

тонной помпы: кроється ли небезпека при тривалій терапії? URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/ingibitory-protonnoy-pompy-kroetsya-li-opasnost-pri-dlitelnoy-terapii>

6. Хавкин А. И., Рачкова Н. С., Жихарева Н. С., Ханакеева З. К. Перспективы применения ингибиторов протонной помпы в педиатрии. *Русский медицинский журнал*. 2003. Т. 11, № 3. С. 134–138.

7. Barron J. J., Tan H., Spalding J. Proton pump inhibitor utilization patterns in infants. *Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2007. № 45 (4). P. 421–427.

8. Державний реєстр лікарських засобів України. URL: <http://www.driz.com.ua>

9. Rx-index — лікарські засоби: довідник. URL: <http://rxindex.info>

10. Компендиум on-line — лекарственные препараты: справочник. URL: <http://compendium.com.ua>

11. Детская гастроэнтерология: рук. для врачей / под ред. проф. Н. П. Шабалова. Москва: МЕДпресс-информ, 2011. 736 с.

12. Белоусов Ю. В. Педиатрическая гастроэнтерология: вчера, сегодня, завтра. *Врачебная практика*. 2007. № 1. С. 29–33.

13. Баранов А. А. Детская гастроэнтерология. Избранные главы. Москва: Научный центр здоровья детей РАМН, 2002. 592 с.

14. Макаренко О. В., Каримова М. М. Основные аспекты фармакотерапии заболеваний желудочно-кишечного тракта в детей. *Фармакология та лікарська токсикологія*. 2016. № 6 (51). С. 97–104.

REFERENCES

1. Karimova M.M., Belokon E.V., Makarenko O.V. Overview of the assortment of the proton pump inhibitors in the pharmaceutical market of Ukraine, *Perspektivy rozvitiya biologii, meditsiny i farmatsii: mater. IV mezhdunar. nauch. konf. molodykh uchennykh i studentov* (Prospects for the Development of Biology, Medicine and Pharmacy: Materials of the IV International Scientific Conference of Young Scientists and Students), Shymkent, Respublika Kazakhstan, 2016, p. 37-38.

2. Zvyagina N.M., Antonov O.V. Modern ideas about chronic gastritis in children. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri* 2015; 6: 3-11.

3. Yakovleva L.V., Perederiy A.V. Pharmacoepidemiological study of the dynamics of consumption of proton pump inhibitors in Ukraine. *Upravlinnya, ekonomika ta zabezpechennya yakosti v farmatsiyi* 2015; 3 (41): 90-93.

4. Belousov Yu.V. Pediatric gastroenterology: tasks, opportunities, prospects [Electronic resource]. Access mode: <http://health-ua.com/article/16208-pediatrichestkaya-gastroenterologiyazadachi-vozmozhnosti-perspektivy>

5. Maev I.V., Kucheryavyy Yu.A., Danilevskaya N.N. Proton Pump Inhibitors: Is there danger in long-term therapy? [Electronic resource]. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/v/ingibitory-protonnoy-pompy-kroetsya-li-opasnost-pri-dlitelnoy-terapii>

6. Havkin A.I., Rachkova N.S., Zhihareva N.S., Hanakaeva Z.K. Pros-

pects for using of the proton pump inhibitors in pediatrics. *Russkiy Meditsinskiy Zhurnal* 2003; 11 (3): 134-138.

7. Barron J.J. Proton pump inhibitor utilization patterns in infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2007; 45 (4): 421-427.

8. State Register of Drugs of Ukraine [Electronic resource]. Access mode: <http://www.driz.com.ua>

9. Rx-index. A directory of medicines [Electronic resource]. Access mode: <http://rxindex.info>

10. Compendium on-line. A directory of medicines [Electronic resource]. Access mode: <http://compendium.com.ua>

11. Shabalov N.P. *Detskaya gastroenterologiya*. [Pediatric gastroenterology]. Moscow, MEDpress-inform, 2011, 736 p.

12. Belousov Yu.V. Pediatric gastroenterology: yesterday, today, tomorrow. *Vrachebnaya praktika* 2007; 1: 29-33.

13. Baranov A.A. *Detskaya gastroenterologiya*. [Pediatric gastroenterology]. Moscow, Nauchnyy tsentr zdorov'ya detey RAMN, 2002, 592 p.

