



УДК 616.233-002-036.1-06-053

DOI: [https://doi.org/10.24144/1998-6475.2024.1.\(63\).76-81](https://doi.org/10.24144/1998-6475.2024.1.(63).76-81)

ПОКАЗНИКИ МІЕЛОПЕРОКСИДАЗИ ТА ОКСИДАТИВНИЙ СТРЕС У ДІТЕЙ ІЗ ПРОЯВАМИ ГОСТРИХ ЗАПАЛЬНИХ ХВОРОБ РЕСПІРАТОРНОГО ТРАКТУ

Білак В. М.¹, Ігнатко Л. В.²

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», ¹медичний факультет, кафедра дитячих хвороб; ²факультет післядипломної підготовки, кафедра охорони материнства і дитинства, м. Ужгород

Резюме. *Вступ.* Гострі респіраторні захворювання (ГРЗ) є найпоширенішою патологією у структурі дитячої інфекційної захворюваності і є однією із основних причин госпіталізації. ГРЗ, переважно верхніх дихальних шляхів, особливо часто трапляється у дітей як дошкільного віку так і шкільного віку. Захворюваність у дітей оцінити важко, оскільки ГРЗ переважно лікують в амбулаторних умовах, а епідеміологічні дані фіксуються тільки при їх тяжкому перебігу. Численні клінічно легкі або безсимптомні форми ГРЗ залишаються поза обліком. Разом з тим, рекурентний перебіг гострих запальних хвороб респіраторної системи у дітей формує клініко – метаболічні зміни в дитячому організмі з проявами оксидативного стресу, запальної реакції та подальшим підґрунтям ускладнень, хронізації даних проявів та появою хронічних захворювань респіраторної системи у таких дітей.

Мета дослідження. Дослідити стан та взаємозв'язки маркерів оксидативного стресу при гострій респіраторній патології у дітей.

Матеріали та методи. Досліджувана група включала: діти шкільного віку 6 - 14 рр. (n = 30) з діагнозом гостре респіраторне захворювання (ГРЗ) як загальна група запальних хвороб респіраторного тракту, вірусного та бактерійного походження, що включало локальне запальне ураження дихальних шляхів та класифікувалось як гострий фарингіт 18(60,0%), гострий тонзиліт 12(40%). Діти були поділені на дві групи – з гострим не рекурентним 17(56,7%) до 4 епізодів гострих інфекцій верхніх дихальних шляхів та рекурентним 13(43,3%) більше 5 епізодів, перебігом захворювань. Вивчали роль та взаємозв'язки мієлопероксидази з маркерами оксидативного стресу у дітей. Оксидативний стрес у дітей вивчали як стан окислювального гомеостазу за активністю первинних, проміжних та вторинних продуктів перекисного окислення ліпідів. Систему антиоксидантного захисту досліджували за вмістом - супероксиддисмутази. Контрольну групу склали 20 практично здорових дітей. Результати досліджень оброблені з допомогою пакета статистичних програм «Excel», з вираховуванням середніх величин показників (M), стандартної похибки (m). Достовірність розбіжностей середніх величин (P) визначали з допомогою критерію Стьюдента. Проведено кореляційний аналіз отриманих показників з їх подальшим аналізом.

