc concentration and clinical outcome in older asthmatics. *Respirology* 2011; 16(3): 459–466. doi: 10.1111/j.1440-1843.2011.01932.x.
48. Tahan F, Karakulcu C. Zinc status in infantile wheezing. *Pediatr Pulmonol* 2006; 41(7): 630–634. doi: 10.1002/ppul.20413.
49. Devirgilis C, Zalewski PD, Perozzi G et al. Zinc fluxes and zinc transporter genes in chronic diseases. *Mutat Res* 2007; 622(1–2): 84–93. doi: 10.1016/j.mrfmmm.2007.01.013.
50. Lang C, Murgia C, Leong M et al. Anti-inflammatory effects of zinc and alterations in zinc transporter mRNA in mouse models of allergic inflammation. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol* 2007; 292(2): L577–L584. doi: 10.1152/ajplung.00280.2006.
51. Morgan CI, Ledford JR, Zhou P et al. Zinc supplementation alters airway inflammation and airway hyperresponsiveness to a common allergen. *J Inflamm (Lond)* 2011; 8: 36. doi: 10.1186/1476-9255-8-36.
52. Murgia C, Lang CJ, Truong-Tran AQ et al. Zinc and its specific transporters as potential targets in airway disease. *Curr Drug Targets* 2006; 7(5): 607–627.
53. Rerksuppaphol S, Rerksuppaphol L. Zinc supplementation in children with asthma exacerbation. *Pediatr Rep* 2016; 8(4): 6685. doi: 10.4081/pr.2016.6685.
54. Zalewski PD, Truong-Tran AQ, Grosser D et al. Zinc metabolism in airway epithelium and airway inflammation: basic mechanisms and clinical targets. A review. *Pharmacol Ther* 2005; 105(2): 127–149. doi: 10.1016/j.pharmthera.2004.09.004.
55. Tsai YL, Ko WS, Hsiao JL et al. Zinc sulfate improved the unbalanced T cell profiles in Der p-allergic asthma: an ex vivo study. *Clin Respir J* 2016. [Epub ahead of print]. doi: 10.1111/crj.12563.
56. David TJ, Wells FE, Sharpe TC et al. Low serum zinc in children with atopic eczema. *Br J Dermatol* 1984; 111(15): 597–601.
57. Endre L, Gergely A, Osvath P et al. Incidence of food allergy and zinc deficiency in children treated for atopic dermatitis. *Orv Hetil* 1989; 130(46): 2465–2469.
58. Hon KL, Wang SS, Hung EC et al. Serum levels of heavy metals in childhood eczema and skin diseases: friends and foes. *Pediatr Allergy Immunol* 2010; 21(5): 831–836. doi: 10.1111/j.1399-3038.2010.01022.x.
59. Karaback E, Aydin E, Kutlu A et al. Erythrocyte zinc level in patients with atopic dermatitis and its relation to SCORAD index. *Postepy Dermatol Alergol* 2016; 33(5): 349–352. doi: 10.5114/ada.2016.62841.
60. Kreft B, Wohlrab J, Fischer M et al. Analysis of serum zinc level in patients with atopic dermatitis, psoriasis vulgaris and in probands with healthy skin. *Hautarzt* 2000; 51(12): 931–934.
61. Toyran M, Kaymak M, Vezir E et al. Trace element levels in children with atopic dermatitis. *J Investig Allergol Clin Immunol* 2012; 22(5): 341–344.
62. Kim JE, Yoo SR, Jeong MG et al. Hair zinc levels and the efficacy of oral zinc supplementation in patients with atopic dermatitis. *Acta Derm Venereol* 2014; 94(5): 558–562. doi: 10.2340/00015555-1772.
63. Laitinen K, Kalliomaki M, Poussa T et al. Evaluation of diet and growth in children with and without atopic eczema: follow-up study from birth to 4 years. *Br J Nutr* 2005; 94(4): 565–574.
64. Mabin DC, Sykes AE, David TJ. Nutritional content of few foods diet in atopic dermatitis. *Arch Dis Child* 1995; 73(3): 208–210.
65. McFadden RA, Heinrich NA, Haarstad AC et al. A double-blind, randomized, controlled, cross-over evaluation of methionine supplement as an adjunctive treatment for canine atopic dermatitis. *Vet Dermatol* 2017. [Epub ahead of print]. doi: 10.1111/vde.12466.
66. Lomaestro BM, Bailie GR. Absorption interactions with fluoroquinolones. 1995 update. *Drug Saf* 1995; 12(5): 314–333.
67. Penttila O, Hurme H, Neuvonen PJ. Effect of zinc sulphate on the absorption of tetracycline and doxycycline in man. *Eur J Clin Pharmacol* 1975; 9(2–3): 131–134.
68. Whittaker P. Iron and zinc interactions in human. *Am J Clin Nutr* 1998; 68 (2Suppl): 442S–446S.

doc. MUDr. Mgr. Miloš Jeseňák,  
PhD., MBA, Dott.Ric., MHA  
Klinika dětí a dorastu  
JLF UK a UN Martin  
milos.jesenak@jfm.uniba.sk



# ZVLÁDNITE PRECHLADNUTIE

Trápi  
Vášho  
pacienta...

mierne teploty s únavou?

upchávanie nosa?

dráždenie v nose, kýchanie?

vodová nádcha?

