

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕРИТРОЦИТІВ ПРИ ХРОНІЧНОМУ ГНІЙНОМУ РИНОСИНУСИТІ У СТАДІЇ ЗАГОСТРЕННЯ МЕТОДОМ ФЛУОРЕСЦЕНТНИХ ЗОНДІВ

*А.І. Оніщенко¹, О.А. Наконечна¹, А.С. Ткаченко¹, Ю.М. Калашиник¹,
Є.М. Корнієнко², С.О. Стеценко¹, Є.О. Посохов³, А.О. Дорошенко²*

Харківський національний медичний університет¹

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна²

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»³

м. Харків, Україна

Ключові слова:

*еритроцити,
біомембрана, гнійний
риносинусит,
флуоресцентний зонд.*

*Буковинський медич-
ний вісник. Т.22, № 1
(85). С. 79-85*

DOI:

*10.24061/2413-0737.
XXII.1.85.2018.12*

E-mail:

*antontkachenko555
@gmail.com*

Мета дослідження – оцінка стану ліпідного бішару мембран еритроцитів при загостренні хронічного гнійного риносинуситу.

Матеріал і методи. Флуоресцентні зонди О10, О60 і РН7 - орто-гідроксипохідні оксазолу, молекули яких нековалентно зв'язуються з мембранами клітин і реагують на зміни мікрооточення, використовували при проведенні експерименту. Проведено вимірювання флуоресценції зондів у суспензіях еритроцитів пацієнтів з гнійним риносинуситом у стадії загострення та здорових людей з викривленою носовою перегородкою, які сформували контрольну групу.

Результати. Розвиток патологічного процесу, що досліджується, не супроводжується змінами в ділянці локалізації зондів О10 і О60. Разом з тим, при загостренні хронічного гнійного риносинуситу спостерігається зменшення кількості молекул найбільш гідрофобного зонда РН7, які зв'язалися з мембраною еритроцита за 1 годину інкубації, що свідчить про зменшення швидкості зв'язування цього зонда з мембраною.

Висновки. У пацієнтів із гнійним риносинуситом у стадії загострення не відбувається змін у ділянках гліцеринових залишків фосфоліпідів, карбонільних груп фосфоліпідів і жирнокислотних ланцюжків фосфоліпідів мембран еритроцитів. Результати, отримані в разі застосування найбільш гідрофобного зонда, дозволяють зробити припущення, що внаслідок розвитку запального процесу відбувається збільшення гідратації найбільш полярної ділянки мембрани еритроцита: ділянці полярних головок фосфоліпідів.

Ключевые слова:

*эритроциты,
биомембрана,
гнойный риносинусит,
флуоресцентный зонд.*

*Буковинский медицин-
ский вестник. Т.22,
№ 1 (84). С. 79-85*

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ГНОЙНОМ РИНОСИНУСИТЕ В СТАДИИ ОБОСТРЕНИЯ МЕТОДОМ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ ЗОНДОВ

А.И. Оніщенко¹, О.А. Наконечная¹, А.С. Ткаченко¹, Ю.М. Калашиник¹, Е.М. Корнієнко², С.А. Стеценко¹, Е.А. Посохов³, А.О. Дорошенко²

Цель исследования — оценка состояния липидного бислоя мембран эритроцитов при обострении хронического гнойного риносинусита.

Материал и методы. Флуоресцентные зонды О10, О60 и рН7—

Оригінальні дослідження

орто-гидроксипроизводные оксазола, молекулы которых нековалентно связываются с мембранами клеток и реагируют на изменения микроокружения, использовались при проведении эксперимента. Проведено измерение флуоресценции зондов в суспензиях эритроцитов пациентов с гнойным риносинуситом в стадии обострения и здоровых людей с искривленной носовой перегородкой, которые сформировали контрольную группу.

Результаты. Развитие исследуемого патологического процесса не сопровождается изменениями в области локализации зондов O1O и O6O. Вместе с тем, при обострении хронического гнойного риносинусита наблюдается уменьшение количества связавшихся с мембраной эритроцита за час инкубации молекул наиболее гидрофобного зонда рН7, что свидетельствует об уменьшении скорости связывания этого зонда с мембраной.