14. Makarenko O.V., Karimova M.M. The review of key aspects of pharmacotherapy of gastroduodenal diseases in children. *Farmakologiya ta likars'ka toksykologiya* 2016; 6 (51): 97-104.

Надійшла до редакції 01.06.2018

Рецензент д-р мед. наук,
проф. Л. М. Унгурян,
дата рецензії 15.09.2018

УДК 616.24-002-06:616.15]-053.2-073.584

Л. І. Коваль, О. Л. Тимчишин, Н. Г. Лотиш, К. О. Зубаренко

ОСОБЛИВОСТІ СУБФРАКЦІЙНОГО СКЛАДУ ПЛАЗМИ КРОВІ У ДІТЕЙ ПРИ ПОЗАЛІКАРНЯНІЙ ПНЕВМОНІЇ

Одеський національний медичний університет, Одеса, Україна

УДК 616.24-002-06:616.15]-053.2-073.584

Л. И. Коваль, О. Л. Тымчишин, Н. Г. Лотыш, К. А. Зубаренко
ОСОБЕННОСТИ СУБФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ПЛАЗМЫ КРОВИ У ДЕТЕЙ ПРИ ВНЕБОЛЬНИЧНОЙ ПНЕВМОНИИ

Одесский национальный медицинский университет, Одесса, Украина

Белковый состав плазмы крови представляет собой сложную динамическую систему, отражающую физиологические и патофизиологические процессы в организме. Была проведена оценка перераспределения субфракционного состава плазмы крови у 64 детей с внебольничной пневмонией (ВП) методом лазерно-корреляционной спектроскопии. Определена общая направлен-

© Л. І. Коваль, О. Л. Тимчишин, Н. Г. Лотиш, К. О. Зубаренко, 2018



ність ЛК-спектров плазми крові у дітей с ВП, обнаружено преобладание гидролитической направленности сдвигов у детей от 1 до 6 лет — (65,56±10,54) % и от 14 до 18 лет — (76,17±9,52) % (p<0,05). У детей с ВП в возрасте от 7 до 13 лет присутствуют все типы направленности гомеостатического сдвига в равном количестве. Установлена ассоциация между важными клиническими признаками ВП и характеристиками сдвига ЛК-спектров плазмы крови.

Ключевые слова: внебольничная пневмония, дети, лазерно-корреляционная спектроскопия.

UDC 616.24-002-06:616.15]-053.2-073.584

L. I. Koval, O. L. Tymchishin, N. G. Lotysh, K. O. Zubarenko

PECULIARITIES OF SUB-FRACTION STRUCTURE OF BLOOD PLASMA IN CHILDREN WITH COMMUNITY-ACQUIRED PNEUMONIA

The Odessa National Medical University, Odessa, Ukraine

The protein composition of the blood plasma is a complex dynamic system that reverses physiological and pathophysiological processes in the human body.

Objective. To assess the direction of homeostatic shifts of the dynamic light scattering (DLS) spectra of blood plasma in children with community-acquired pneumonia (CAP).

Materials and methods. The DLS spectra of blood plasma in 64 children with CAP were analyzed. Children were divided into age groups: 1 — from 1 to 6 years (21 children), 2 — from 7 to 13 years (22 children), 3 — from 14 to 18 years (21 children).

Results. Determination of the general orientation of the DLS spectra of blood plasma in children with CAP has established the hydrolytic orientation predominance of the shifts in children of 1 group (65.56±10.54)% and 3 group — (76.17±9.52)% (p<0.05). In children of the 2nd age group, are present all types of homeostatic shift directions in equal amounts. An association between the important clinical signs of CAP and the shift characteristics of the DLS spectra of blood plasma was established. The hydrolytic orientated homeostatic shift of the DLS spectra of the blood plasma is significantly more often detected in patients with segmental CAP (66.00±6.69)%, with local complications of CAP (90.00±9.48)%, long-lasting fever in children on the background of standard hospital therapy of CAP (58.88±6.89)% (p<0.05).

Conclusions. The DLS spectra of children's blood plasma are characterized in a shift towards particles with a small hydrodynamic radius. The hydrolytic orientation of the DLS spectra is more reliably detected in patients with signs of an negative course of CAP.

Key words: community-acquired pneumonia, children, dynamic light scattering.

