

УДК 616.1-031-053.2:616.98"2019"-08-039.57

Л.В. Квашніна, І.М. Матвієнко, Т.Б. Ігнатова, О.М. Кравченко

Серцево-судинні порушення в дітей, які перехворіли на інфекцію COVID-19 в амбулаторних умовах

ДУ «Інститут педіатрії, акушерства і гінекології імені академіка О.М. Лук'янової НАМН України», м. Київ

Modern Pediatrics. Ukraine. (2024). 4(140): 7-12. doi: 10.15574/SP.2024.140.7

For citation: Kvashnina LV, Matviyenko IN, Ignatova TB, Kravchenko OM. (2024). Cardiovascular disorders in children who had COVID-19 infection in outpatient settings. Modern Pediatrics. Ukraine. 4(140): 7-12. doi: 10.15574/SP.2024.140.7.**Мета** — дослідити стан серцево-судинної системи (ССС) у дітей після перенесеної інфекції SARS-CoV-2.**Матеріали та методи.** Групу дослідження становили 70 дітей віком 7–14 років без хронічної патології, які мали безсимптомний, легкий або помірний перебіг інфекції COVID-19 з лабораторним підтвердженням перенесеного захворювання. Групу порівняння становили 30 дітей аналогічного віку, які не хворіли. Стан ССС оцінено шляхом проведення електрокардіографії (ЕКГ) у стані спокою та після фізичного навантаження. Структурні аномалії та порушення функції ССС досліджено шляхом проведення ехокардіографії (ЕхоКГ). Статистичну обробку одержаних даних виконано за допомогою прикладного пакету програм «Statistica 10.0 for Windows» методом варіаційної статистики.**Результати.** У 38,6% (27 дітей) виявлено порушення серцевого ритму, функції провідності та збудливості, у 11,4% (8 дітей) — погіршення процесів реполяризації у вигляді метаболічних порушень. Більш ніж у половини дітей відзначено поєднання визначених розладів. За результатами оцінювання реакції ССС на навантаження у 42,8% (30 дітей) зафіксовано гіпоергічну реакцію у вигляді збільшення частоти серцевих скорочень (ЧСС) у межах 0–19%, що свідчить про недостатність реакції ССС на фізичне навантаження; у 24,3% (17 дітей) — гіперергічну реакцію у вигляді збільшення ЧСС на 40–80%, а лише у 32,9% (23 дитини) — нормальну реакцію ССС на фізичне навантаження зі збільшенням ЧСС на 20–30%. У групі порівняння нормальну реакцію виявлено у 70,0% (21 дитина), гіпоергічний тип реагування ССС — у 20,0% (6 дітей), гіперергічний — у 10,0% (3 дитини).**Висновки.** Перенесена інфекція COVID-19 призводить до погіршення реакції ССС. У більшості пацієнтів дитячого віку ураження ССС після SARS-CoV-2 проявляються у вигляді субклінічних змін, виявлених під час інструментальних досліджень. Застосування таких неінвазивних методів, як ЕКГ і ЕхоКГ, дає змогу діагностувати ураження ССС, а також виявити ті зміни з боку ССС, які можуть мати важливе прогностичне значення щодо несприятливого перебігу захворювання в дітей, які перенесли інфекцію SARS-CoV-2. У зв'язку з цим у практику педіатра та лікаря загальної практики — сімейної медицини слід ввести обов'язкове проведення ЕКГ у дітей до та після проби навантаження для раннього виявлення порушень ССС. За потреби, доцільно призначати ЕхоКГ і холтерівське моніторування артеріального тиску й ЕКГ.

Дослідження виконано згідно з принципами Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом інституту. На проведення досліджень отримано інформовану згоду батьків дітей.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Ключові слова: діти, серцево-судинна система, COVID-19, порушення серцевого ритму, порушення серцевої провідності.