Выводы. У пациентов с гнойным риносинуситом в стадии обострения не происходит изменений в области глицериновых остатков фосфолипидов, в области карбонильных групп фосфолипидов и в области жирнокислотных цепочек фосфолипидов мембран эритроцитов. Результаты, полученные при применении наиболее гидрофобного зонда, позволяют предположить, что в результате развития воспалительного процесса происходит увеличение гидратации наиболее полярной области мембраны эритроцита: области полярных головок фосфолипидов.

Key words:

*erythrocytes,
biomembrane,
rhinosinusitis
without nasal polyps,
fluorescent probe*

*Bukovinian Medical
Herald. V.22, № 1 (85).
P. 79-85*

**INVESTIGATION OF ERYTHROCYTE MEMBRANES
IN EXACERBATION OF CHRONIC RHINOSINUSITIS
WITHOUT NASAL POLYPS BY THE METHOD OF
FLUORESCENT PROBES**

A.I. Onishchenko¹, O.A. Nakonechna¹, A.S. Tkachenko¹, Yu.M. Kalashnik¹, Y.M. Korniyenko², S.A. Stetsenko¹, Y.O. Posokhov³, A.O. Doroshenko²

Objective was to assess the state of lipid bilayer of human red blood cells in exacerbation of chronic rhinosinusitis without nasal polyps.

Material and methods. Fluorescent probes O1O, O6O and PH7, which are ortho-hydroxy derivatives of oxazole, whose molecules can non-covalently bind to cell membranes and react to microenvironmental changes, were used in our experiment. Fluorescence of probes was determined in erythrocyte suspensions in patients with exacerbation of rhinosinusitis without nasal polyps and healthy individuals with deviated nasal septum who formed the control group.

Results. The development of the pathological process investigated in our research is not accompanied by changes in the regions where O1O and O6O probes are located. However, exacerbation of chronic rhinosinusitis without nasal polyps is associated with a decrease in the number of molecules of the most hydrophobic PH7 probe bound to the membrane of erythrocytes during a one-hour incubation, which indicates a low binding rate of this probe to the membrane.

Conclusions. There are no changes in the region of glycerol residues of phospholipids, in the region of carbonyl groups of phospholipids and in the region of fatty acid chains of phospholipids of erythrocyte

membranes in patients with exacerbation of chronic rhinosinusitis without nasal polyps. The results obtained while using the most hydrophobic probe suggest that the development of inflammation is accompanied by an increase in hydration of the most polar region of erythrocyte membranes: the region of polar heads of phospholipids.

Вступ. Хронічний риносинусит є одним із найбільш поширених захворювань у практиці оториноларингологів у нашій країні та закордоном [1]. Деякі автори акцентують увагу на тому, що істотну роль у патогенезі хронічного риносинуситу відіграють вільнорадикальні процеси, розвиток оксидативного стресу та активація синтезу прозапальних цитокінів клітинами імунної системи, які можуть збільшувати інтенсивність генерації активних форм кисню (АФК), що посилює ступінь оксидативного пошкодження компонентів тканин [2-4]. У численних роботах показано, що як поліпозний, так і гнійний хронічний риносинусит супроводжується локальними і системними змінами цитокінового профілю [5-7]. Цікаво відзначити, що системні зміни при риносинуситах, зокрема збільшення вмісту прозапальних цитокінів у крові, можуть призводити до пошкодження клітин, які знаходяться поза зоною запалення [8], беручи до уваги здатність деяких інтерлейкінів індукувати генерацію АФК. Ми припустили, що при хронічному гнійному риносинуситі у стадії загострення можуть відбуватися зміни в структурі мембран, а детекція вищезазначених змін може використовуватися з діагностичними цілями.

Мета роботи. Дослідження стану ліпідного бішару мембран еритроцитів у хворих на хронічний гнійний риносинусит у стадії загострення. Для реалізації поставленої мети використано флуоресцентні зонди - орто-гідроксипохідні оксазолу, що нековалентно зв'язуються з мембранами клітин і реагують на зміни мікрооточення [9-11].

