

УДК 616.248:615.383-053

В.М. Дудник, В.М. Жмурчук

Оцінка рівня залізовмісних білків та їх рецепторів у сироватці крові дітей, хворих на бронхіальну астму, залежно від показників функції зовнішнього дихання

Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова, Україна

Ukrainian Journal of Perinatology and Pediatrics. 2019.3(79):15-19; doi 10.15574/PP.2019.79.15

For citation: Dudnyk VM, Zhmurchuk VM. (2019). Evaluation of the level of reduced proteins and their receptors in the blood serum in children with bronchial asthma, depending on indicators of the external respiratory function. Ukrainian Journal of Perinatology and Pediatrics. 3 (79): 15-19. doi 10.15574/PP.2019.79.15

Мета — оцінити рівень залізовмісних білків та їх рецепторів у сироватці крові дітей, хворих на бронхіальну астму (БА), залежно від показника функції зовнішнього дихання.

Пацієнти та методи. Відповідно до поставленої мети обстежено 227 дітей, хворих на БА, віком від 6 до 17 років. В усіх обстежених визначено кількість заліза в сироватці крові, загальну залізов'язуючу здатність, латентну залізов'язуючу здатність, коефіцієнт насичення трансферину (КНТ) залізом, рівень феритину, вміст розчинних рецепторів до трансферину (sTfR), індекс sTfR/log феритин (>1,5 — латентний дефіцит заліза). Функцію зовнішнього дихання (об'єм форсованого видиху за секунду — ОФВ₁) досліджено методом спірографії на апараті Spirolab III.

Результати. Проведеним дослідженням визначено, що мікроцитоз у дітей, хворих на БА, із тяжким ступенем обструкції дихальних шляхів зустрічався на 53,76% частіше, ніж у пацієнтів із нормоцитозом. За отриманими даними, показники ферокінетики в обстежених дітей, хворих на БА, залежали від ступеня обструкції дихальних шляхів. Так, КНТ залізом був нижчим порівняно зі здоровими: у групі дітей із показником ОФВ₁ ≥80% — на 10,4%; у групі дітей із показником ОФВ₁ 65–80% — на 18,48%; у групі дітей із показником ОФВ₁ 50–65% — на 24,79%, у групі дітей із показником ОФВ₁ <50% — на 28,59%.

Висновки. У дітей, хворих на БА, із тяжким і середнім ступенем обструкції дихальних шляхів (за показником ОФВ₁) дефіцит заліза зустрічався в 10,1 та 5,02 рази частіше, ніж у пацієнтів із показником ОФВ₁ ≥80%. Серед показників обміну заліза найбільш суттєвими були зміни КНТ залізом, що вказують на значний позитивний зв'язок між КНТ залізом і ОФВ₁ ($r_{xy}=0,621$ ($p=0,026$)), а також на помірний зв'язок із піковою об'ємною швидкістю видиху ($r_{xy}=0,422$ ($p=0,033$)). Також встановлено позитивний зв'язок між рівнем феритину і показником ОФВ₁ ($r_{xy}=0,258$ ($p=0,024$)).

Дослідження виконані відповідно до принципів Гельсінської Декларації. Протокол дослідження ухвалений Локальним етичним комітетом (ЛЕК) зазначеної у роботі установи. На проведення досліджень отримано поінформовану згоду хворих та їхніх батьків.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Ключові слова: бронхіальна астма, діти, залізовмісні білки, функція зовнішнього дихання.

Evaluation of the level of reduced proteins and their receptors in the blood serum in children with bronchial asthma, depending on indicators of the external respiratory function

V.M. Dudnyk, V.M. Zhmurchuk

National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine

Purpose — evaluate the level of iron-containing proteins and their receptors in blood serum of children with bronchial asthma, depending on the indicator of the function of external respiration.

Patients and methods. In accordance with the goal, we examined 227 children aged 6 to 17 years old with bronchial asthma. The total number of iron in serum, total iron binding capacity, latent iron binding ability, saturation coefficient of transferrin, level of ferritin, content of soluble receptors to transferrin (sTfR), sTfR/log index Ferritin (>1.5 — latent iron deficiency). The function of external respiration (FEV₁) investigated by spirometry on the Spirolab III.