Cardiovascular disorders in children who had COVID-19 infection in outpatient settings

L.V. Kvashnina, I.N. Matviyenko, T.B. Ignatova, O.M. Kravchenko

SI «Institute of Paediatric, Obstetrics and Gynecology named after academician O.M. Lukyanova NAMS of Ukraine», Kyiv

Aim — to study the state of the cardiovascular system (CVS) in children after SARS-CoV-2 infection.**Materials and methods.** The study group was completed by 70 children of 7–14 years old without chronic pathology who were asymptomatic, mild or moderate in the course of COVID-19 infection and who had laboratory confirmation of the disease. The comparison group consisted of 30 children aged 7–14 years who had no COVID-19 infection. The state of the CVS was assessed by electrocardiography (ECG) at the rest and after exercise. Structural abnormalities and cardiovascular dysfunction were assessed by echocardiography (EchoCG). Statistical processing of the obtained data was performed with the application package «Statistica 10.0 for Windows» by the method of variation statistics.**Results.** Heart rhythm (HR), conductivity and excitability functions disorders were detected in 38.6% (27 children). Heart deterioration of repolarization processes (as the metabolic disorders) was noted in 11.4% (8 children). More than half of the children had a combination of these disorders. The results of the assessment of the CVS response to exercise revealed a hypoergic reaction in 42.8% (30 children) in the form of an increasing of HR in the range of 0–19%, which indicates an insufficient response of the CVS to exercise. In 24.3% (17 children) was noted hyperergic reaction in the form of an increasing heart rate by 40–80%. And only 32.9% (23 children) had a normal reaction of the CVS to physical activity with an increasing heart rate by 20–30%. In the comparison group, the following was noted: normal reaction in 70.0% (21 children), hypoergic type of CVS reaction in 20.0% (6 children) and hyperergic type in 10.0% (3 children).**Conclusions.** The COVID-19 infection leads to a deterioration in the CVS response. In the majority of pediatric patients, cardiovascular lesions after SARS-CoV-2 manifest as subclinical changes that are detected during instrumental investigations. The use of non-invasive methods such as ECG and EchoCG help to diagnose cardiovascular lesions, as well as to identify changes in the CVS that may have important prognostic significance for the unfavorable course of the disease in children with SARS-CoV-2 infection. In this regard, it is necessary to introduce mandatory ECG in children before and after exercise testing for early detection of cardiovascular disorders in the practice of pediatricians and general practitioners. If necessary, the use of EchoCG and Holter monitoring of blood pressure and ECG is justified.

The research was carried out in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. Informed consent of the child and child's parents was obtained for the research.

The authors declare no conflict of interest.

Keywords: children, cardiovascular system, COVID-19 infection, heart rhythm disorders, cardiac conduction disorders.

Вступ

Доведено, що неінфекційні захворювання, до яких належить ураження серцево-судинної системи (ССС), забирають щорічно щонайменше життя 400 тис. українців (за даними Круглого столу Верховної Ради України від 10 червня 2019 року). Такі захворювання і стани, як коронавірусна інфекція, стреси, погіршення соціально-економічного рівня, низький рівень безпеки існування, підвищують ризик зростання частоти розвитку та погіршення перебігу неінфекційних захворювань.

За даними літератури, близько 10–15% дітей, які перехворіли COVID-19, мають тривалі клінічні симптоми незалежно від початкової тяжкості перебігу захворювання [16]. У 2021 р. науковою спільнотою запропоновано термін «Long-COVID», визначений як «сукупність симптомів, що розвиваються під час і після підтвердженого або ймовірного випадку COVID-19 і тривають більше 28 діб». Додатково наголошено, що відсутність антитіл до SARS-CoV-2 не може бути індикатором відсутності цього стану [4]. Тоді ж групою експертів остаточно визначено термін «Post-COVID» (що фактично є синонімом терміну «Long-COVID») як «стан, що розвивається в осіб з анамнезом ймовірної або підтвердженої інфекції, яка спричинена SARS-CoV-2 зазвичай протягом 3 міс. з моменту дебюту COVID-19 та характеризується наявністю симптомів протягом не менш як 2 міс. та неможливістю їх пояснення альтернативним діагнозом» [18].