Матеріал і методи. При проведенні дослідження обстежено 20 хворих на хронічний гнійний риносинусит у стадії загострення, що перебували на стаціонарному лікуванні в оториноларингологічному відділенні КЗОЗ «ЦЕНТР ЕМД і МК» м. Харкова (Україна). Діагноз верифікували клініко-інструментальними методами. Дослідження проводили відповідно до положень Конвенції Ради Європи «Про захист прав людини і людської гідності в зв'язку із застосуванням досягнень біології та медицини: Конвенція про права людини та біомедицину (ETS № 164)» від 04.04.1997 р. та Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (2008 г.). Всі пацієнти підписували інформовану згоду. Контрольна група складалася з 20 здорових людей з викривленням

носової перегородки.

Дослідження стану ліпідного бішару мембран еритроцитів у хворих на хронічний гнійний риносинусит у стадії загострення проводили з використанням флуоресцентних зондів, які успішно застосовувалися раніше для досліджень біомембран [9-12]: 2-(2'-ОН-феніл)-5-феніл-1,3-оксазол (зонд О1О), 2-(2'-ОН-феніл)-5-(4'-феніл-феніл)-1,3-оксазол (зонд О6О) і 2-(2'-ОН-феніл)-фенантр(10,11)-1,3-оксазол (зонд РН7).

Вибір флуоресцентних зондів О1О, О6О і РН7 (орто-гідроксипохідних 2,5-діарил-1,3-оксазолу) для дослідження мембран еритроцитів хворих зумовлений тим фактом, що флуоресцентні характеристики цих зондів залежать від фізико-хімічних властивостей їх мікрооточення: від протондонорної здатності, полярності і в'язкості мікросередовища [13-16].

У даній роботі проведені вимірювання флуоресценції зондів у суспензіях еритроцитів пацієнтів із загостренням хронічного гнійного риносинуситу (дослідна група) та здорових людей з викривленою носовою перегородкою (контрольна група).

Флуоресцентні зонди розчиняли в ацетонітрилі до початкової концентрації 2×10^{-4} моль/л, потім 50 мкл кожного з відповідних розчинів зонда додавали до 2 мл суспензії еритроцитів. Кінцева концентрація кожного із зондів у суспензії досліджуваних мембран сягала 5×10^{-6} моль/л, таким чином, молярне відношення ліпід/зонд становило 200:1. Вимірювання спектрів флуоресценції проводилося на спектрофлуориметрі «Hitachi 850» через 1 годину після додавання зондів до суспензії клітин. Спектри флуоресценції зондів вимірювали у ділянці 340-600 нм при ширині щілин монохроматорів збудження і флуоресценції 5 і 5 нм відповідно, і довжині хвилі збудження 330 нм.

Результати дослідження та їх обговорення. Для дослідження мембран еритроцитів у хворих на хронічний гнійний риносинусит у стадії загострення були застосовані флуоресцентні зонди - орто-гідроксипохідні 2,5-діарил-1,3-оксазолу, чутливі до змін протондонорної здатності, полярності і в'язкості мікросередовища [13-16]. Відібрано орто-гідроксипохідних оксазолу, що розрізняються за своєю ліпофільністю [9-11]: очікується, що ділянки локалізації відібраних

Оригінальні дослідження

зондів у мембрані різні і відповідають ліпофільності зондів (рис. 1) [9-11, 17]. Очікувана локалізація і орієнтація О1О, О6О і РН7 на основі їх флуоресцентних властивостей у ліпідних мемб-

ранах [9-11] і на основі їх структурної подібності до флуоресцентних зондів з відомою локалізацією в ліпідних мембранах [17]: зонд О1О - у ділянці гліцеринових залишків фосфоліпідів (ближче до