Results. The conducted study determined that microcytosis in children with asthma, with severe degree of airway obstruction, was 53.76% more frequent than in patients with normal cytolysis. According to our data, the indicators of ferrokinetics in the examined children with asthma depended on the degree of obstruction of the respiratory tract. Thus, in the group of children with an FEV₁ index of ≥80%, the saturation rate of transferrin by iron was 10.4% lower; in the group of children with an indicator of FEV₁ 65–80% by 18.48% lower; in the group of children with FEV₁ 50–65% by 24.79% lower and in the group with FEV₁ less than 50%, the saturation rate of transferrin by iron was 28.59% lower in relation to healthy children.

Conclusions. In children with asthma, with severe and moderate degrees of airway obstruction (according to the FEV₁), iron deficiency was found to be 10.1 and 5.02 times higher than in patients with an FEV₁ of 80% or more. Among the indices of iron metabolism, the most significant changes were the change in the saturation coefficient of transferrin by iron, which confirms the presence of a significant positive correlation between the coefficient of saturation of transferrin by iron and FEV₁ ($r_{xy}=0.621$ ($p=0.026$)) and moderate association with PEF ($r_{xy}=0.422$ ($P=0.033$)). There is also a positive correlation between levels of ferritin and the value of FEV₁ ($r_{xy}=0.258$ ($p=0.024$)).

The research was carried out in accordance with the principles of the Helsinki Declaration. The study protocol was approved by the Local Ethics Committee (LEC) participating institution. The informed consent of the patient was obtained for conducting the studies.

No conflict of interest were declared by the authors.

Key words: asthma, children, iron proteins, respiration function.

Оценка уровня железосодержащих белков и их рецепторов в сыворотке крови детей, больных бронхиальной астмой, в зависимости от показателей функции внешнего дыхания

В.М. Дудник, В.М. Жмурчук

Винницкий национальный медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Украина

Цель — оценить уровень железосодержащих белков и их рецепторов в сыворотке крови детей, больных бронхиальной астмой (БА), в зависимости от показателя функции внешнего дыхания.

Пациенты и методы. Согласно поставленной цели обследованы 227 детей, больных БА, в возрасте от 6 до 17 лет. У всех обследованных определено количество железа в сыворотке крови, общую железосвязывающую способность сыворотки, латентную железосвязывающую способность, коэффициент насыщения трансферина (КНТ) железом, уровень ферритина, содержание растворимых рецепторов трансферина (sTfR), индекс sTfR/log ферритин (>1,5 — латентный дефицит железа). Функция внешнего дыхания (объем форсированного выдоха в секунду — ОФВ₁) исследована методом спирометрии на аппарате Spirolab III.

Результати. Проведеним дослідженням встановлено, що мікроцитоз у дітей, больных БА, с тяжолою степенню обструкції дихательних путей вступав на 53,76% чаще, чем у пацієнтів с нормоцитозом. По отриманим даним, показателі феррокінетики у обстежених дітей, больных БА, зависели от степені обструкції дихательних путей. Так, КНТ был ниже по отношению к здоровым: в групі дітей с показателем ОФВ₁ $\geq 80\%$ — на 10,4%; в групі дітей с показателем ОФВ₁ 65–80% — на 18,48%; в групі дітей с показателем ОФВ₁ 50–65% — на 24,79%, в групі дітей с показателем ОФВ₁ $< 50\%$ — на 28,59%.

Висновки. У дітей, больных БА, с тяжолою і середней степенню обструкції дихательних путей (по показателю ОФВ₁) дефіцит заліза вступав в 10,1 раз і 5,02 раз чаще, чем у пацієнтів с показателем ОФВ₁ $\geq 80\%$. Среди показателів обмену заліза наиболее существенными были изменения КНТ железом, указывающие на значительную положительную связь между КНТ железом и ОФВ₁ ($r_{xy}=0,621$ ($p=0,026$)) и умеренную связь с пиковою объемной скоростью выдоха ($r_{xy}=0,422$ ($p=0,033$)). Также встановлена положительная связь между уровнем ферритина и показателем ОФВ₁ ($r_{xy}=0,258$ ($p=0,024$)).