škriabanie až bolesť hrdla?

... to sú typické príznaky  
bežného prechladnutia<sup>1</sup>

**Zinok zmierňuje intenzitu  
príznakov a skracuje  
trvanie prechladnutia<sup>2</sup>**

Klinicky overený účinok  
75 mg  
denne

Zinkorot® - jediný  
voľnopredajný liek  
s obsahom zinku  
na Slovensku

Viac informácií nájdete na  
**www.zinkorot.sk**



#### Literatúra:

1. Hrubíško M, SOLEN, Ambulantná terapia, 2007; 5(2), 86–91. 2. Hemila H, The Open Respiratory Medicine Journal, 2011; 5, 51–58.

#### Skrátená informácia o lieku Zinkorot:

**Zloženie:** Každá tableta obsahuje 157,36 mg dihydrátu zinkumrotátu (zodpovedá 25 mg zinku). **Lieková forma:** Biele obojstranne ploché tablety s deliacou ryhou na jednej strane. **Terapeutické indikácie:** Liečba nedostatku zinku v prípadoch, ak bežnou diétou nie je možné zabezpečiť dostatočný príjem zinku. **Dávkovanie a spôsob podávania:** Dospelí a dospievajúci (vo veku 12 – 17 rokov): Odporúčaná dávka je 12,5 – 25 mg zinku (zodpovedá ½ až 1 tablete Zinkorotu) denne. Deti vo veku 6 – 11 rokov: Odporúčaná dávka je 12,5 mg zinku (zodpovedá ½ tablety Zinkorotu) denne. Deti mladšie ako 6 rokov sa nemajú liečiť Zinkorotom. Pre túto vekovú skupinu sú vhodnejšie iné liekové formy. Tablety sa zapijú dostatočným množstvom tekutiny (napr. pohárom vody) a po dostatočnom odstupe od príjmu jedla. **Kontraindikácie:** Precitlivosť na liečivo alebo na ktorúkoľvek z ďalších zložiek lieku. **Osobitné upozornenia a opatrenia pri používaní:** Pri dlhodobej liečbe sa má laboratórne sledovať koncentrácia medi v krvi. **Fertilita, gravidita a laktácia:** Bezpečnosť lieku počas gravidity nebola stanovená. Zinok prechádza placentou a prestupuje do materského mlieka. Zinkorot sa nemá užívať počas gravidity a laktácie, pokiaľ klinický stav (nedostatok zinku) u žien nevyžaduje liečbu zinkom. **Ovplyvnenie schopnosti viesť vozidlá a obsluhovať stroje:** Neboli vykonané žiadne skúšania o účinkoch na schopnosť viesť vozidlá a obsluhovať stroje. Na základe farmakodynamického a farmakokinetického profilu a hlásených nežiaducich reakcií Zinkorot nemá vplyv na schopnosť viesť vozidlá a obsluhovať stroje. **Nežiaduce účinky:** Veľmi zriedkavé: Na začiatku liečby môžu soli zinku spôsobiť bolesť brucha, nauzeu, dyspepsiu a hnačku. Tieto ťažkosti sa častejšie vyskytujú, ak sa soli zinku užívajú nalačno. Príznaky rýchlo ustúpia po prerušení užívania lieku. Dlhodobé podávanie zinku môže viesť k nedostatku medi. **Veľkosť balenia:** 50 tabliet. **Registračné číslo:** 91/0314/12-S. **Dátum revízie textu:** December 2012. **Spôsob výdaja:** Voľnopredajný liek.

Pred predpísaním lieku si prečítajte, prosím, Súhrn charakteristických vlastností lieku Zinkorot®, ktorý získate na [www.sukl.sk](http://www.sukl.sk) alebo na adrese:

Wörwag Pharma GmbH & Co. KG., P. O. BOX 194, 830 00 Bratislava 3, [info@woerwagpharma.sk](mailto:info@woerwagpharma.sk), [www.woerwagpharma.sk](http://www.woerwagpharma.sk)