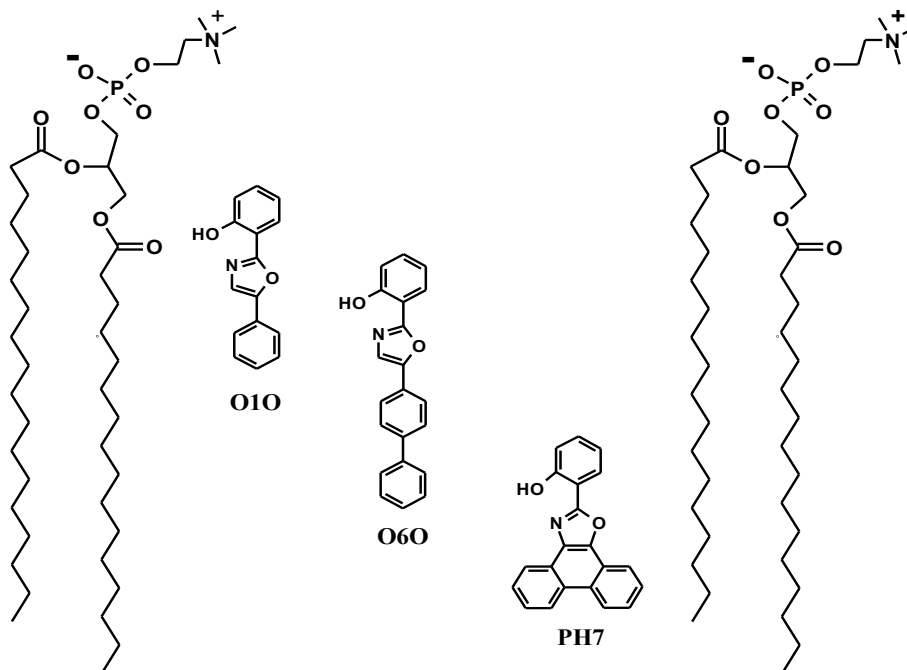
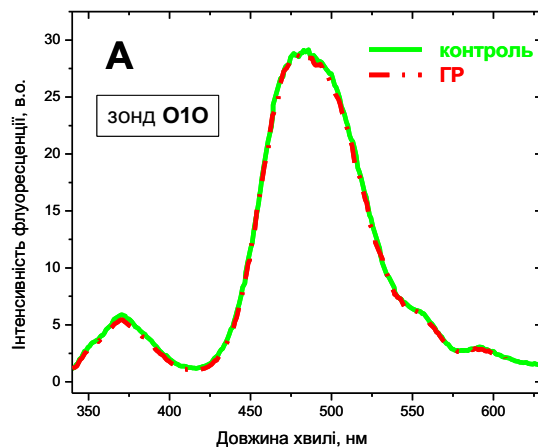


Рис. 1. Очікувана локалізація і орієнтація флуоресцентних зондів О1О, О6О і РН7 на основі їх флуоресцентних властивостей у ліпідних мембранах і на основі їх структурної подібності до флуоресцентних зондів з відомою локалізацією в ліпідних мембранах. Для позначення локалізації зондів показані дві молекули фосфатидилхоліну із зовнішнього моношару

центру ліпідного бішару), у ділянці карбонільних груп фосфоліпідів і в ділянці жирнокислотних ланцюжків фосфоліпідів, прилеглих до ділянки карбонільних груп; зонд О6О - у ділянці карбонільних груп фосфоліпідів і в ділянці жирнокислотних ланцюжків фосфоліпідів (поблизу полярної частини бішару); зонд РН7 - у ділянці

жирнокислотних ланцюжків фосфоліпідів (поблизу центру бішару) і в центрі ліпідного бішару мембран (рис. 1).

Результати вимірювань флуоресценції зондів у розчинах, що містять еритроцити пацієнтів із загостренням хронічного гнійного риносинуситу та еритроцити контрольної групи наведені на рис. 2.