Результати досліджень. Аналіз отриманих даних системи перекисного окислення ліпідів виявив, що у хворих на ГРЗ без рекурентного перебігу спостерігаються помірно високі показники як первинних так і вторинних сполук, що перевищує відповідні показники здорових дітей в 1,2–3 рази. У дітей з ГРЗ з рекурентним перебігом відбувається значна інтенсифікація перекисного окислення ліпідів із різким зростанням в 1,8 – 3,7 як первинних так і вторинних сполук (p < 0,05). Отримані дані свідчать що у дітей з рекурентним перебігом ГРЗ спостерігаються достовірні метаболічні зрушення що зумовлюють виражену запальну реакцію дитячого організму та його посилення в умовах дії гострих інфекцій верхніх дихальних шляхів. Визначення ферментів, що забезпечують антиоксидантний захист дитячого організму від пошкодження активними формами кисню при індукції перекисного окислення ліпідів при його розгалуженні та активації показало залежність від впливу гострих інфекцій верхніх дихальних шляхів. Найбільш значуще зниження показників антиоксидантного захисту – супероксиддисмутази в 3,1 разу (p < 0,05) спостерігалось у дітей з рекурентним перебігом ГРЗ. Аналіз корелятивних зв'язків показників перекисного окислення ліпідів та показників антиоксидантного захисту показав наступне - показники кореляції у школярів з ГРЗ між мієлопероксидазою та гідроперекисами склали r = - 0,576, мієлопероксидази та супероксиддисмутази r = 0,544. Відповідні дані вказують, що процес є підконтрольний антиоксидантним впливам і може розглядатися як метаболічно адаптаційний, самолімітуючий. Низькі показники корелятивних взаємозв'язків спостерігались у хворих з рекурентним перебігом ГРЗ, так виявлено зниження в 2,4 разу рівня корелятивних взаємозв'язків показників мієлопероксидази і гідроперекисів r = 0,294, і 1,6 разу показників мієлопероксидази і супероксиддисмутази відповідно r = - 0,316. Дані свідчать, що у хво-



рих відбувається надмірне утворення гідроксильних сполук і система антиоксидантного захисту не в змозі адекватно контролювати відповідні процеси які відбуваються під впливом гострих інфекцій верхніх дихальних шляхів, а мієлопероксидаза виконує роль прозапального маркера та формує персистуючу запальну реакцію дитячого організму.

Висновки. Таким чином дослідження ролі мієлопероксидази та супероксиддисмутази у дітей з проявами гострих запальних реакцій виявило їх тісний функціональний взаємозв'язок спрямований на усунення патологічної дії запалення. Так відповідні ферменти мієлопероксидаза та супероксиддисмутаза діючи узгоджено контролюють перебіг та інтенсифікацію процесів перекисного окислення ліпідів, лімітуючи прояви оксидативного стресу. У хворих з рекурентним перебігом гострих запальних хвороб респіраторного тракту спостерігаються неконтрольована антиоксидантною системою інтенсифікація процесів перекисного окислення ліпідів, з посиленням оксидативного стресу, де мієлопероксидаза уже виступає як прозапальний маркер, формуючи подальшу запальну реакцію дитячого організму.

Ключові слова: гострі респіраторні інфекції дихальних шляхів, мієлопероксидаза, оксидативний стрес, запальна реакція дитячого організму.

Indicators of myeloperoxidase and oxidative stress in children with manifestations acute inflammatory diseases of the respiratory tract

Bilak V.M., Ihnatko L.V.

Abstract. Introduction. Acute respiratory diseases (ARIs) are the most common pathology in the structure of children's infectious diseases and are one of the main reasons for hospitalization. Acute respiratory infections, mainly of the upper respiratory tract, occur especially often in children of both preschool and school age. Morbidity in children is difficult to assess, since acute respiratory syndrome is mostly treated in outpatient settings, and epidemiological data are recorded only in severe cases. Numerous clinically mild or asymptomatic forms of ARI remain unaccounted for. At the same time, the recurrent course of acute inflammatory diseases of the respiratory system in children forms clinical and metabolic changes in the child's body with the further basis of complications, chronicity of these manifestations and the appearance of chronic diseases of the respiratory system.

The aim of the study. To investigate the state and interrelationships of markers of oxidative stress in acute respiratory disease in children.