Наразі відомо понад 200 симптомів, пов'язаних із Long-COVID. Вони відображають ураження дихальної, ССС, нервової, репродуктивної, сечовидільної, опорно-рухової, травної, імунної (у т. ч. автоімунні захворювання) систем, органа зору, ЛОР-органів, шкіри, розлади психіки, а також такі загальні прояви, як слабкість, втомлюваність тощо. За даними тривалих когортних досліджень, найчастішими (>85% респондентів) є ураження ССС, нервової, дихальної систем, опорно-рухового апарату, шлунково-кишкові розлади та психічні порушення, такі як когнітивна дисфункція, сенсомоторні та емоційні розлади. Найбільш виснажливими симптомами є втомлюваність, порушення дихання та когнітивна дисфункція стану [5]. Через 12 міс. після інфікування найчастіше визначається близько 60 симптомів, пов'язаних із порушенням функції органів і систем, вказаних вище.

Слід зазначити, що порушення з боку ССС є досить поширеними ускладненнями в загальній популяції дітей і під впливом коронавірусної інфекції можуть посилюватися. Варто звернути увагу, що близько 30% дітей мають підвищені рівні артеріального тиску (понад 95%), що разом з іншими факторами підвищує ризик розвитку в них метаболічного синдрому в майбутньому і обумовлює необхідність проведення регулярних обстежень. Порушення з боку серця достатньо добре діагностуються за допомогою електрокардіографії (ЕКГ) та ехокардіографії (ЕхоКГ), а в деяких випадках доцільними є магнітно-резонансна (МРТ) або комп'ютерна (КТ) томографія [6]. Зміни в серцевій діяльності після COVID-19, виявлені за допомогою ЕКГ, свідчать про синусову тахіаритмію, інверсію Т-зубця, аномалію ST-сегмента; відхилення вправо верхівки серця; подовження скорегованого QT-інтервалу; різноманітні аритмії і порушення провідності, навіть зупинку серця [2,11]. Додатково до тахікардії в підлітків може розвинути брадикардія [6]. До речі, у настанові АНА Statement (American Heart Association Statement) від 2022 року наголошено, що порушення ритму серця в більшості випадків є станом, який не потребує будь-якого медикаментозного лікування і з часом зникає самостійно.

На ЕхоКГ виявлено певні серйозні структурні та функціональні аномалії, такі як: дисфункція шлуночків; дисфункція клапанного апарату; дилатації, аневризми та екстазії коронарних артерій; дилатація камер серця та перикардіальний випіт. Отже, найпоширенішими діагностичними знахідками, за даними ЕхоКГ, є дисфункція міокарда, частота виявлення якої, за даними різних авторів, становить 30–100% випадків. Різноманітні аномалії коронарних судин виявляються в 9–75% випадків дітей, які перехворіли на MIS-синдром [3,15,17].

За даними більшості професійних спільнот, ЕхоКГ є основним інструментальним методом дослідження для визначення різних структурних або клапанних аномалій серця з оцінюванням їхніх функцій [7]. Однак чутливість ЕКГ та ЕхоКГ у діагностуванні міокардіальних розладів унаслідок COVID-19 є достовірно нижчою, ніж МРТ: дослідження свідчать, що лонгітудинальна деформація лівого шлуночка, виявлена за даними МРТ, корелює з набряком міокарда [7].

Ретроспективне дослідження [14], проведене на базі Національного медичного універси-

тету імені О.О. Богомольця в когорті 195 дітей віком 15–18 років, які перенесли COVID-19 і пройшли дослідження серцевої діяльності за допомогою ЕКГ та ЕхоКГ, виявило, що найпоширенішими змінами з боку серця були порушення ритму серця (синусова тахікардія – 20,8%, брадикардія – 11,9%, синусова аритмія – 7,9%), порушення шлуночкової провідності (25,7%), відхилення електричної осі серця (10,9%) і реполяризаційні порушення (31,7%). За результатами ЕхоКГ дослідники виявили структурні порушення у вигляді гіпертрофії міокарда у 3,1%, дилатації камер серця – у 2,0%, перикардальний випіт – у 9,2%, а також зниження скорочувальної функції лівого шлуночка – у 4,1% хворих, зниження серцевого викиду – у 28,6%, підвищення загального периферичного опору – у 41,8% пацієнтів [14]. Слід зазначити, що такі порушення виявлені в дітей, які перебували на стаціонарному лікуванні.