Исследование было выполнено в соответствии с принципами Хельсинской Декларации. Протокол исследования одобрен Локальным этическим комитетом (ЛЭК) учреждения. На проведение исследований получено информированное согласие родителей детей.

Автори заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Ключевые слова: бронхиальная астма, дети, железосодержащие белки, функция внешнего дыхания.

Актуальність

Як відомо, одним із патогенетичних механізмів при БА є гіпоксія. При гіпоксії підвищується продукція фактора, індукованого гіпоксією (HIF), що пов'язано з підвищенням еритропоетичної активності і вмісту заліза в організмі [7]. Показано, що спостерігається поступове підвищення HIF, еритропоетину і еритропоетичної активності кісткового мозку, яке, своєю чергою, призводить до швидкої мобілізації запасів заліза із макрофагальних клітин і використання його для синтезу гемоглобіну [5].

Залежно від надходження заліза в організм клітини регулюють експресію генів феритину і рецепторів трансферину. За умови надлишку заліза синтез рецепторів трансферину знижується, а вироблення феритину підвищується. І навпаки, в разі нестачі заліза клітини експресують значну кількість рецепторів трансферину і знижують вміст феритину для збільшення абсорбції елемента і запобігання його переходу в запаси. Синтез апоферитину регулюється регуляторними білками цитоплазми (IRP-1 і IRP-2) і чутливим до заліза регуляторним елементом мРНК. За нестачі заліза в організмі спостерігається взаємодія залізорегуляторного елемента (IRE) із залізорегуляторним білком (IRP), що приводить до стимуляції експресії трансферинових рецепторів (TfR) в ентероциті і всмоктування заліза. У разі надлишку заліза блокується взаємодія IRE з IRP, не синтезується TfR, і залізо не потрапляє в ентероцит [1]. При цьому підвищення фактора високого заліза (HFE), який зв'язує TfR, перешкоджає взаємодії останнього з трансферином, не утворюється ендосома, таким чином, залізо не проникає в тканини [4, 6].

Залізовмісні молекули виконують такі основні функції: транспорт електронів (цитохроми, залізосеропротеїди), транспорт і депонування кисню (гемоглобін, міоглобін, гемеритрин); участь у формуванні активних центрів окисно-відновних ферментів (оксидаза, гідрок-

силаза, супероксиддисмутаза та ін.), транспорт і депонування заліза (трансферин, гемосидерин, феритин, сидерохроми). Роль заліза обумовлена його здатністю легко окислюватися й відновлюватися: феропротейни є безпосередніми учасниками процесів тканинного дихання, транспортують кисень і передають електрони. Здатність заліза легко ставати донором й акцептором електронів, перетворюючись із тривалентної форми (Fe³⁺) у двовалентну (Fe²⁺) і назад, робить його важливою складовою цитохромів, що зв'язують кисень. При цьому залізо є складовою клітинних ферментів гемоглобіну і міоглобіну, його дефіцит може погіршити дихальні функції та асоціювати розвиток астми [3].

Деякі автори зазначають, що динаміка показника насиченості трансферину залізом прямо корелює зі збільшенням рівня сироваткового заліза та з показником функції зовнішнього дихання, що відображає певний взаємозв'язок між станом системи антиоксидантного захисту, вмістом мікроелементів та показниками бронхіальної прохідності [2]. Дискусійним залишається питання взаємозв'язку залізовмісних білків і показників функції зовнішнього дихання при бронхіальній астмі (БА) в дітей.

Мета дослідження — оцінити рівень залізовмісних білків та їх рецепторів у сироватці крові дітей, хворих на БА, залежно від показника функції зовнішнього дихання.

Матеріали та методи дослідження

Відповідно до поставленої мети ми обстежили 227 дітей, хворих на БА, віком від 6 до 17 років. Середній вік обстежених хворих становив $9,87 \pm 0,22$ року. Діагноз БА встановлювали відповідно до МКХ 10-го перегляду і наказу МОЗ України з БА в дітей від 08.10.2013 № 868, а також рекомендацій Глобальної ініціативи з БА (GINA, 2018).

Оцінку контролю БА проводили з використанням АСТ-тесту (Астма Контроль Тест, Quality Metric Incorporated, 2002).