Позалікарняна пневмонія (ПП) — тяжке ураження нижніх дихальних шляхів у дітей, у генезі якого лежать інфекційний токсикоз, дихальна недостатність, водно-електролітні та інші метаболічні порушення. У зв'язку з цим актуальним є встановлення індивідуальної реакції організму на запальний стрес. Вивчення протеома людини є завданням сучасної медичної науки, яке має сприяти розумінню біологічних процесів на клітинному рівні [1].

Плазма крові служить свого роду віддзеркаленням фізіологічних і патофізіологічних процесів у організмі людини. Крім класичних білків крові, у плазмі містяться білки, які секретують різні клітини, залози та тканини, а також білки, отримані з мікробіоти, патогенних організмів і паразитів, що перебувають усередині тіла. Більша частина протеома плазми представлена 22 білками,

що включають альбумін, імуноглобуліни, трансферин і гаптоглобін, які становлять 99 % від загального вмісту білка плазми. Цей широкий динамічний діапазон вмісту протеїнів, що значно відрізняються за розміром і масою, робить аналіз білкового складу плазми важким завданням [2; 3].

Одним із способів оцінки субфракційного складу білків є метод лазерно-кореляційної спектроскопії (ЛКС), біофізичний зміст якого полягає у вивченні спектральних характеристик монохромного когерентного випромінювання гелій-неонового лазера, розсіяного в гетерогенному середовищі мікрочастинок, що хаотично рухаються. З допомогою ЛКС виявляють частинки з гідродинамічним діаметром від 0,3 до 10 000 нм [4–6]. Використання «Семіотичного класифікатора», запропонованого Ю. І. Бажорою і Л. О. Носкіним (2002), дозво-

ляє оцінити напрямок зрушень у системі гомеостазу залежно від співвідношення вмісту протеїнів різного розміру [7].

Мета цього дослідження — оцінити напрямки гомеостатичних зрушень у дітей з позалікарняною пневмонією шляхом аналізу субфракційного складу білків плазми крові.

Матеріали та методи дослідження

У дослідження було включено 64 дитини з верифікованим діагнозом ПП віком від 1 до 18 років (середній вік — 8,35±3,04), серед них хлопчиків — 33 ((51,56±8,80) %), дівчаток — 31 ((48,43±8,97) %). Діти були розподілені на три вікові групи: 1-ша група (21 дитина) — від 1 до 6 років, 2-га група (22 дитини) — від 7 до 13 років, 3-тя група (21 дитина) — від 14 до 18 років. Усі досліджувані діти перебували на стаціонарному лі-



Типологія гомеостатичних зрушень

Тип семіотичного зрушення	Перерозподіл між дискретними зонами
Гідролітично-спрямовані зрушення	
Інтоксикаційно-подібні	Значне підвищення внеску у світлорозсіювання біоінгредієнтів розміром 11–30 нм і помірне — частинок діаметром 31–70 нм
Катаболічно-подібні	Істотне збільшення внеску у світлорозсіювання частинок розміром 31–70 нм
Дистрофічно-подібні	Значне підвищення внеску у світлорозсіювання частинок розміром до 10 нм
Синтетично-спрямовані зрушення	
Алергоподібні	Підвищується внесок у світлорозсіювання біосубстратів розміром 71–150 нм
Автоімунноподібні	Спостерігається контрастування найбільш високомолекулярної зони спектра (> 150 нм)
Змішані зрушення	
Алергійно-інтоксикаційні	Збільшується внесок частинок V ДЗ з одночасним збільшенням відсотка вмісту частинок II ДЗ
Автоімунно-інтоксикаційні	Збільшення відсотка вмісту V ДЗ з одночасним збільшенням відсотка вмісту частинок I ДЗ

куванні у пульмонологічному відділенні МДЛ ім. ак. Б. Я. Резніка м. Одеси. Групу порівняння становили 60 умовно здорових дітей відповідного віку.