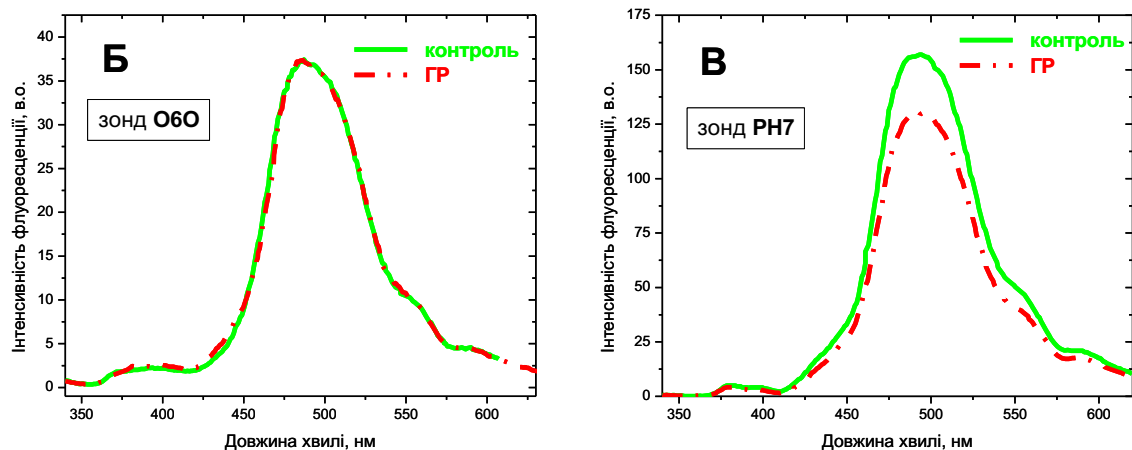


Рис. 2. Спектри флуоресценції зондів O10 (А), O60 (Б) і pH7 (В) у суспензіях еритроцитів: (а) контрольна група (суцільна лінія); (Б) пацієнти з загостренням хронічного гнійного риносинуситу (пунктирна лінія)

Висновки

1. Встановлено, що при загостренні хронічного гнійного риносинуситу не відбувається змін у ділянках гліцеринових залишків фосфоліпідів, карбонільних груп фосфоліпідів і жирнокислотних ланцюжків фосфоліпідів мембран еритроцитів.

2. Результати, отримані в разі застосування найбільш гідрофобного зонда (pH7), дозволяють зробити припущення, що при розвитку патологічного процесу відбувається збільшення гідратації найбільш полярної ділянки мембрани еритроцита: ділянки полярних головок фосфоліпідів.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні стану мембран мерехтливого епітелію при загостренні хронічного гнійного риносинуситу з метою покращення діагностики захворювання.

Список літератури

- Hastan D, Fokkens WJ, Bachert C, Newson RB, Bislimovska J, Bockelbrink A, et al. Chronic rhinosinusitis in European underestimated disease. A GA2LEN study. *Allergy*. 2011; 66(9): 1216-23.
- Asher BF, Guilford FT. Oxidative Stress and Low Glutathione in Common Ear, Nose, and Throat Conditions: A Systematic Review. *Altern Ther Health Med*. 2016; 22(5): 44-50.
- Yu Z, Wang Y, Zhang J, Li L, Wu X, Ma R, Han M, Xu G, Wen W, Li H. Expression of heme oxygenase-1 in eosinophilic and non-eosinophilic chronic rhinosinusitis with nasal polyps: modulation by cytokines. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2015; 5(8):734-40. doi: 10.1002/alr.21530.
- Frieri M, Kumar K, Boutin A. Review: Immunology of sinusitis, trauma, asthma, and sepsis. *Allergy & Rhinology*. 2015; 6(3): e205-e214. doi:10.2500/ar.2015.6.0140.
- Onischenko AI, Nakonechna OA, Tkachenko AS, Kalashnik Yu M. The content of MCP-1 and MMP-9 in blood serum of patients with chronic polypoid rhinosinusitis. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Medicine"*. 2017; 33: 23-26.
- Онищенко АИ, Наконечная ОА, Ткаченко АС. Изменения содержания мелатонина и ИЛ-12 в сыворотке крови больных хроническим полипозным риносинуситом. *Буковинский медицинский вестник*. 2017; 21,2(82):75-77. DOI:10.24061/2413-0737/XXI.2.82.2.2017.63.
- Otto BA, Wenzel SE. The role of cytokines in chronic rhinosinusitis with nasal polyps. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008; 16(3): 270-4. doi: 10.1097/MOO.0b013e3282fb2885.
- Denburg JA, Keith PK. Systemic aspects of chronic rhinosinusitis. *Immunol Allergy Clin N Am*. 2004; 24:87-102.
- Посохов ЕА. Орто-гидрокси производные 2,5-дифенил-1,3-оксазола и 2,5-дифенил-1,3,4-оксадиазола в качестве флуоресцентных зондов для токсикологических исследований мембран клеток обонятельного анализатора крыс. *Вісник Харківського національного університету. Серія «хімія»*. 2011; 20 (43): 92-9.
- Посохов ЕА, Бойко ТП, Бевзюк ДА. Орто-гидрокси производные 2,5-дифенил-1,3-оксазола и 2,5-дифенил-1,3,4-оксадиазола в качестве флуоресцентных зондов для токсикологических исследований модельных биомембран. *Вестник Харьковского национального университета. Серія «хімія»*. 2001; 7 (30): 192-94.
- Посохов ЕА, Абманова НА, Бойко ТП, Дорошенко АО. Орто-гидрокси производные 2,5-дифенил-1,3-оксазола и 2,5-дифенил-1,3,4-оксадиазола в качестве флуоресцентных зондов для медико-биологических исследований. *Вісник Харківського Університету*. 1999; 454: 188-90.
- Posokhov YeO, Tkachenko AS, Korniyenko Ye M. Influence of carrageenan (E407) on the membrane of enterocytes investigated by fluorescent probes. *Вісник проблем біології і медицини*. 2013; 1, 1(98): 229-233.
- Дорошенко АО, Посохов ЕА, Шершуков ВМ, Митина ВГ, Пономарев ОА. Реакция фотопереноса протона