Мета дослідження – проаналізувати стан ССС у дітей після перенесеної інфекції SARS-CoV-2.

Тип дослідження: обсерваційне.

Критерії залучення: діти віком 7–14 років без хронічної патології, які мали легкий або помірний перебіг інфекції COVID-19, лабораторне підтвердження перенесеного захворювання (позитивний тест полімеразно-ланцюгової реакції (ПЛР) або позитивні IgG/IgM через 3–4 місяці після перенесеної інфекції SARS-CoV-2) і спостерігалися в амбулаторних умовах. Групу порівняння становили діти аналогічного віку, які не хворіли на COVID-19 і не мали хронічної патології.

Матеріали та методи дослідження

Дослідження проведено під час амбулаторного спостереження дітей віком 7–14 років: 70 дітей, які перехворіли на COVID-19 (основна група); 30 дітей, які не хворіли на COVID-19 (група порівняння).

Стан ССС дітей оцінено шляхом проведення ЕКГ у стані спокою та після фізичного навантаження. Тест на толерантність до фізичних навантажень, що відповідає можливостям дитини, передбачає 30 присідань протягом 60 с. Тест на толерантність проведено під наглядом лікаря-педіатра, а відмову виконання оцінено як перенавантаження. Після фізичного навантаження фіксували появу будь-яких клінічних симптомів, які не реєструвалися до проведення проби, а також наявність змін на ЕКГ. За нор-

мальну реакцію ССС на фізичне навантаження прийнято збільшення частоти серцевих скорочень (ЧСС) на 20–30% із поступовим поверненням до вихідних показників через 10 хвилин, а також відсутність патологічних змін на ЕКГ і появи клінічних симптомів [8–10,13,20]. Також усім дітям виконано ЕхоКГ на апараті «Mindrey DS80» за загальноприйнятою методологією.

Статистичну обробку одержаних даних проведено за допомогою прикладного пакету програм «Statistica 10.0 for Windows» методом варіаційної статистики. Для оцінювання достовірності різниць середніх величин розраховано t-критерій Стьюдента. Різницю між порівнювальними величинами прийнято достовірною за $p < 0,05$.

Дослідження виконано згідно з принципами Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об'єкта дослідження». Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом інституту. Усі дослідження у хворих проведено за згодою хворих дітей і/або їхніх батьків.

Результати дослідження та їх обговорення

За результатами ЕКГ у стані спокою в обстежених дітей основної групи виявлено різноманітні порушення (табл.): брадикардію (17,1%), брадиаритмію (20,0%), міграцію водія ритму передсерддями (8,6%), тахікардію (5,7%), надшлуночкову екстрасистолію (5,7%), синдром скороченого PQ (5,7%), синдром ранньої реполяризації шлуночків (7,1%), помірні порушення процесів реполяризації обмінного характеру (7,1%), ЕКГ-ознаки виразної ваготонії (8,6%). У більше ніж половини дітей основної групи зафіксовано поєднання цих симптомів.

У групі порівняння за даними ЕКГ встановлено: брадиаритмію (16,7%), міграцію водія ритму передсерддями (10,0%), синдром ранньої реполяризації шлуночків (10,0%), ЕКГ-ознаки ваготонії (10,0%).

Під час порівняння результатів обстеження в цих двох групах дітей визначено розбіжності. Такі прояви, як тахікардія, порушення процесів реполяризації обмінного характеру, ектопічний нижньопередсердний ритм, шлуночкова екстрасистолія та синдром Махейма, не відзначено в дітей групи порівняння.