Materials and methods. The study group included: school children aged 6-14 years (n = 30) with a diagnosis of acute respiratory disease (ARI) as a general group of inflammatory diseases of the respiratory tract, of viral and bacterial origin, which included local inflammatory lesions of the respiratory tract and was classified as acute pharyngitis 18(60.0%), acute tonsillitis 12(40%). Children were divided into two groups - with acute non-recurrent 17 (56.7%) up to 4 episodes of acute upper respiratory infections and recurrent 13 (43.3%) more than 5 episodes, the course of the disease. The role and relationships of myeloperoxidase with markers of oxidative stress in children were studied. Oxidative stress in children was studied as a state of oxidative homeostasis by the activity of primary, intermediate and secondary products of lipid peroxidation. The system of antioxidant protection was studied by the content of superoxide dismutase. The control group consisted of 20 practically healthy children. The results of the research were processed with the help of the "Exel" statistical program package, with the calculation of the average values of the indicators (M), standard error (m). The reliability of the differences in the average values (P) was determined using the Student's criterion. A correlation analysis of the obtained indicators was carried out with their further analysis.

Research results. Analysis of the obtained data of the lipid peroxidation system revealed that moderately high levels of both primary and secondary compounds are observed in patients with acute respiratory syndrome without a recurrent course, which exceeds the corresponding indicators of healthy children by 1.2-3 times. In children with acute coronary syndrome with a recurrent course, there is a significant intensification of lipid peroxidation with a sharp increase in 1.8-3.7 of both primary and secondary compounds ($p < 0.05$). The obtained data show that in children with recurrent acute respiratory syndrome, there are significant metabolic changes that cause a pronounced inflammatory reaction of the child's body and its intensification under the conditions of acute upper respiratory tract infections. Determination of enzymes that provide antioxidant protection of the child's body against damage by reactive oxygen species during the induction of lipid peroxidation during its branching and activation showed dependence on the influence of acute infections of the upper respiratory tract. The most significant decrease in indicators of antioxidant protection - superoxide dismutase by 3.1 times ($p < 0.05$) was observed in children with recurrent acute coronary syndrome. The analysis of the correlative relationships of indicators of lipid peroxidation and indicators of antioxidant protection showed the following - correlation indicators of myeloperoxidase and hydroperoxides were $r = -0.576$, myeloperoxidase and superoxide dismutase $r = 0.544$ in schoolchildren with acute respiratory syndrome. Relevant data indicate that the process is under the control of antioxidant influences and can be considered as metabolically adaptive, self-limiting. Low indicators of correlation relationships were observed in patients with a recurrent course of acute coronary



syndrome, thus a 2.4-fold decrease in the level of correlation relationships of indicators of myeloperoxidase and hydroperoxides $r = 0.294$, and 1.6 times of indicators of myeloperoxidase and superoxide dismutase, respectively, $r = -0.316$ was found. The data show that in patients there is an excessive formation of hydroxyl compounds and the system of antioxidant protection is not able to adequately control the relevant processes that occur under the influence of acute infections of the upper respiratory tract, and myeloperoxidase acts as a pro-inflammatory marker and forms a persistent inflammatory reaction of the child's body.

Conclusions. Thus, the study of the role of myeloperoxidase and superoxide dismutase in children with manifestations of acute inflammatory reactions revealed their close functional relationship aimed at eliminating the pathological effect of inflammation. Thus, the antioxidant protection enzymes myeloperoxidase and superoxide dismutase act in concert to control the course and intensification of lipid peroxidation processes, limiting the manifestations of oxidative stress. In patients with recurrent acute inflammatory diseases of the respiratory tract, there is an uncontrolled intensification of lipid peroxidation processes by the antioxidant system, with increased oxidative stress, where myeloperoxidase already acts as a pro-inflammatory marker, forming a further inflammatory reaction of the child's body.

Key words: acute respiratory tract infections, myeloperoxidase, oxidative stress, inflammatory reaction of children's body.

