

Абатуров О.Є.¹, Вакуленко Л.І.¹, Савченко А.В.²¹ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпро, Україна²Медичний центр «СантаЛен», м. Ірпінь, Україна

Порушення ниркової й периферичної гемодинаміки в розвитку серцево-судинних розладів у дітей із хронічним пієлонефритом

For cite: *Pochki*. 2018;7(2):91-99. doi: 10.22141/2307-1257.7.2.2018.127394

Резюме. Актуальність. Своєчасне виявлення змін з боку серцево-судинної системи в дітей із хронічним пієлонефритом важливе для уповільнення розвитку артеріальної гіпертензії, прогресування хронічної хвороби нирок. На сьогодні сучасними неінвазивними методами ранньої діагностики серцево-судинних порушень є добове моніторування артеріального тиску та ультразвукова доплерографія судин нирок. **Мета:** визначити прогностичне значення ультрасонографічної симптоматики порушень ниркової гемодинаміки та показників добового артеріального тиску в дітей із хронічним пієлонефритом. **Матеріали та методи.** Проведено кореляційний аналіз показників добового моніторування артеріального тиску та ультразвукового доплерографічного обстеження в 107 дітей із хронічним пієлонефритом віком 3–17 років. **Результати.** Статистично вірогідні зв'язки були виявлені між такими показниками: пульсаційним індексом, індексом резистентності, систоло-діастолічним співвідношенням на рівні стовбурової й сегментарних ниркових артерій і добовими індексами (артеріального тиску, систолічного й діастолічного тиску), коефіцієнтом варіації нічним, середнім діастолічним тиском та діастолічним тиском вночі. Кореляційні зв'язки між ультрасонографічними показниками ниркової гемодинаміки та добового моніторування артеріального тиску на рівні інтерлобарних ниркових артерій були статистично невірогідними. У дітей із хронічним пієлонефритом на фоні аномалій сечовивідних шляхів був найбільш сильний зв'язок між індексами периферичного опору на рівні стовбурової ниркової артерій та показниками добового моніторування артеріального тиску. **Висновки.** Показники ниркової гемодинаміки — пульсаційний індекс, індекс резистентності, систоло-діастолічне співвідношення на рівні стовбурової й сегментарних артерій нирки можуть бути використані для характеристики ниркової гемодинаміки й прогнозування розвитку ренальної АГ у дітей із хронічним пієлонефритом. У 57 % випадків вираженість відхилень цих показників від норми ниркової гемодинаміки визначає тяжкість артеріальної гіпертензії. **Ключові слова:** ниркова гемодинаміка; хронічний пієлонефрит; діти; добове моніторування артеріального тиску; артеріальна гіпертензія

Вступ

Однією з проблем, що стоять перед педіатричною нефрологією, є ренальна артеріальна гіпертензія (АГ) [1]. У цілому поширеність клінічної АГ у дітей та підлітків становить близько 3,5 %, при цьому майже 20 % педіатричної АГ пов'язують з хронічною хворобою нирок (ХХН) [2]. У кожної другої дитини або підлітка ХХН перебігає з АГ [2]. Необхідно також відзначити, що АГ при хронічному пієлонефриті (ХПН), навіть при ще збереженій

функції нирок, спостерігається у 2–4 рази частіше, ніж у загальній популяції, і в 12–20 % випадків має злякисний перебіг [3]. Взаємодія патологічних процесів з боку серцево-судинної системи й нирок становить кардіоренальний континуум [4]. Виникнення АГ на будь-якому етапі хронічного запального процесу в нирках, зокрема ХПН, погіршує його прогноз, прискорюючи прогресування нефросклерозу, що супроводжується зменшенням кількості функціонуючих нефронів і гіпоксією паренхіми,