Оригінальні дослідження

- в возбужденном состоянии в ряду орто-окси-производных 2,5-диариллоксазола. Химия высоких энергий. 1997; 31(6): 428-35.
14. Дорошенко АО, Посохов ЕА. Реакция фотопереноса протона в ряду орто-гидрокси-производных 2,5-диарил-1,3-оксазола и 2,5-диарил-1,3,4-оксадиазола в полистирольных пленках. Теор. и эксперим. химия. 1999; 35(6): 357-61.
 15. Doroshenko AO, Posokhov EA, Verezubova AA, Ptiagina LM. Excited state intramolecular proton transfer reaction and luminescent properties of the ortho-hydroxy derivatives of 2,5-diphenyl-1,3,4-oxadiazole. *J Phys Org Chem.* 2000; 13: 253-65. doi: 10.1002/1099-1395(200005)13:5<253::AID-POC238>3.0.CO;2-D
 16. Doroshenko AO, Posokhov EA, Verezubova AA, Ptiagina LM, Skripkina VT, Shershukov VM. Radiationless deactivation of the excited phototautomer form and molecular structure of ES IPT-compounds. *Photochem Photobiol Sci.* 2002; 1: 92-9. doi: 10.1039/B107255M
 17. Добрецов ГЕ. Флуоресцентные зонды в исследовании клеток, мембран и липопротеинов. М.: Наука, 1989. 277 с.
- References**
1. Hastan D, Fokkens WJ, Bachert C, Newson RB, Bislimovska J, Bockelbrink A, et al. Chronic rhinosinusitis in European underestimated disease. A GA2LEN study. *Allergy.* 2011; 66(9): 1216-23.
 2. Asher BF, Guilford FT. Oxidative Stress and Low Glutathione in Common Ear, Nose, and Throat Conditions: A Systematic Review. *Altern Ther Health Med.* 2016; 22(5): 44-50.
 3. Yu Z, Wang Y, Zhang J, Li L, Wu X, Ma R, Han M, Xu G, Wen W, Li H. Expression of heme oxygenase-1 in eosinophilic and non-eosinophilic chronic rhinosinusitis with nasal polyps: modulation by cytokines. *Int Forum Allergy Rhinol.* 2015; 5(8):734-40. doi: 10.1002/alr.21530.
 4. Frieri M, Kumar K, Boutin A. Review: Immunology of sinusitis, trauma, asthma, and sepsis. *Allergy & Rhinology.* 2015; 6(3): e205-e214. doi:10.2500/ar.2015.6.0140.
 5. Onischenko AI, Nakonechna OA, Tkachenko AS, Kalashnik Yu M. The content of MCP-1 and MMP-9 in blood serum of patients with chronic polypoid rhinosinusitis. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Medicine".* 2017; 33: 23-26.
 6. Onishchenko AI, Nakonecha OA, Tkachenko AS. Zmienenija sodержanija melatonina i IL-12 v syvorotke krovi bol'nyh hronicheskim polipoznym rinosinitom [Changes in the content of melatonin and IL-12 in serum of patients with chronic rhinosinusitis with nasal polyps]. *Buk. med. visnik.* 2017; 21,2(82): 75-77. DOI:10.24061/2413-0737/XXI.2.82.2.2017.63. (in Russian).
 7. Otto BA, Wenzel SE. The role of cytokines in chronic rhinosinusitis with nasal polyps. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2008; 16(3): 270-4. doi: 10.1097/MOO.0b013e3282fb2885.
 8. Denburg JA, Keith PK. Systemic aspects of chronic rhinosinusitis. *Immunol Allergy Clin N Am.* 2004; 24:87-102.