Вступ

Гострі респіраторні захворювання (ГРЗ) є найпоширенішою патологією у структурі дитячої інфекційної захворюваності і є однією із основних причин госпіталізації [1]. ГРЗ, переважно верхніх дихальних шляхів, особливо часто трапляється у дітей як дошкільного віку так і шкільного віку [2]. Захворюваність у дітей оцінити важко, оскільки ГРЗ переважно лікують в амбулаторних умовах, а епідеміологічні дані фіксуються тільки при їх тяжкому перебігу. Численні клінічно легкі або безсимптомні форми ГРЗ залишаються поза обліком [3]. Разом з тим, рекурентний перебіг гострих запальних хвороб респіраторної системи у дітей формує клініко – метаболічні зміни в дитячому організмі з проявами оксидативного стресу та подальшим підґрунтям хронізації даних проявів та появою хронічних захворювань респіраторної системи. На сучасному етапі етіологічну структуру гострих респіраторних вірусних інфекцій становлять переважно такі віруси: риновіруси (HRV), респіраторно-синцитіальний вірус, метапневмовірус (hMPV) і вірус грипу. Крім зазначених вірусів, у хворих визначаються інші респіраторні віруси: вірус парагрипу, коронавіруси, адено- та бокавіруси.

Дитинство, особливо ранній вік, характеризується незрілістю вродженого та адаптивного імунітету, що вірогідно збільшує ризик респіраторних інфекцій у дітей. Діти мають дефект антивірусної імунної відповіді, а саме недостатню продукцію інтерферону, що супроводжується порушенням апоптозу (клітинної смерті) інфікованих клітин і посиленням реплікації вірусів, а також корелює з підвищеною експресією молекул адгезії

(ICAM-1) на дендритних клітинах, які полегшують інфікування дихальних шляхів вірусами та їх персистенції. Крім того, у частини дітей порушена регуляція Toll-подібних рецепторів (TLR), які розпізнають РНК респіраторних вірусів і стимулюють продукцію інтерферонів. Установлена генетична складова цих взаємозв'язків. Доведено, що наявність одиничного нуклеотидного поліморфізму рецептора TLR1 асоційовано з atopією та рекурентним перебігом ГРЗ [4].

Респіраторні віруси збільшують чутливість до бактеріальної інфекції [5]. Дисфункція вродженого та адаптивного імунітету при порушенні бар'єрної функції респіраторного епітелію сприяє бактеріальній колонізації та інфекції у хворих. Так, у 75 % пацієнтів із HRV-інфекцією через 2 тижні визначається бактеріальна колонізація. Найбільш поширеними вірус-бактеріальними асоціаціями є такі: HRV — *Moraxella catarrhalis*, HRV — *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* — різні види бактерій. У хворих із вірусно-бактеріальною інфекцією реєструються гірші показники легеневої функції, довший період і більша тяжкість уражень респіраторного тракту. Крім того, хворі з повторними епізодами ГРЗ мають високий ризик інвазивних пневмококових захворювань і пневмокової пневмонії; інфекцій верхніх дихальних шляхів, обумовлених *Str. pyogenes*; колонізації в носоглотці *Str. pneumoniae* і *St. aureus*.

Разом з тим, рекурентний перебіг гострих запальних хвороб респіраторної системи у дітей формує не тільки клінічні, але і метаболічні зміни в дитячому організмі у вигляді оксидативного стресу з формуванням подо-



вженої запальної реакції та подальшим підґрунтям ускладнень, хронізації даних проявів та появою хронічних захворювань респіраторної системи.

Мієлопероксидаза (МПО) є членом підродини пероксидаз. Вона найбільш широко експресується в імунних клітинах, таких як нейтрофільні поліморфноядерні лейкоцити (нейтрофіли) і лімфоцити, моноцити та макрофаги [6,7], а також виробляється в інших клітинах організму. Мієлопероксидаза зберігається в зв'язаних з цитоплазматичною мембраною азурофільних гранулах, і під час стимуляції ці гранули виділяються в позаклітинний простір шляхом дегрануляції або екзоцитозу [8,9]. Повний біохімічний механізм дегрануляції нейтрофілів ще не ясний, але окислювальний стрес відіграє ключову роль у вивільненні МПО з цих клітин [10]. Нейтрофіли є добре відомими білими кров'яними тільцями (лейкоцитами), які відіграють ключову роль у вродженому імунітеті та захисті від мікробних атак [11]. Окрім МПО, у нейтрофілах є кілька інших білків або ферментів, які також виявляють антимікробні властивості, наприклад, дефензини, серинові протеази, катепсин G, лужна фосфатаза, лізоцим, НАДФН-оксидаза, колагеназа, лактоферин, катепсин та желатиназа, тощо [12]. Серед цих антимікробних агентів МПО є найбільш поширеним і становить 5% сухої маси нейтрофілів і 25% азурофільних зернистих білків. Зазвичай нейтрофіли дегранулюють у місці інфікування, щоб боротися з різними типами мікробної діяльності та допомагати вилікувати хвороби. Однак будь-яка незвичайна експресія та вивільнення МПО з активованих нейтрофілів посилює запалення та пошкодження тканин і може призвести до кількох інших захворювань, навіть за відсутності інфекції [13,14,15].