та ниркової недостатності [4–9]. Тобто зв'язок нефросклерозу й АГ двосторонній і взаємно обумовлений: при нефросклерозі формується АГ, а АГ, у свою чергу, сприяє розвитку й прогресуванню нефросклерозу [7, 9, 10]. Підвищений артеріальний тиск (АТ) є основним предиктором прогресування ХХН та підвищення рівня смертності серед цього контингенту дітей [11–14]. Зміни з боку серцево-судинної системи супроводжують початок ХХН [12]. Розвиток склеротичних змін у нирках у результаті запального процесу супроводжується закономірним залученням інтратренальних судин [14]. Але також є деякі підтвердження того, що ранні серцево-судинні зміни оборотні [15]. Це підкреслює важливість своєчасного виявлення та можливість корегування змін з боку серцево-судинної системи. На сьогодні одним із сучасних неінвазивних методів ранньої діагностики змін з боку серцево-судинної системи є добове моніторування АТ (ДМАТ). Порівняно з випадковим вимірюванням артеріального тиску ДМАТ є значно об'єктивнішим щодо виявлення маскованої гіпертонії, оцінки адекватності контролю АТ і прогнозування гіпертрофії лівого шлуночка в дітей із ХХН [7, 13, 16]. Рівень АТ у дітей і підлітків більшою мірою, ніж у дорослих, залежить від вегетативного впливу центральної нервової системи, тому проведення ДМАТ є діагностично більш чутливим і прогностично значущим для виявлення АГ [16, 17].

У свою чергу, рання діагностика гіпертонії за допомогою ДМАТ і визначення субклінічних серцево-судинних змін забезпечують вікно для втручання, що дозволяє впливати на ранні прояви змін з боку серцево-судинної системи, тим самим відстрочуючи проведення діалізу, покращувати прогноз серцево-судинного ускладнення [7, 15].

Проблема порушення ренальної гемодинаміки як патогенетичної ланки при запальних процесах у нирках є надзвичайно актуальною [8, 18]. Адже відомо, що функція нирок значною мірою визначається ефективністю кровообігу в них [8]. Високоінформативним неінвазивним методом діагностики стану внутрішньониркової гемодинаміки серцево-судинної системи у дітей із ХПН, ХХН є ультразвукова доплерографія (УЗДГ) судин нирок, яка завдяки своїй високій роздільній здатності та візуалізації найдрібніших судин, аж до системи мікроциркуляторного русла, дає змогу досконало оцінити внутрішньоорганну гемодинаміку [8, 9]. УЗДГ дозволяє визначити ступінь компенсації артеріального й венозного судинного тону — найбільш ранній і прогностично більш значимий, ніж підвищення АТ, критерій дисциркуляторних розладів [8].

Мета дослідження: визначити прогностичне значення ультрасонографічної симптоматики порушень ниркової гемодинаміки та показників добового артеріального тиску в дітей із хронічним піелонефритом.

Матеріали та методи

Усього було обстежено 137 дітей віком від 3 до 17 років, із них 107 дітей, які хворіють на хронічний піелонефрит, увійшли в основну групу, а 30 клінічно здорових дітей становили контрольну групу. Групи обстежених було сформовано за нозологічним принципом. За розподілом дітей за віком та статтю дослідна та контрольна групи статистично не відрізнялися ($p > 0,1$). Діагноз ХПН встановлювався дітям, якщо ознаки запалення в нирках мали місце понад 3 місяці або були наявні 2–3 рецидиви піелонефриту протягом 1 року від початку захворювання.

Латентний перебіг запального процесу було встановлено в 47 (43,9 %) осіб, рецидивуючий — у 60 хворих (56,1 %). Серед обстежених хворих найменшою була частка дітей із первинним піелонефритом — 19,6 % випадків. Розвитку вторинного піелонефриту сприяли уропатії, пов'язані з аномаліями сечовивідних шляхів (АСВШ), — 27,1 % усіх випадків (синдром Фролея, гідронефроз, мегауретер, нефроптоз, міхурово-сечовідний рефлюкс тощо), нейрогенними дисфункціями сечового міхура — 20,6 %, а також дисметаболічними нефропатіями — 32,7 %. У всіх обстежених ХПН не супроводжувався порушенням азотовидільної функції нирок і зниженням швидкості клубочкової фільтрації.