На сьогодні вже достовірно відомо, що в людей, які перехворіли на COVID-19, спостеріга-

Таблиця

Порушення, виявлені на електрокардіографії у стані спокою та після навантаження, у досліджуваних дітей, %

Симптом	Основна група (n=70)		Група порівняння (n=30)	
	значення показника у стані спокою	після фізичного навантаження	значення показника у стані спокою	після фізичного навантаження
Брадикардія	17,1	5,7	16,7	10,0
Брадиаритмія	20,0	20,0	10,0	6,7
Тахікардія	5,7	15,7	0	0
Міграція водія ритму передсердям	8,6	8,6	10,0	0
Синдром скороченого PQ	5,7	8,6	6,7	10,0
Надшлуночкова екстрасистоля, поодинокі	5,7	58,6 (зі збільшенням частоти екстрасистол)	10,0	10,0
Синдром ранньої реполяризації шлуночків	5,7	5,7	10,0	10,0
Помірні порушення процесів реполяризації обмінного характеру	5,7	11,4	0	0
Ознаки вираженої ваготонії	8,6	21,4	10,0	6,7
Ектопічний нижньопередсердний ритм	0	2,9	0	0
Екстрасистоля шлуночкова	0	5,7 (поодинокі екстрасистолі)	0	0
Синдром Махейма	0	2,9	0	0
Не виявлено порушень	17,2	7,1	33,3	46,6

ються порушення толерантності до фізичного навантаження [8,12]. Результати наукового огляду свідчать, що COVID-19 достовірно знижує мобільність і фізичну активність та, навпаки, підвищує частоту малорухливого способу життя [8,12].

У дослідженні використано фізичне навантаження як фізіологічний стрес, що сприяє виявленню тих порушень із боку ССС, які не можна зареєструвати в дитини в стані спокою. Тобто застосовано навантаження для оцінювання адаптивних і резервних можливостей функції системи кровообігу дитини, а також для диференційного діагностування функціональних та органічних порушень ССС. Відомо, що після проведення проб із навантаженням зміни, виявлені в стані спокою, на ЕКГ не реєструються або їхня частота значно знижується. І тому відсоток дітей у групі порівняння після навантаження достовірно вищий.

В основній групі дітей після проведення проби з фізичним навантаженням у 15,7% зареєстровано синусову тахікардію, у 5,7% – синусову брадикардію, при цьому ритм серця в них відновлювався довше ніж за 10 хвилин (на 18–20-й хвилини). У 2,9% після фізичного навантаження відзначено ектопічний нижньопередсердний ритм, у такої самої кількості дітей зареєстровано прискорення проведення сину-

сового імпульсу у вигляді синдрому Махейма. Синдром Махейма – це синдром передчасного збудження шлуночків (синдром преекзитації шлуночків), що належить до групи електрофізіологічних феноменів, які характеризуються передчасною деполаризацією шлуночків, і як наслідок – їхнім передчасним скороченням. У 5,7% після фізичного навантаження з'явилися поодинокі шлуночкові екстрасистолі, тоді як кількість дітей із поодинокими надшлуночковими екстрасистолами значно зросла (5,7% і 58,6%, відповідно) зі збільшенням частоти екстрасистол.

Отже, у 88,2% дітей основної групи виявлено зміни серцевого ритму, функції провідності, збудливості та погіршення процесів реполяризації у вигляді метаболічних порушень.

У групі порівняння погіршення функціонального стану ССС після навантаження не відзначено, натомість виявлено адекватну адаптивну реакцію у вигляді зменшення частоти брадикардії і брадиаритмії та частоти реєстрації ознак вираженої ваготонії.

За результатами оцінювання реакції ССС на навантаження виявлено такі особливості в основній групі: у 42,8% відзначено гіпоергічну реакцію (збільшення ЧСС у межах 0–19%, що свідчить про недостатність реакції ССС на фізичне навантаження); у 24,3% – гіперергіч-

ну реакцію (збільшення ЧСС на 40–80% після фізичного навантаження), а лише в 32,9% — нормальну реакцію ССС (збільшення ЧСС на 20–30% після фізичного навантаження). Тоді як у групі порівняння нормальну реакцію виявлено у 70,0%, гіпоергічну — у 20,0%, гіперергічну — у 10,0% пацієнтів.