Для дослідження параметрів ЛКС використовували плазму крові. Вимірювання субфракційного складу реєстрували за допомогою спектрометра «ЛКС-03-ІНТОКС», виробник НВО «Прогрес» НАН України (Одеса), призначеного для визначення гідродинамічних розмірів мікрочастинок у біологічних рідинах. «Семіотична» класифікація, розроблена з метою стандартизації типології варіантів гомеостатичних зрушень, передбачала виділення 5 дискретних зон (ДЗ) залежно від розмірів частинок, що розсіювали світло: I — наднизькомолекулярні (< 10 нм), II — низькомолекулярні (11–30 нм), III — середньомолекулярні (31–70 нм), IV — високомолекулярні (71–150 нм), V — надвисокомолекулярні (> 150 нм). Відповідно до «Семіотичного класифікатора», виділяють такі відхилення від нормологічної групи: гідролітично-спрямовані (інтоксикаційно-, катаболічно-, дистрофічно-подібні), синтетично-спрямовані — алерго- й автоімунно-подібні зрушення, а також змішані форми зрушення гомеостазу (табл. 1) [7].

Статистична обробка результатів здійснювалася за допомогою комп'ютерної програми Excel 2010, різниця між показниками вважалася достовірною при $p < 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення

Оцінка сумарних спектрів плазми крові дітей з ПП показала, що в усіх вікових групах спостерігався розподіл субфракційного складу

плазми крові, відмінний від нормального, який демонстрував схильність до бімодальності (рис. 1).

Так, у дітей віком від 1 до 6 років спектр характеризується вираженим розщепленням, зафіксовано підвищення внеску у світлорозсіювання частинок I, II, V ДЗ та відповідне зниження відносного внеску частинок III, IV ДЗ (див. рис. 1). Дана тенденція знайшла своє відображення у результатах аналізу загальної спрямованості семіотичного зрушення ЛК-спектра плазми крові пацієнтів з ПП. Значущість підвищення внеску у світлорозсіювання частинок з малим гідродинамічним радіусом підтверджується достовірним переважанням хворих на ПП з гідролітично-спрямованим зрушенням — $(65,56 \pm 5,94) \%$, змішане зрушення зафіксовано у $(19,05 \pm 4,88) \%$, а синтетичне — тільки у $(14,28 \pm 4,35) \%$ хворих ($p < 0,05$). Гід-

ролітично-спрямовані зрушення ЛК-спектрів плазми крові вказують на збільшення внеску у світлорозсіювання частинок низькомолекулярних фракцій, які представлені переважно глобулінами (імуноглобулінами) та білками гострої фази запалення. Значне поширення такого типу зрушення свідчить про виражену реакцію імунної системи у відповідь на запалення легеневої тканини. Дану особливість можна пояснити активною трансформацією і незрілістю імунної системи у дітей указаної вікової групи. Детальний аналіз типів семіотичного зрушення ЛК-спектра плазми крові встановив домінування дистрофічно-подібних зрушень у дітей віком від 1 до 6 років $((47,61 \pm 10,89) \%; p < 0,05)$; рис. 2). Такий перерозподіл субфракційного складу плазми крові у бік наднизькомолекулярних частинок дозволяє судити про пригнічення