 9. Posokhov EA. Orto-gidroksi proizvodnyye 2,5-difenil-1,3-oksazola i 2,5-difenil-1,3,4-oksadiazola v kachestve fluorestsentykh zondov dlya toksikologicheskikh issledovaniy membran kletok obonyatel'nogo analizatora krysa [Ortho-hydroxy derivatives of 2,5-diphenyl-1,3-oxazole and 2,5-diphenyl-1,3,4-oxadiazole as fluorescent probes for toxicological study of the cells of olfactory analyzer of rats]. *Visnyk Kharkiv'skogo natsional'nogo universitetu. Seriya «khimiya».* 2011; 20 (43): 92-9. (in Russian).
 10. Posokhov EA, Boyko TP, Bevzyuk DA. Orto-gidroksi proizvodnyye 2,5-difenil-1,3-oksazola i 2,5-difenil-1,3,4-oksadiazola v kachestve fluorestsentykh zondov dlya toksikologicheskikh issledovaniy model'nykh biomembran [Ortho-hydroxy derivatives of 2,5-diphenyl-1,3-oxazole and 2,5-diphenyl-1,3,4-oxadiazole as fluorescent probes for toxicological investigations of model biomembranes]. *Vestnik Khar'kovskogo natsional'nogo universiteta. Seriya «khimiya».* 2001; 7 (30): 192-94. (in Russian).
 11. Posokhov EA, Abmanova NA, Boyko TP, Doroshenko AO. Orto-gidroksi proizvodnyye 2,5-difenil-1,3-oksazola i 2,5-difenil-1,3,4-oksadiazola v kachestve fluorestsentykh zondov dlya mediko-biologicheskikh issledovaniy [Ortho-hydroxy derivatives of 2,5-diphenyl-1,3-oxazole and 2,5-diphenyl-1,3,4-oxadiazole as fluorescent probes for medical and biological research]. *Visnyk Kharkiv'skogo Universitetu.* 1999; 454: 188-90. (in Russian).
 12. Posokhov YeO, Tkachenko AS, Korniyenko Ye M. Influence of carrageenan (E407) on the membrane of enterocytes investigated by fluorescent probes. *Bulletin of problems in Biology and Medicine.* 2013;1,1(98): 229-233.
 13. Doroshenko AO, Posokhov EA, Shershukov BM, Mitina VG, Ponomarev OA. Reaktsiya fotoperenosa protona v возбужденном состоянии в ряду орто-окси-производных 2,5-диариллоксазола [Intramolecular proton-transfer reaction in an excited state in a series of ortho-hydroxy derivatives of 2,5-diaryloxazole]. *Khimiya vysokikh energiy.* 1997; 31(6): 428-35. (in Russian).
 14. Doroshenko AO, Posokhov Ye A. Reaktsiya fotoperenosa protona v ряду орто-гидрокси производных 2,5-диарил-1,3-оксазола и 2,5-диарил-1,3,4-оксадиазола в полистирольных пленках [Proton phototransfer in a series of ortho-hydroxy derivatives of 2,5-diphenyl-1,3-oxazole and 2,5-diphenyl-1,3,4-oxadiazole in polystyrene films]. *Teor. i eksper. khimiya.* 1999; 35(6): 357-61. (in Russian).
 15. Doroshenko AO, Posokhov EA, Verezubova AA, Ptiagina LM. Excited state intramolecular proton transfer reaction and luminescent properties of the ortho-hydroxy derivatives of 2,5-diphenyl-1,3,4-oxadiazole. *J Phys Org Chem.* 2000; 13: 253-65. doi: 10.1002/1099-1395(200005)13:5<253::AID-POC238>3.0.CO;2-D.
 16. Doroshenko AO, Posokhov EA, Verezubova AA, Ptiagina LM, Skripkina VT, Shershukov VM. Radiationless deactivation of the excited phototautomer form and molecular structure of ES IPT-compounds. *Photochem Photobiol Sci.* 2002; 1: 92-9. doi: 10.1039/B107255M.
 17. Добрецов ГЕ. Флуоресцентные зонды в исследовании клеток, мембран и липопротеинов. М.: Наука, 1989. 277 с. (in Russian).