За даними ЕхоКГ у більшості дітей основної групи визначено малі аномалії розвитку серця: додаткову хорду в порожнині лівого шлуночка — у 71,3% дітей, пролапс передньої стулки мітрального клапана (МК) I ст. з мінімальною недостатністю I ст. — у 23,4% дітей, а недостатністю II ст. — в 1,0% дітей; подовження хордальних нитей передньої стулки МК — у 7,4% дітей; недостатність трикуспідального клапана (ТК) I ст. — у 5,3% дітей; недостатність легеневого клапана (ЛК) I–II ст. — у 2,1% дітей; недостатність аортального клапана (АК) I ст. — в 1,0% дітей. У 4,3% дітей шкільного віку виявлено функціонуюче відкрите овальне вікно, у 1,0% дітей — два мінімальні дефекти міжпередсердної перетинки без порушення гемодинаміки; аневризму міжпередсердної перетинки без дефекту і порушень гемодинаміки — у 2,9% дітей; функціональний двостулковий АК — в 1% дітей. Ущільнення стулок МК виявлено у 1,0% дітей.

У групі порівняння виявлено: додаткову хорду в порожнині лівого шлуночка — у 56,8% дітей, подовження хордальних нитей передньої стулки МК — у 6,8% дітей.

Для коригування виявлених порушень ССС у дітей рекомендовано комплекс препаратів, який довів свою ефективність на основі проведення багаторічних досліджень: а) «Кратал для дітей», розроблений ПАТ НВЦ «Борщагівський ХФЗ», (склад: 21,5 мг густого екстракту плодів глоду, 43,5 мг густого екстракту кропиви собачої та 433,5 мг таурину) по 1 таблетці тричі на добу за 20 хвилин до вживання їжі, б) «Квертин» по 40 мг двічі на добу за 30 хвилин до вживання їжі, в) «Смарт омега для дітей» (у складі — 285 мг риб'ячого жиру, який містить омега-3 поліненасичені жирні кислоти (ейкозапентаєнова — 18% (51,3 мг) і докозагексаєнова — 12,0% (34,2 мг)), вітамін А — 500 МО, вітамін С —

3,8 мг, вітамін D₃ — 120 МО) у дозах, що відповідають віковим категоріям. Курс лікування — 2 місяці. Враховуючи тривалість виявлених порушень, може виникати необхідність повторних курсів корекції через 2–3 місяці [8,10,11].

Вибір комплексу препаратів пов'язаний із різноманітними кардіопротекторними властивостями метаболічного впливу: стимуляція енергоутворення, протиоксидантна, протирадикальна активність, спрямовані на коригування наслідків пошкоджувальної дії тривалого оксидантного стресу та його наслідків.

Висновки

Перенесена інфекція COVID-19 призводить до погіршення реакції ССС, навіть якщо патологічний процес має легкий або помірний перебіг інфекції і дитина лікується в амбулаторних умовах. У більшості пацієнтів дитячого віку ураження ССС після SARS-CoV-2 проявляються у вигляді субклінічних змін, виявлених під час інструментальних досліджень.

У дітей основної групи віком 7–14 років відзначено певні порушення з боку ССС, розвиток яких можна пов'язати з перенесеною хворобою, зокрема, ектопічний нижньопередсердний ритм, шлуночкова екстрасистолія, синдром передчасного збудження шлуночків (синдром Махейма), посилення порушення обмінних процесів міокарда, порівняно з відсутністю таких порушень у дітей із групи порівняння.

Застосування таких неінвазивних методів, як ЕКГ і ЕхоКГ, дає змогу діагностувати ураження ССС, а також виявити ті зміни з боку ССС, які можуть мати важливе прогностичне значення щодо несприятливого перебігу захворювання у дітей, які перенесли інфекцію SARS-CoV-2.

У практику педіатра та лікаря загальної практики — сімейної медицини необхідно ввести дітям, які перенесли інфекцію COVID-19, обов'язкове проведення ЕКГ до та після проби з фізичним навантаженням і ЕхоКГ для раннього виявлення порушень ССС. За потреби, доцільно обґрунтувати проведення холтеровського моніторингу артеріального тиску й ЧСС.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES/ЛІТЕРАТУРА