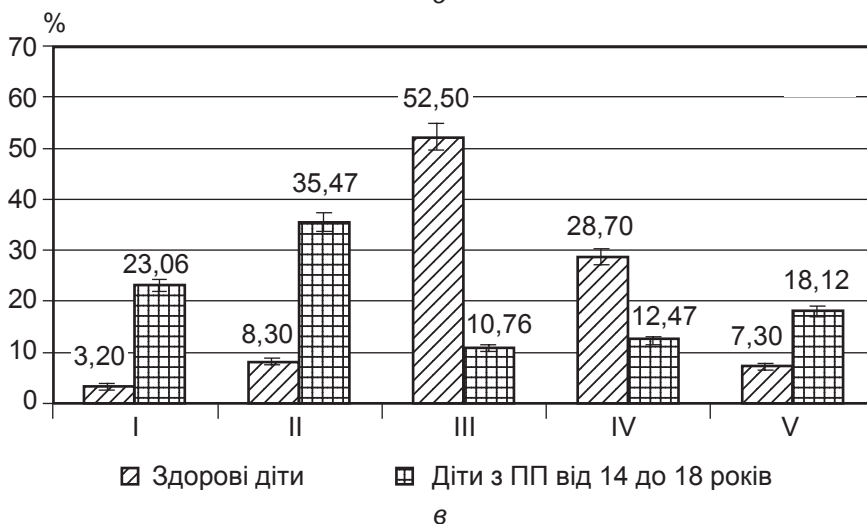
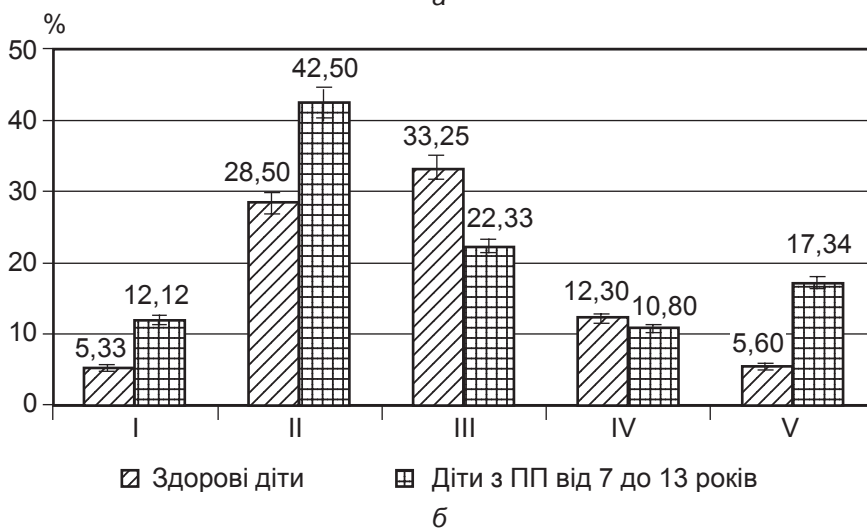
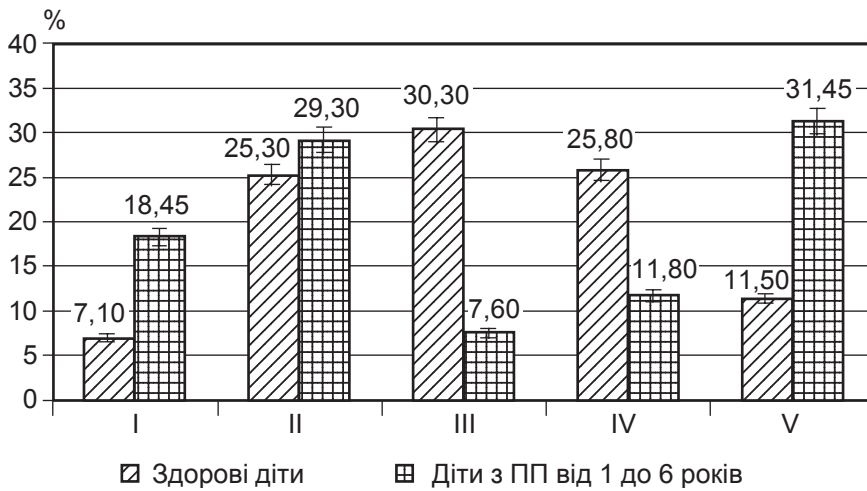


Рис. 1. Характеристика гістограм спектрів плазми крові у дітей з позалікарняною пневмонією: а — 1–6 років; б — 7–13 років; в — 14–18 років

синтетичних процесів у дітей даного віку на тлі ПП.

Аналіз сумарного ЛК-спектра плазми крові дітей віком від 7 до 13 років з ПП установив зниження внеску у світлороз-

сіювання частинок III і IV ДЗ, у свою чергу, внесок частинок I, V ДЗ у світлорозсіювання підвищився (див. рис. 1). Однак незважаючи на присутність характерної й для дітей 1-ї віко-

вої групи розщепленості спектра, оцінка результатів дослідження за допомогою «Семіотичного класифікатора» показала, що різні напрямки гомеостатичного зрушення були однаковою мірою присутні у пацієнтів 2-ї вікової групи. Так, діти даного віку демонструють різноспрямовану структуру семіотичних зрушень: у (45,45±10,87) % установлена гідролітична спрямованість, у (22,72±9,14) % — синтетична, у (31,81±10,16) % зафіксовано зрушення змішаного типу ($p>0,05$). Такий характер розподілу напрямків зрушень ЛК-спектрів свідчить про виражену індивідуальність гомеостатичних зрушень у цій віковій групі.