Роботу розпочинали після отримання згоди хворого та його батьків на участь у дослідженні з дотриманням положень Конвенції ООН про права дитини. Матеріали дослідження не суперечили Міжнародному кодексу медичної етики (1983) і законам України, відповідали основним біоетичним нормам Гельсінської декларації, прийнятої Генеральною асамблеєю Всесвітньої медичної асоціації, Конвенції Ради Європи про права людини та біомедицину (1977).

Під час клінічного дослідження крові визначали кількість гемоглобіну за Салі, проводили підрахунок еритроцитів, досліджували їх морфологію, швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ) за Панченковим. При залізодефіцитній анемії в аналізах периферичної крові ще до зниження показників гемоглобіну і числа еритроцитів з'являлися ознаки анізоцитозу (які виявлялися морфологічно або реєструвалися по збільшенню RDW (redcell distribution width) – показника ширини розподілу еритроцитів $\geq 14,5\%$) за рахунок мікроцитозу (зниження показника MCV (mean cell volume) – середнього об'єму еритроцитів < 80 фл). Потім виявлялося зниження показника MCH (mean cell hemoglobin) – середнього вмісту гемоглобіну – < 27 пг. Аналіз морфометричних параметрів червоних клітин периферичної крові (MCV, MCH, MCHC, RBC, RDW, HCT (гематокрит)) проводили за допомогою гематологічного аналізатора Gobas Micros 18. Морфологічне дослідження лейкоцитів із підрахунком лейкоцитарної формули, тромбоцитів проводили загально визначеними методами. Результати гемограм хворих на БА порівнювали з результатами дослідження показників периферичної крові у 40 практично здорових однолітків.

Кількість заліза в сироватці крові визначали колориметричним методом за реакцією з ферозином із використанням набору реактивів «Железо» (REF № HP012.01, ТОВ-НВП

«Філісіт-Діагностика», Україна) відповідно до інструкції фірми-виробника. Загальну залізов'язуючу здатність (ЗЗЗЗ) визначали після насичення трансферину сироватки іонами Fe^{3+} за допомогою ферозину. Для насичення трансферину сироватку обробляли надлишковою кількістю іонів Fe^{3+} , від незв'язаних іонів заліза розчин звільняли за допомогою іонів магнію. Концентрацію заліза в насиченій сироватці визначали за реакцією з ферозином. Латентну залізов'язуючу здатність (ЛЗЗЗ) або ненасичену залізов'язуючу здатність (НЗЗЗ) визначали як різницю між ЗЗЗЗ і рівнем заліза в сироватці крові ($ЛЗЗЗ = ЗЗЗЗ - ЗС$). Коефіцієнт насичення трансферину (КНТ) залізом визначали за формулою: $КНТ = ЗС * 100 / ЗЗЗЗ \%$. Рівень феритину в сироватці крові визначали імуноферментним методом (ELISA) за набором Ferritin (ORGENTEC Diagnostika, Німеччина) відповідно до інструкції фірми-виробника. Вміст розчинних рецепторів до трансферину (sTfR) у сироватці крові визначали імуноферментним методом (ELISA) з використанням стандартного набору Human sTfR ELISA (BioVendor, Німеччина) відповідно до інструкції фірми-виробника. Розраховували індекс sTfR/log феритин ($> 1,5$ – латентний дефіцит заліза). Функцію зовнішнього дихання досліджували методом спірографії на апараті Spirolab III. Тип порушень зовнішнього дихання оцінювали на підставі показників життєвої ємності легень (ЖЄЛ), форсованої ЖЄЛ (ФЖЄЛ), об'єму форсованого видиху за 1-шу секунду (ОФВ₁) та індексу Тіффно (ІТ).