Мета дослідження

Дослідити стан та взаємозв'язки маркерів окислативного стресу при гострій респіраторній патології у дітей.

Матеріали та методи

Досліджувана група включала: діти шкільного віку 6–14 рр. (n = 30) з діагнозом гостре респіраторне захворювання (ГРЗ) як загальна група запальних хвороб респіраторного тракту, вірусного та бактерійного походження, що включало локальне запальне ура-

ження дихальних шляхів та класифікувалось як гострий фарингіт 18 (60,0%), гострий тонзиліт 12 (40%). Діти були поділені на дві групи – з гострим не рекурентним 17 (56,7%) до 4 епізодів гострих інфекцій верхніх дихальних шляхів та рекурентним 13 (43,3%) більше 5 епізодів, перебігом захворювань. Вивчали роль та взаємозв'язки мієлопероксидази з маркерами окислативного стресу у дітей. Окислативний стрес у дітей вивчали як стан окислювального гомеостазу за активністю первинних – ізольовані подвійні зв'язки (ІПЗ), проміжних та вторинних – дієнові кон'югати (ДК), гідроперекиси (ГК) продуктів перекисного окислення ліпідів; також вивчали кінцеві речовини перекисного окислення ліпідів – малоновий діальдегід (МДА). Систему антиоксидантного захисту досліджували за вмістом – супероксиддисмутази (СОД), активність мієлопероксидази (МПО) визначали згідно методичних рекомендацій для оцінки імунного статусу людини з виведенням цитохімічного коефіцієнта (ЦХК). Контрольну групу склали 20 практично здорових дітей. Результати досліджень оброблені з допомогою пакета статистичних програм «Excel», з вираховуванням середніх величин показників (M), стандартної похибки (m). Достовірність розбіжностей середніх величин (P) визначали з допомогою критерію Стьюдента. Проведено кореляційний аналіз отриманих показників з їх подальшим аналізом.

Результати досліджень

Дослідження та подальший аналіз отриманих даних системи перекисного окислення ліпідів виявив, що у хворих на ГРЗ без рекурентного перебігу спостерігаються помірно високі показники як первинних так і вторинних сполук, що перевищує відповідні показники здорових дітей в 1,2–1,3 разу (див. табл. 1). У дітей, які переохворіли на ГРЗ з рекурентним перебігом захворювання відбувається значна інтенсифікація перекисного окислення ліпідів із різким зростанням в 1,8–3,9 як первинних та проміжних сполук ІПЗ, ДК, ГП, так і рівня малонового діальдегіду в 1,9 разу (p < 0,05). Отримані дані свідчать що у дітей відмічається достовірні метаболичні зрушення що зумовлюють персистуюче запалення та його посилення в умовах дії повторних епізодів ГРЗ з рекурентним перебігом.



Таблиця 1

Показники перекисного перекисного окислення ліпідів при бронхіальній астмі у школярів

	ІПЗ у.о.	ДК у.о.	ГП. у.о.	МДА нМоль/мл
ГРЗ без рекурентного перебігу № = 17	4,1±0,76	2,3±0,6	0,6±0,29	4,3±0,5
ГРЗ з рекурентним перебігом № = 13	6,2±0,81*	3,0±0,61*	1,6±0,42*	6,5±0,65*
Здорові № = 20	2,2±0,27	0,83±0,18	0,44±0,09	3,87±0,018

Примітка: - показники вірогідно відрізняються порівняно з показниками норми.