У дітей з ПП віком від 14 до 18 років спостерігається підвищення внеску у світлорозсіювання частинок I та II ДЗ, зниження внеску частинок III ДЗ у 5 разів ($p<0,05$; див. рис. 1). Зареєстровані зміни обґрунтовують значне переважання гідролітично-спрямованих зрушень ЛК-спектрів плазми крові (76,17±9,52) % у пацієнтів даного віку ($p<0,05$). Змішані типи зрушень виявлено у (14,2±7,82) %, а синтетично-спрямовані — у (9,52±6,56) % хворих. Слід зазначити, що інтоксикаційно-подібний семіотичний тип зрушення було встановлено у кожного третього пацієнта з ПП даного віку. Визначену закономірність можна пов'язати з активацією гуморальної ланки імунної відповіді у цій віковій групі під впливом статевих гормонів (див. рис. 2) [8].

Установлену тенденцію достовірного домінування гідролітично-спрямованих зрушень при ПП у дітей 1-ї і 3-ї вікових груп можна співвідносити з критичними періодами становлення імунної системи дитини.



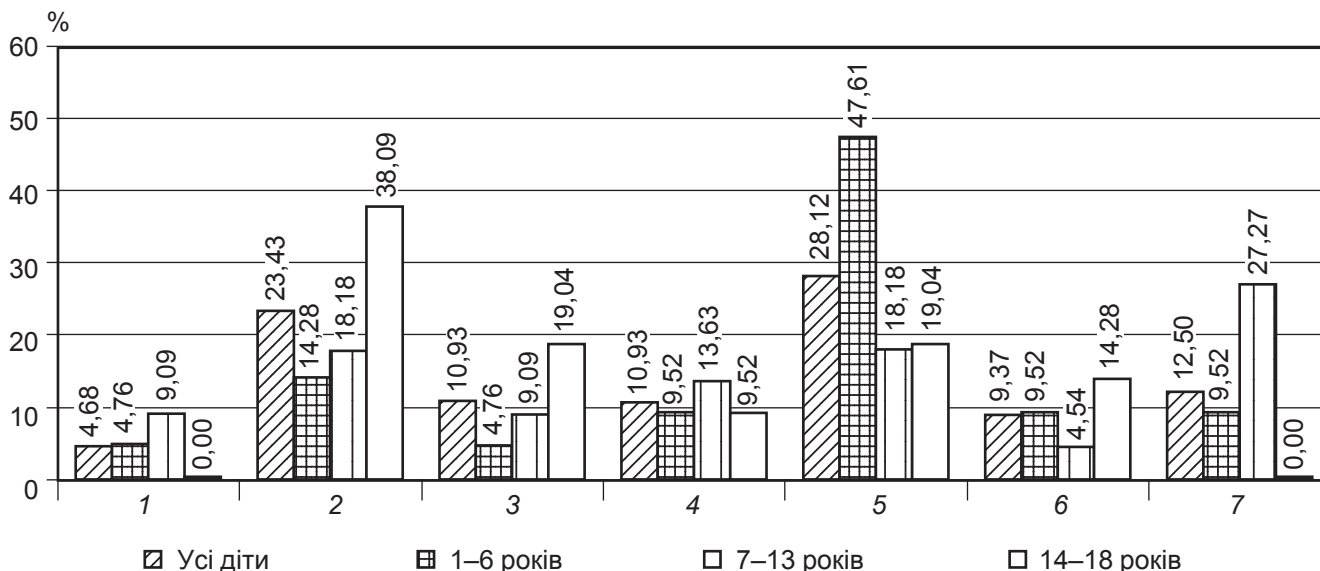


Рис. 2. Типологія ЛК-спектрів плазми крові у дітей з позалікарняною пневмонією: 1 — алерго-подібні; 2 — інтоксикаційно-подібні; 3 — катаболічно-подібні; 4 — аутоімунно-подібні; 5 — дистрофічно-подібні; 6 — алергійно-інтоксикаційні; 7 — аутоімунно-інтоксикаційні

Отже, отримані результати відображають високу напруженість і реактивність імунних процесів у цих вікових групах при пневмонії.

Розподіл показників ЛК-спектрів плазми крові у хворих з урахуванням значущих клінічних особливостей ПП подано у табл. 2. Установлено, що гідролітично-спрямовані зрушення частіше спостерігалися при сегментарному ураженні легень, у хворих з ускладненим перебігом ПП, а також у випадках резистентного до терапії перебігу захворювання у

вигляді гарячки, що триває більше 3 діб на тлі стандартної терапії ($p < 0,05$).