- Ambrosino P, Molino A, Calcaterra I et al. (2021). Clinical assessment of endothelial function in convalescent covid-19 patients undergoing multidisciplinary pulmonary rehabilitation. *Biomedicines*. 9(6). <https://doi.org/10.3390/biomedicines9060614>.
- Ciccarelli GP, Bruzzese E, Asile G, Vassallo E, Pierri L, De Lucia V (2021). Bradycardia associated with Multisystem Inflammatory Syndrome in Children with COVID-19: A case series. *Eur. Heart J. Case Rep.* 14: ytab405. doi: 10.1093/ehjcr/ytab405.
- Das BB, Akam-Venkata J, Abdulkarim M, Hussain T. (2022). Parametric Mapping Cardiac Magnetic Resonance Imaging for the Diagnosis of Myocarditis in Children in the Era of COVID-19 and MIS-C. *Children*. 9: 1061. doi: 10.3390/children9071061.
- Davis HE, Assaf GS, McCorkell L, Wei H, Low RJ, Re'em Y et al. (2021). Characterizing long COVID in an international cohort: 7 months of symptoms and their impact. *EClinicalMedicine*. 38: 101019. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2021.101019>.
- Henderson LA, Canna SW, Friedman KG, Gorelik M, Lapidus SK, Bassiri H et al. (2021). American College of Rheumatology Clinical Guidance for Multisystem Inflammatory Syndrome in Children Associated With SARS-CoV-2 and Hyperinflammation in Pediatric COVID-19: Version 2. *Arthritis Rheumatol*. 73: e13-e29. doi: 10.1002/art.41616.
- Joshi K, Kaplan D, Bakar A, Jennings JF, Hayes DA, Mahajan S et al. (2020). Cardiac Dysfunction and Shock in Pediatric Patients with COVID-19. *JACC Case Rep.* 2: 1267-1270. doi: 10.1016/j.jaccas.2020.05.082.
- Kelle S, Bucciarelli-Ducci C, Judd RM, Kwong RY, Simonetti O, Plein S et al. (2020). Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) recommended CMR protocols for scanning patients with active or convalescent phase COVID-19 infection. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 22: 61. doi: 10.1186/s12968-020-00656.
- Kvashnina LV, Ihnatova TB. (2015). Profilaktyka porushen endotelialnoi dysfunktsii u ditei u period perekhodu vid zdorovia do syndromu vegetativnoi dysfunktsii. *Sovremennaya pediatriya*. 5(77): 16-24. [Квашніна ЛВ, Ігнатова ТБ. (2015). Профілактика порушень ендотеліальної дисфункції у дітей у період переходу від здоров'я до синдрому вегетативної дисфункції. *Современная педиатрия*. 5(77): 16-24.
- Kvashnina LV, Ihnatova TB. (2016). Stan endotelialnoi funktsii u zdorovykh ditei molodshoho shkilnoho viku za danymy biokhimichnoho metodu doslidzhennia. *Perynatologiya i pediatriya*. 4(68): 86-88. [Квашніна ЛВ, Ігнатова ТБ. (2016). Стан ендотеліальної функції у здорових дітей молодшого шкільного віку за даними біохімічного методу дослідження. *Перинатология и педиатрия*. 4(68): 86-88].
- Kvashnina LV, Ihnatova TB. (2015). Stan endotelialnoi funktsii u zdorovykh ditei molodshoho shkilnoho viku za danymy trypleksnoho ultrazvukovoho doslidzhennia. *Sovremennaya pediatriya* 8: 54-56. [Квашніна ЛВ, Ігнатова ТБ. (2015). Стан ендотеліальної функції у здорових дітей молодшого шкільного віку за даними триплексного ультразвукового дослідження. *Современная педиатрия*. 8: 54-56].
- Kvashnina LV, Mайдан ІС, Ігнатова ТБ. (2019). Timely correction of vegetative homeostasis disorders is the prevention of hypertension development among the children. *Sovremennaya pediatriya*. 1(97):102-110 [Квашніна ЛВ, Майдан ІС, Ігнатова ТБ. (2019). Своєчасна корекція порушень вегетативного гомеостазу - профілактика розвитку артеріальної гіпертензії у дітей. *Современная педиатрия*. 1(97): 102-110]. doi: 10.15574/SP.2019.97.102.
- Liu PP, Blet A, Smyth D, Li H. (2020). The Science Underlying COVID-19: Implications for the Cardiovascular System. *Circulation*. 142: 68-78. doi: 10.1161/CIRCULATION-AHA.120.047549.
- Mincer OP, Potyazgenko MM, Nevoyt GV. (2022). Korotky zapys variabelnosti rytmu serca v klinichnomu obstezhenny pacientiv. *Navchalny posibnik. Kiev-Poltava*: 151. [Мінцер ОП, Потяженко ММ, Невоїт ГВ. (2022). Короткий запис варіабельності ритму серця в клінічному обстеженні пацієнтів. *Навчальний посібник. Київ-Полтава*: 151].
- NAMN Ukrainy. (2019). Zvit pro NDR Instytutu pediatrii, akusherstva i hinekologii NAMN Ukrainy. 1: 1-57. [НАМН України. (2019). Звіт про НДР Інституту педіатрії, акушерства і гінекології НАМН України. 1: 1-57].
- Sagaydachnyi AA. (2018, Sep). Reactive hyperemia test: methods of analysis, mechanisms of reaction and prospects. *Regional Blood Circulation and Microcirculation*. 17(3): 5-22. doi: 10.24884/1682-6655-2018-17-3-5-22.
- Son MBF, Murray N, Friedman K, Young CC, Newhams MM, Feldstein LR et al. (2021). Multisystem Inflammatory Syndrome in Children-Initial Therapy and Outcomes. *N. Engl. J. Med.* 385: 23-34. doi: 10.1056/NEJMoa2102605.
- Varga Z, Flammer A, Steiger P et al. (2020). Endothelial cell infection and endotheliitis in COVID-19. *The Lancet*. 395(2): 1417-1418.
- WHO. (2021). A clinical case definition of post COVID-19 condition by a Delphi consensus, 6 October 2021. (n.d.). World Health Organization. URL: https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV/Post_COVID_19_condition-Clinical_case_definition-2021.1
- Yasuhara J, Watanabe K, Takagi H, Sumitomo N, Kuno T. (2021). COVID-19 and multisystem inflammatory syndrome in children: A systematic review and meta-analysis. *Pediatr. Pulmonol.* 56: 837-848. doi: 10.1002/ppul.25245.
- Yevtushenko VV, Seriakova IYu, Kramarov SO, Kurytsia NS, Shadrin VO, Voronov OO. (2023). Kardiovaskuliarni porushennia u ditei z COVID-19. *Child's Health*. 18(5): 352-361. [Євтушенко ВВ, Серякова ІЮ, Крамарьов СО, Кириця НС, Шадрін ВО, Воронов ОО. (2023). Кардіоваскулярні порушення у дітей з COVID-19. *Здоров'я дитини*. 18(5): 352-361]. doi: 10.22141/2224-0551.18.5.2023.1613.