Визначення ферментів, що забезпечують антиоксидантний захист дитячого організму від пошкодження активними формами кисню при індукції перекисного окислення ліпідів при його розгалуженні та активації показало залежність від частоти ГРЗ. Найбільш значуще зниження показників анти-

оксидантного захисту супероксиддисмутази – в 3,3 разу ($p < 0,05$) спостерігалось у дітей з ГРЗ з рекурентним перебігом в умовах дії гострих інфекцій верхніх дихальних шляхів. Як видно з таблиці 2 зміни антиоксидантного статусу зберігаються з тенденцією до виснаження цієї системи.

Таблиця 2

Показники антиоксидантного захисту у школярів, хворих на бронхіальну астму

	МПО%	ЦХК у.о.	СОД од/мг Нв
ГРЗ без рекурентного перебігу № = 17	91,9±0,74	1,7±0,05	5,8±0,8
ГРЗ з рекурентним перебігом № = 13	90,3±0,85	1,9±0,07	3,3±0,6*
Здорові № = 20	92,2±0,33	2,08±0,31	7,6±0,5

Примітка: - показники вірогідно відрізняються порівняно з показниками норми.

Аналіз корелятивних зв'язків показників перекисного окислення ліпідів та показників антиоксидантного захисту показав наступне - показники кореляції у дітей з епізодичними ГРЗ між МПО та ГП склали $r = - 0,670$, МПО та СОД - $r = 0,440$. Отримані дані виявили сильний зворотний зв'язок між рівнем МПО та рівнем гідроперексидів і відповідно помірної сили прямий зв'язок з протективними ферментами антирадикального захисту. Відповідні дані вказують, що процес є підконтрольний антиоксидантним впливам і може розглядатися як метаболічно адаптаційний, що лімітує прояви оксидативного стресу у дітей цієї групи. Низькі показники корелятивних взаємозв'язків спостерігались між рівнем МПО та СОД з проміжними та вторинними сполуками перекисного окислення ліпідів, що відображає їх можливі різні шляхи в патогенезі гострих запальних хвороб респіраторної системи. У хворих з частим, ре-

курентним перебігом ГРЗ виявлено зниження в 2,3 разу рівня корелятивних взаємозв'язків показників МПО і ГП - $r = 0,280$, і 1,6 разу показників МПО і СОД відповідно $r = - 0,266$. Отримані дані свідчать, що у хворих відбувається надмірне утворення гідроксильних сполук, яке супроводжується подальшим зниженням МПО, також не спостерігається компенсаторного зростання СОД на фоні низького вмісту нейтрофільної МПО у цих хворих. Досліджувані дані свідчать про те, що система антиоксидантного захисту не в змозі адекватно контролювати метаболічні зрушення які формуються при рекурентному перебігу та лімітувати оксидативний стресс у цих хворих.

Висновки

Дослідження ролі мієлопероксидази та супероксиддисмутази у дітей з проявами гострих запальних реакцій виявило їх тісний



функціональний взаємозв'язок спрямований на усунення патологічної дії запалення. Так ферменти антиоксидантного захисту мієлопероксидаза та супероксиддимуаза діючи узгоджено контролюють перебіг та інтенсифікацію процесів перекисного окислення ліпідів, лімітуючи прояви оксидативного стресу. У хворих з рекурентним перебігом го-

стрих запальних хвороб респіраторного тракту спостерігаються неконтрольована антиоксидантною системою інтенсифікація процесів перекисного окислення ліпідів, з посиленням оксидативного стресу, де мієлопероксидаза уже виступає як прозапальний маркер, формуючи подальшу запальну реакцію дитячого організму.