Для оцінки гомеостатичних зрушень при бронхолегеневій патології у дітей переважна більшість дослідників вивчали розподіл ЛК-спектрів конденсату видихнутого повітря. Автори відзначають, що зміни у субфракційному складі конденсату видихнутого повітря надійно відображають стан локального гомеостазу, крім того метод є малоінвазивним [9; 10]. Попри вагомні переваги, поза увагою науковців залиша-

ються діти молодшого віку, у яких не вдається зібрати необхідний об'єм конденсату видихнутого повітря. Зазначене обґрунтовує вибір плазми крові як субстрату дослідження, що, у свою чергу, дало можливість оцінити стан системного гомеостазу плазми крові у дітей різних вікових груп при ПП. За даними дослідження Н. Б. Коваленко, установлена тенденція щодо домінування дистрофічно-подібного зміщення ЛК-спектра плазми крові у дітей з ПП від 1 до 6 років також зафіксована й при аналізі ЛК-

Таблиця 2

Особливості ЛК-спектрів плазми крові у дітей з урахуванням клінічного перебігу пневмонії

Ознака	Тип субфракційного зрушення за даним ЛКС-метрії, n (%)		
	Гідролітичний	Синтетичний	Змішаний
Вогнищева форма ПП, N=14	5 (42,85±13,22)*	4 (28,57±12,07)	5 (35,71±12,80)
Сегментарна форма ПП, N=50	35 (70,00±6,48)*	6 (12,00±4,59)	9 (18,00±5,43)
Наявність плевральних ускладнень ПП, N=10	9 (90,00±9,48)**	—	1 (10,00±9,48)
ПП без плевральних ускладнень, N=54	31 (57,40±7,69)**	10 (18,51±5,28)	13 (24,07±5,81)
Тривалість гарячки на тлі терапії < 3 діб, N=13	11 (84,61±13,85)*	1 (7,69±7,38)	1 (7,69±7,38)
Тривалість гарячки на тлі терапії > 3 діб, N=51	29 (56,86±6,94)*	9 (17,64±5,33)	13 (25,49±6,10)

Примітка. N — сумарна кількість обстежень, що мають відповідну ознаку перебігу ПП; * — статистична достовірна відмінність між показниками при $p < 0,05$; ** — статистична достовірна відмінність між показниками при $p < 0,01$.



спектрів плазми крові у дітей з перинатальною пневмонією [11].

Висновки

1. При позалікарняній пневмонії гідролітична спрямованість зміщення ЛК-спектра плазми крові встановлювалася найчастіше та вказувала на високу реактивність імунної відповіді.

2. Найбільш виражена гідролітична спрямованість ЛК-спектра плазми крові була зафіксована у дітей з позалікарняною пневмонією віком від 1 до 6 років і від 13 до 18 років.

3. Установлено зв'язок між спрямованістю зрушення субфракційного складу плазми крові та характеристиками клінічного перебігу позалікарняної пневмонії у дітей, такими як: об'єм ураження легеневої тканини, наявність плевральних ускладнень, тривалість гарячки на тлі стандартної госпітальної терапії.

Ключові слова: позалікарняна пневмонія, діти, лазерно-кореляційна спектроскопія.

ЛІТЕРАТУРА

1. The Human Proteome Project: Current State and Future Direction. Molecular & Cellular Proteomics / P. Legrain et al. *MCP*. 2011. URL: <http://doi:10.1074/mcp.M111.009993>

2. Plasma Proteome Database as a resource for proteomics research / V. Nanjappa et al. *Nucleic Acids Research*. 2014. № 42. P. 959–965.

3. The Human Plasma Proteome Draft of 2017: Building on the Human Plasma PeptideAtlas from Mass Spectrometry and Complementary Assays / J. Schwenk et al. *Journal of Proteome Research*. 2017. № 16 (12). P. 4299–4310.

4. Davis M., Dunn A. Dynamic light scattering Monte Carlo: a method for simulating time-varying dynamics for ordered motion in heterogeneous media. *Optics Express*. 2015. № 23 (13). P. 17 145–17 155.