Відомості про авторів:

Оніщенко А. І. — асистент кафедри біохімії Харківського національного медичного університету,

м. Харків, Україна.

Наконечна О. А. — д.мед.н., професор, завідувач кафедри біохімії Харківського національного медичного університету, м. Харків, Україна.

Ткаченко А. С. — к.мед.н., асистент кафедри біохімії Харківського національного медичного університету, м. Харків, Україна.

Калашник Ю. М. — к.мед.н., асистент кафедри оториноларингології Харківського національного медичного університету, м. Харків, Україна.

Корнієнко Є. М. — інженер кафедри фізіології людини та тварин Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна.

Стеценко С. О. — к.біол.н., доцент кафедри біохімії Харківського національного медичного університету, м. Харків, Україна.

Посохов Є. О. — д.хім.н., старший викладач кафедри органічної хімії, біохімії і мікробіології Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна.

Дорошенко А. О. — д.хім.н., професор, завідувач кафедри органічної хімії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна.

Сведения об авторах:

Онищенко А. И. — ассистент кафедры биохимии Харьковского национального медицинского университета, г. Харьков, Украина.

Наконечная О. А. — д.мед.н., профессор, заведующая кафедрой биохимии Харьковского национального медицинского университета, г. Харьков, Украина.

Ткаченко А. С. — к.мед.н., ассистент кафедры биохимии Харьковского национального медицинского университета, г. Харьков, Украина.

Калашник Ю. М. — к.мед.н., ассистент кафедры оториноларингологии Харьковского национального медицинского университета, г. Харьков, Украина.

Корниенко Е. М. — инженер кафедры физиологии человека и животных Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина, г. Харьков, Украина.

Стеценко С. А. — к.биол.н., доцент кафедры биохимии Харьковского национального медицинского университета, г. Харьков, Украина.

Посохов Е. А. — д.хим.н., старший преподаватель кафедры органической химии, биохимии и микробиологии Национального технического университета «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина.

Дорошенко А. О. — д.хим.н., профессор, заведующий кафедрой органической химии Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина, г. Харьков, Украина.

Information about the authors:

Onishchenko A. I. — Assistant Professor, Department of Biochemistry, Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine.

Nakonechna O. A. — Dr. Sc., Professor, Head of the Department of Biochemistry, Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine.

Tkachenko A. S. — PhD, Assistant Professor, Department of Biochemistry, Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine.

Kalashnik Yu. M. — PhD, Assistant Professor, Department of Otorhinolaryngology, Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine.

Korniyenko Y. M. — engineer, Department of Human and Animal Physiology, V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine.

Stetsenko S. O. — PhD, Associate Professor, Department of Biochemistry, Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Ukraine.

Posokhov Y. O. — Dr. Sc., Senior Lecturer, Department of Organic Chemistry, Biochemistry and Microbiology, The National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, Ukraine.

Doroshenko A. O. — Dr. Sc., Professor, Head of the Department of Organic Chemistry, V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine.

Надійшла до редакції 05.10.2017

Рецензент – проф. Кривецький В.В.

© А.І. Оніщенко, О.А. Наконечна, А.С. Ткаченко, Ю.М. Калашник, Є.М. Корнієнко, С.О. Стеценко, Є.О. Посохов, А.О. Дорошенко, 2018