Відомості про авторів:

Квашніна Людмила Вікторівна — д.мед.н., проф., зав. науково-практичної групи стрес-асоційованих розладів та преморбідних станів у дітей ДУ «ІПАГ ім. акад. О.М. Лук'яновича НАМН України». Адреса: м. Київ, вул. П. Майбороди, 8. <https://orcid.org/0000-0001-7826-4880>.

Матвієнко Ірина Миколаївна — к.мед.н., ст.н.с. науково-практичної групи стрес-асоційованих розладів та преморбідних станів у дітей ДУ «ІПАГ ім. акад. О.М. Лук'яновича НАМН України». Адреса: м. Київ, вул. П. Майбороди, 8. <https://orcid.org/0000-0002-0031-9957>.

Ігнатова Тетяна Борисівна — к.мед.н., ст.н.с. науково-практичної групи стрес-асоційованих розладів та преморбідних станів у дітей ДУ «ІПАГ ім. акад. О.М. Лук'яновича НАМН України». Адреса: м. Київ, вул. П. Майбороди, 8. <https://orcid.org/0000-0002-1052-0275>.

Кравченко Олена Миколаївна — лаборант І кат. науково-практичної групи стрес-асоційованих розладів та преморбідних станів у дітей ДУ «ІПАГ ім. акад. О.М. Лук'яновича НАМН України». Адреса: м. Київ, вул. П. Майбороди, 8.

Стаття надійшла до редакції 05.02.2024 р., прийнята до друку 14.05.2024 р.