REFERENCES

1. Andrikevych II. Acute respiratory infections in children: current trends in antiviral therapy. *Modern pediatrics Ukraine*. 2021; 6(118): 61-66. doi 10.15574/SP.2021.118.61
2. Havrylenko AO, Smiyan OI, Moshchich OP, Reznichenko YuG, Vasylieva OG, Smiyan KO and others. Klinichni osoblyvosti ta kharakter perebihu hostroho bronkhitu v ditei doshkilnoho viku u poiednanni iz syndromom eutyreoidnoi patolohii ta bez noho [Clinical features and nature of the course of acute bronchitis in preschool children in combination with the syndrome of euthyroid pathology and without it]. *Modern pediatrics. Ukraine*. 2021;8(120):47- 54. doi 10.15574/SP.2021.120.47 (in Ukrainian)
3. Fesenko ME, Fastovets MM, Zyuzina LS, Kalyuzhka OO, Melashchenko OI. Hostri respiratorni rekurentni infektsii u ditei [Acute respiratory recurrent infections in children]. *Visnyk Ukrainsoi Medychnoi stomatolohichnoi akademii*. 2019, T19; 4(68):34-38. doi 10.31718/2077-1096.19.4.34 4 (in Ukrainian)
4. Daley D, Park JE, He JQ, et al. Association and interaction of genetic polymorphisms in innate immunity genes with early viral infections and susceptibility and asthma-related phenotypes *J. Allergy Clin. Immunol*. 2012, Vol130:1284-1293
5. Hewitt R, Farne H, Richie A, [et al.] The role of viral infections in exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease and asthma. *Therapeutic Advances in Respiratory Disease*. 2016, Vol10(2): 158-174
6. han AA, Rahmani, AH, Aldebasi YH, Aly SH. Biochemical and pathological studies on peroxidases An updated review. *Glob. J. Health Sci*. 2014, 6: 87-98. doi.org/10.5539/gjhs.v6n5p87
7. Liu WQ, Zhang YZ, Wu Y et al. Myeloperoxidase-derived hypochlorous acid promotes ox-LDL induced senescence of endothelial cells through a mechanism involving β -catenin signaling in hyperlipidemia. *Biochem. Biophys. Res. Commun*. 2015, Nov 27;467(4):859-65. doi: 10.1016/j.bbrc.2015.10.053.467: 859-865.
8. Nicholls SJ, Hazen SL. Myeloperoxidase and cardiovascular disease. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol*. 2005, Jun;25(6):1102-11. doi: 10.1161/01.ATV.0000163262.83456.6d. 25: 1102-1111.
9. Weiss SJ, Tissue destruction by neutrophils. *N. Engl. J. Med*. 1989 Feb 9;320(6):365-76. doi: 10.1056/NEJM198902093200606. 320: 365-376.
10. Chen Y, Hashiguchi N, Yip L, Junger WG. Hypertonic saline enhances neutrophil elastase release through activation of P2 and A3 receptors. *Am. J. Physiol*. 2006, April 290(4):1051-1059. doi.org/10.1152/ajpcell.00216.2005
11. Lacy P, Mechanism of degranulation in neutrophils. *Allergy Asthma Clin. Immun*. 2006, Sep 15;2(3):98-108. doi: 10.1186/1710-1492-2-3-98. 2: 98-108.
12. Naegelen N, Beaume N, Planço S, [et al]. Regulation of neutrophil degranulation and cytokine secretion: A novel model approach based on linear fitting. *J. Immunol. Res*. 2015, Oct 2015(6):817-838. doi: 10.1155/2015/817038.
13. Klebanoff SJ. Myeloperoxidase: Friend and foe. *J. Leukoc. Biol*. 2005, May;77(5):598-625. doi: 10.1189/jlb.1204697. 77: 598-625.
14. Yamaguchi R, Kawata J, Yamamoto T, [et al]. Mechanism of interferon- γ production by monocytes stimulated with myeloperoxidase and neutrophil extracellular traps. *Blood Cells Mol. Dis*. 2015, Aug;55(2):127-33. doi: 10.1016/j.bcmd.2015.05.012.
15. Segal AW. How neutrophils kill microbes. *Annu. Rev. Immunol*. 2005;23:197-223. doi: 10.1146/annurev.immunol.23.021704.115653.23:197-223.

Отримано 29.03.2024 р.