Результати дослідження та їх обговорення

У результаті оцінки даних спірометрії пацієнтів, хворих на БА, встановили достовірну ($p \leq 0,001$) різницю у значеннях основних показників функції зовнішнього дихання (ФЖЄЛ, ОФВ₁, ІТ, пікова об'ємна швидкість видиху (ПОШВ)) між здоровими дітьми та хворими на БА. Так, показник ОФВ₁ у групі дітей, хворих на БА, становив $75,55 \pm 0,44\%$, а в групі практич-

Таблиця 1
Частота виявлення дефіциту заліза в дітей, хворих на бронхіальну астму, залежно від показника ОФВ₁ (%)

| Показник ОФВ ₁ | Діти, хворі на бронхіальну астму | | |
|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| | нормальний вміст заліза, n=57 | латентний дефіцит заліза, n=70 | дефіцит заліза, n=17 |
| $\geq 80\%$ | $36,84 \pm 2,05$ | $5,71 \pm 0,97$ | $5,88 \pm 0,98$ |
| 65–80% | $29,82 \pm 1,95$ | $14,29 \pm 1,28$ | $11,76 \pm 1,27$ |
| 50–65% | $17,54 \pm 1,67^*$ | $34,29 \pm 1,95^*$ | $29,41 \pm 1,95^*$ |
| $< 50\%$ | $15,79 \pm 1,31^*$ | $45,71 \pm 2,34^*$ | $58,82 \pm 2,68^*$ |

Примітка: * – $p < 0,05$ відносно пацієнтів із показником ОФВ₁ $\geq 80\%$.

Таблиця 2

Розподіл дітей, хворих на бронхіальну астму, залежно від показника ОФВ₁ і розміру еритроцитів (%)

| Показник ОФВ ₁ | Розмір еритроцитів | |
|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| | нормоцитоз, MCV 80–100 фл | мікроцитоз, MCV <80 фл |
| ≥80% | 10,34±0,35* | 7,07±0,71 |
| 65–80% | 17,24±0,83 | 12,39±0,17 |
| 50–65% | 48,27±1,35* | 28,32±1,11 |
| <50% | 24,14±1,07* | 52,21±1,08 |

Примітка: * – p<0,05 відносно пацієнтів із мікроцитозом.

но здорових – 96,46±0,38%; ПОШВ – відповідно 66,47±0,69% і 86,15±0,37%.

За отриманими даними, нормальний вміст сироваткового заліза зустрічався рідше порівняно з пацієнтами з показником ОФВ₁ ≥80%: у групі дітей, хворих на БА, з показником ОФВ₁ <50% – у 2,33 рази; у групі дітей з показником ОФВ₁ 50–65% – у 2,1 рази. Латентний дефіцит заліза зустрічався частіше порівняно з пацієнтами з показником ОФВ₁ ≥80%: у групі дітей, хворих на БА, з показником ОФВ₁ <50% – у 8 разів; у групі дітей із показником ОФВ₁ 50–65% – у 6 разів (табл. 1).

Під час порівняння показника ОФВ₁ залежно від значення MCV встановлено, що у пацієнтів із показником ОФВ₁ <50% мікроцитоз зустрічався у 52,21±1,08% випадків, а нормоцитоз – у 24,14±1,07%. Щодо дітей, хворих на БА, із показником ОФВ₁ ≥80% і нормоцитозом, то кількість таких пацієнтів становила 10,34±0,35% порівняно з тими, у кого виявлявся мікроцитоз (7,07±0,71%), (табл. 2).

Рівень сироваткового заліза був нижчим порівняно зі здоровими: у групі дітей із показником ОФВ₁ 65–80% – на 18,03%; у групі дітей із показником ОФВ₁ 50–65% – на 35,51%; у групі дітей із показником ОФВ₁ <50% – на 38,29%. ЗЗЗЗ сироватки була вищою порівняно зі здоровими: у групі дітей із показником ОФВ₁ 65–80% – на 15%; у групі дітей із показником ОФВ₁ 50–65% – на 21,87%; у групі дітей із показником ОФВ₁ <50% – на 27,63%. ЛЗЗЗ сироватки була вищою порівняно зі здоровими

дітьми: у групі дітей із показником ОФВ₁ 65–80% – на 15,85%; у групі дітей із показником ОФВ₁ 50–65% – на 28,04%; у групі дітей із показником ОФВ₁ <50% – на 36,97% (табл. 3).