5. Stetefeld J., McKenna S., Patel T. Dynamic light scattering: a practical guide and applications in biomedical

sciences. *Biophysical Reviews*. 2016. № 8 (4). P. 409–427.

6. Hiroi T., Shibayama M. Measurement of Particle Size Distribution in Turbid Solutions by Dynamic Light Scattering Microscopy. *Journal of Visualized Experiments*. 2017. URL: <http://doi.org/10.3791/54885>.

7. Бажора Ю. И, Носкин Л. А. Лазерная корреляционная спектроскопия в медицине. Одесса: Друк, 2002. 400 с.

8. Сорокман Т. В., Попелюк Н. А., Остапчук В. Г. Критические периоды развития иммунной системы у детей и подростков. *Перший незалежний науковий вісник*. 2015. № 5. С. 24–27.

9. Бажора Ю. И., Комлевой О. М., Чернявський В. Г. Діагностування пневмонії шляхом аналізу змін субфракційного складу конденсату вологи видихнутого повітря. *Одеський медичний журнал*. 2014. № 1. С. 63–65.

10. Соболева К. Б. Діагностична цінність змін лазерно-кореляційних спектрів у дітей при бронхіальній астмі. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української медичної стоматологічної академії*. 2007. № 4. С. 150–152.

11. Коваленко Н. Б. Возможности метода лазерной корреляционной спектроскопии у диагностике перинатальных пневмоний. *Перинатология та педиатрия*. 2000. № 3. С. 58–59.

REFERENCES

1. Legrain P., Aebersold R., Archakov A. et al. The Human Proteome Project: Current State and Future Direction. *Molecular & Cellular Proteomics*. MCP [Electronic resource] 2011; Available at: doi:10.1074/mcp.M111.009993

2. Nanjappa V., Thomas J., Marimuthu A. et al. Plasma Proteome Database as a resource for proteomics research. *Nucleic Acids Research* 2014; 42: 959-965.

3. Schwenk J., Omenn G., Sun Z. et al. The Human Plasma Proteome Draft of 2017: Building on the Human Plasma Peptide Atlas from Mass Spectrometry and Complementary Assays. *Journal of Proteome Research* 2017; 16 (12): 4299-4310.

4. Davis M., Dunn A. Dynamic light scattering Monte Carlo: a method for simulating time-varying dynamics for ordered motion in heterogeneous media. *Optics Express* 2015; 23 (13): 17145–17155.

5. Stetefeld J., McKenna S., Patel T. Dynamic light scattering: a practical

guide and applications in biomedical sciences. *Biophysical Reviews* 2016; 8 (4): 409-427.

6. Hiroi T., Shibayama M. Measurement of Particle Size Distribution in Turbid Solutions by Dynamic Light Scattering Microscopy. *Journal of Visualized Experiments* [Electronic resource] 2017; Available at: <http://doi.org/10.3791/54885>.

7. Bzhora Yu.I., Noskin L.A. Lazernaya korrelyatsionnaya spektroskopiya v meditsine [Laser correlation spectroscopy in medicine]. Odessa, Druk, 2002, 400 p.

8. Sorokman T.V., Popelyuk N.A., Ostapchuk V.G. Critical periods of development of the immune system in children and adolescents. *Pershyi Nezalezhnyy Naukovyy Visnyk* 2015; 5: 24-27.

9. Bzhora Yu.I., Komlevoy O.M., Chernyavskyy V.G. Diagnosing pneumonia by analyzing changes in the subfractional composition of the condensate moisture of exhaled air. *Odesskiy Meditsynskiy Zhurnal* 2014; 1: 63-65.

10. Soboleva K.B. Diagnostichna tsinnist zmin lazerno-korelyatsiynikh spektriv u ditey pri bronkhialniy astmi [Diagnostic value of changes in dynamic light scattering in children with bronchial asthma] *Actual Problems of Modern Medicine: Bulletin of the Ukrainian Medical Stomatological Academy* 2007; 4: 150-152.

11. Kovalenko N.B. Possibilities of the method of laser correlation spectroscopy in the diagnosis of perinatal pneumonia. *Perinatologiya i pediatriya* 2000; 3: 58-59.

Надійшла до редакції 20.06.2018

Рецензент д-р мед. наук,
проф. Л. С. Годлевський,
дата рецензії 11.09.2018