За отриманими даними, показники ферокінезики в обстежених дітей, хворих на БА, залежали від ступеня обструкції дихальних шляхів. Так, КНТ залізом був нижчим порівняно зі здоровими: у групі дітей із показником ОФВ₁ ≥80% – на 10,4%; у групі дітей із показником ОФВ₁ 65–80% – на 18,48%; у групі дітей із показником ОФВ₁ 50–65% – на 24,79%; у групі дітей із показником ОФВ₁ <50% – на 28,59%. Рівень феритину був вищим порівняно зі здоровими: у групі дітей із показником ОФВ₁ ≥80% – на 20,12%; у групі дітей із показником ОФВ₁ 65–80% – на 12,85%; у групі дітей із показником ОФВ₁ 50–65% – на 10,36%; у групі дітей із показником ОФВ₁ <50% – на 6,82%. Вміст sTfR був вищим порівняно зі здоровими: у групі дітей із показником ОФВ₁ 65–80% – на 15,9%; у групі дітей із показником ОФВ₁ 50–65% – на 35,61%; у групі дітей із показником ОФВ₁ <50% – на 41,88%. Відношення sTfR до феритину було вищим порівняно зі здоровими: у групі дітей із показником ОФВ₁ 65–80% – на 48,59%; у групі дітей із показником ОФВ₁ 50–65% – на 57,19%; у групі дітей із показником ОФВ₁ <50% – на 61,67% (табл. 4).

У результаті вивчення взаємозв'язку між показниками обміну заліза та функції зовнішнього дихання виявлено в дітей, хворих на БА, позитивний середньої сили

Таблиця 3

Зіставлення рівнів сироваткового заліза, загальної та латентної залізовв'язуючої здатності в дітей, хворих на бронхіальну астму, залежно від показника ОФВ₁

| Показник ОФВ ₁ | Залізо, мкмоль/л | Загальна залізовв'язуюча здатність, мкмоль/л | Латентна залізовв'язуюча здатність, мкмоль/л |
|---------------------------|------------------|--|--|
| ≥80% | 14,93±0,92 | 62,37±0,98 | 46,37±0,95 |
| 65–80% | 12,95±0,71* | 69,30±0,82* | 51,22±0,57* |
| 50–65% | 10,82±0,58* | 75,39±0,27* | 59,90±0,67* |
| <50% | 9,75±0,31** | 81,38±0,66** | 68,39±0,47** |
| Здорові діти, n=40 | 15,8±0,40 | 58,9±0,89 | 43,1±0,77 |

Примітки: * – p<0,05 відносно групи практично здорових дітей; ** – p<0,05 відносно пацієнтів з іншими показниками ОФВ₁.

Таблиця 4

Зіставлення показників ферокінетики в дітей, хворих на бронхіальну астму, залежно від ступеня обструкції дихальних шляхів

| Показник ОФВ ₁ | Коефіцієнт насичення трансферину залізом, % | Феритин, мкг/л | Рецептори трансферину, мг/л | Рецептори трансферину/феритин, мг/мг |
|---------------------------|---|----------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| ≥80% | 24,28±0,95* | 28,35±0,96* | 1,93±0,04 | 1,92±0,13 |
| 65–80% | 22,09±0,54* | 27,08±0,91* | 2,13±0,09* | 2,49±0,15* |
| 50–65% | 20,38±0,36* | 26,33±0,17* | 2,78±0,21* | 2,99±0,22* |
| <50% | 19,35±0,59** | 25,33±0,56* | 3,08±0,1** | 3,34±0,36** |
| Здорові діти, n=40 | 27,1±0,90 | 23,6±1,69 | 1,79±0,10 | 1,28±0,14 |

Примітки: * – $p < 0,05$ відносно групи практично здорових дітей; ** – $p < 0,05$ відносно пацієнтів із показниками ОФВ₁ ≥80%.

зв'язок між рівнем сироваткового заліза та показником ОФВ₁ ($r_{xy}=0,356$ ($p=0,031$)) і ПОШВ ($r_{xy}=0,429$ ($p=0,042$)). Також встановлено слабкий негативний зв'язок між ЗЗЗЗ сироватки та показником ОФВ₁ ($r_{xy}=-0,217$ ($p=0,038$)) і ПОШВ ($r_{xy}=-0,514$ ($p=0,046$)), а також слабкий негативний зв'язок між ЛЗЗЗ сироватки і показником ОФВ₁ ($r_{xy}=-0,112$ ($p=0,022$)).

Під час дослідження показників ферокінетики відмічено значний позитивний зв'язок між КНТ залізом і ОФВ₁ ($r_{xy}=0,621$ ($p=0,026$)), а також помірний зв'язок із ПОШВ ($r_{xy}=0,422$ ($p=0,033$)). Виявлено позитивний зв'язок між рівнем феритину і показником ОФВ₁ ($r_{xy}=0,258$ ($p=0,024$)). Також нами встановлено негативний зв'язок між відношенням sTfR до феритину та показником ОФВ₁ ($r_{xy}=-0,374$ ($p=0,036$)) і ПОШВ ($r_{xy}=-0,102$ ($p=0,04$)); а також сильний негативний зв'язок між рівнем sTfR і показником ОФВ₁.

Висновки

Проведеним дослідженням визначено, що мікроцитоз у дітей, хворих на БА, із тяжким ступенем обструкції дихальних шляхів зустрічався на 53,76% частіше, ніж у пацієнтів із нормоцитозом.

У дітей, хворих на БА, із тяжким і середнім ступенем обструкції дихальних шляхів (за показником ОФВ₁) дефіцит заліза зустрічався відповідно в 10,1 раза і 5,02 раза частіше, ніж у пацієнтів із показником ОФВ₁ ≥80%.

Серед показників обміну заліза найбільш суттєвими були зміни КНТ залізом, що підтвердили значний позитивний зв'язок між КНТ залізом і ОФВ₁ ($r_{xy}=0,621$ ($p=0,026$)), а також помірний зв'язок із ПОШВ ($r_{xy}=0,422$ ($p=0,033$)). Встановлено позитивний зв'язок між рівнем феритину і показником ОФВ₁ ($r_{xy}=0,258$ ($p=0,024$)).

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

References/Література

1. Bilovol OM. (2015). Vid metabolizmu zaliza — do pytan farmakologichnoi korektsii yoho defitsytu. *Liky Ukrainy*. 4 (190): 46–51. [Білово ОМ. (2015). Від метаболізму заліза — до питань фармакологічної корекції його дефіциту. *Ліки України*. 4 (190): 46–51].
2. Dvoretzkiy LI. (2014). Anemiya u bolnyih hronicheskoy obstruktivnoy boleznyu legkih: komorbidnost ili sistemnoe proyavlenie? *Pulmonologiya* 2: 5–11. [Дворецкий ЛИ. (2014). Анемия у больных хронической обструктивной болезнью легких: коморбидность или системное проявление? *Пульмонология*. 2: 5–11].
3. Fedortsiv OE, Vasylieva NA, Voloshyn SB. (2014). Funktsiia zovnishnoho dykhannia u ditei z bronkhialnoiu astmoiu. Aktualni pytannia pediatrii, akusherstva ta hinekolohii. 1. [Федорців ОЕ, Васильєва НА, Волошин СБ. (2014). Функція зовнішнього дихання у дітей з бронхіальною астмою. Актуальні питання педіатрії, акушерства та гінекології. 1].
4. Eissa SA, Mohammad AAE, Ibrahim SAE, Abd-Elgwad ER, Soliman NSAE. (2016). Iron deficiency anemia as a risk factor in childhood asthma. *Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis*. 65 (4): 733–737.
5. Elsayed WA, Essa E. (2017). Iron deficiency anemia, serum iron in children with bronchial asthma. *Zagazig University Medical Journal*. 23 (1).
6. Hale LP, Kant EP, Greer PK, Foster WM. (2012). Iron supplementation decreases severity of allergic inflammation in murine lung. *PLoS One*. 7 (9). e45667.
7. Madu AJ, Ughasoro MD. (2017). Anaemia of chronic disease: an in-depth review. *Medical Principles and Practice*. 26 (1): 1–9.

Відомості про авторів:

Дудник Вероніка Михайлівна — д.мед.н., проф., зав. каф. педіатрії №2 Вінницького НМУ імені М.І. Пирогова. Адреса: м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 108. <https://orcid.org/0000-0003-2164-8204>
Жмурчук Василь Миколайович — асистент каф. педіатрії №2 Вінницького НМУ імені М.І. Пирогова. Адреса: м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 108. <https://orcid.org/0000-0002-3668-0277>

Стаття надійшла до редакції 28.04.2019 р.; прийнята до друку 29.08.2019 р.