Добове моніторування артеріального тиску проводилося за допомогою програмно-апаратного комплексу «Кардіотехніка-04-АД-1» («Инкарт», м. Санкт-Петербург, РФ). При аналізі даних ДМАТ оцінювалися такі параметри: середні значення систолічного АТ (САТ) і діастолічного АТ (ДАТ) за добу, день і ніч; максимальні й мінімальні значення АТ у різні періоди доби; показники навантаження тиском (індекс часу (ІЧ) й індекс площі (ІП) гіпертензії) за добу, день і ніч; тривалість гіпотонічних епізодів (індекс часу та індекс площі гіпотензії) в різні періоди доби; розрахунковий показник коефіцієнт варіації (КВ) денний (КВд) і нічний (КВн), ранковий підйом АТ (величина й швидкість ранкового підйому АТ); варіабельність АТ; добовий індекс (ДІ). Усі параметри ДМАТ аналізували окремо за САТ і ДАТ для кожного часу доби (день — САТд/ДАТд; ніч — САТн/ДАТн) та в сукупності за добу. Індекс часу гіпертензії (гіпотензії), або частка підвищеного (зниженого) артеріального тиску, дозволяв оцінити час підвищення (зниження) АТ протягом доби. Індекс часу гіпертензії, що перевищував 25 % для САТ, однозначно розглядався як патологічний. У цьому випадку встановлювався діагноз АГ. При стабільній АГ ІЧ гіпертензії наближався до 100 % і втрачав свою інформативність. У даному випадку визначали індекс площі або навантаження тиском. ІП відображав гіпертонічне навантаження, що діє на організм пацієнта, тобто протягом якого часу за 24 години (або за день, ніч) і в середньому на яку величину артеріальний тиск перевищував верхню допустиму межу. Діагностика й верифікація АГ у роботі ґрунтувалась на рекомендаціях Європей-

ського товариства з питань гіпертензії (ESH, 2016) і Європейського товариства кардіологів (ESC, 2014).

З метою оцінки стану регіонарної гемодинаміки всім дітям проводили ультразвукове доплерографічне дослідження ниркової гемодинаміки на ультразвуковому апараті Honda Electronics Co (Japan) у режимі кольорового доплерівського картування в положенні лежачи на спині, на лівому та правому боці з використанням конвексного датчика з частотою від 4 до 7 МГц. У режимі кольорового доплерівського картування проводили послідовну локацію ниркових артерій у ділянці воріт нирок, а також сегментарних і інтерлобарних артерій. Якщо в однієї дитини вдавалося отримати доплерограми на кількох судинах одного рівня, то враховувалися середні значення показника.

Як числові характеристики артеріального ренального кровотоку використовували кількісні кутозалежні параметри, а саме: максимальну швидкість кровотоку в систолу, мінімальну швидкість кровотоку в діастолу, усереднену за часом максимальну швидкість кровотоку впродовж усього серцевого циклу. За зазначеними параметрами обчислювали відносні показники: систоло-діастолічне співвідношення (S/D), пульсаційний індекс (PI), індекс резистентності (IR).

З урахуванням значного об'єму первинної інформації, отриманої при виконанні обстежень та в результаті її постобробки, на етапі планування дослідження була створена єдина база даних на основі інструментального середовища Microsoft Office Excel 2007.

Математичне та статистичне опрацювання цифрового матеріалу проводилося на персональ-

ній електронно-обчислювальній машині за допомогою параметричних та непараметричних методів, рекомендованих для медичних досліджень. Застосовано критерії варіаційного, дисперсного, альтернативного й кореляційного статистичного аналізу. Порівняння сукупностей за кількісними показниками проводилося за допомогою дисперсного аналізу та розрахунку критерію Стюдента (t). Для виявлення зв'язку між досліджуваними параметрами розраховували показник лінійної кореляції Пірсона або показник рангової кореляції Кендалла.

Результати та обговорення

Спочатку було проведено кореляційний аналіз показників УЗДГ на рівні стовбурової ниркової артерії. При визначенні парної кореляції між показниками УЗДГ і ДМАТ у дітей із хронічним пієлонефритом у цілому найбільш сильний кореляційний зв'язок був виявлений між індексом периферичного опору PI на рівні стовбурової ниркової артерії та показниками ДМАТ (рис. 1).

На рівні стовбурової ниркової артерії в дітей, які хворіють на хронічний пієлонефрит, був виявлений виражений прямий кореляційний зв'язок між індексами периферичного опору IR і PI та ДІ (АТ, САТ, ДАТ), а з ІЧ, ІП, середнім ДАТ, ДАТн та КВн — негативний кореляційний зв'язок. Показник S/D мав помірний прямий кореляційний зв'язок з КВн і ДІ (АТ, ДАТ) та зворотний — з показниками ІЧ, ІП, середнім ДАТ, ДАТн.

Аналіз кореляційних відношень показників УЗДГ на рівні сегментарних артерій нирки з

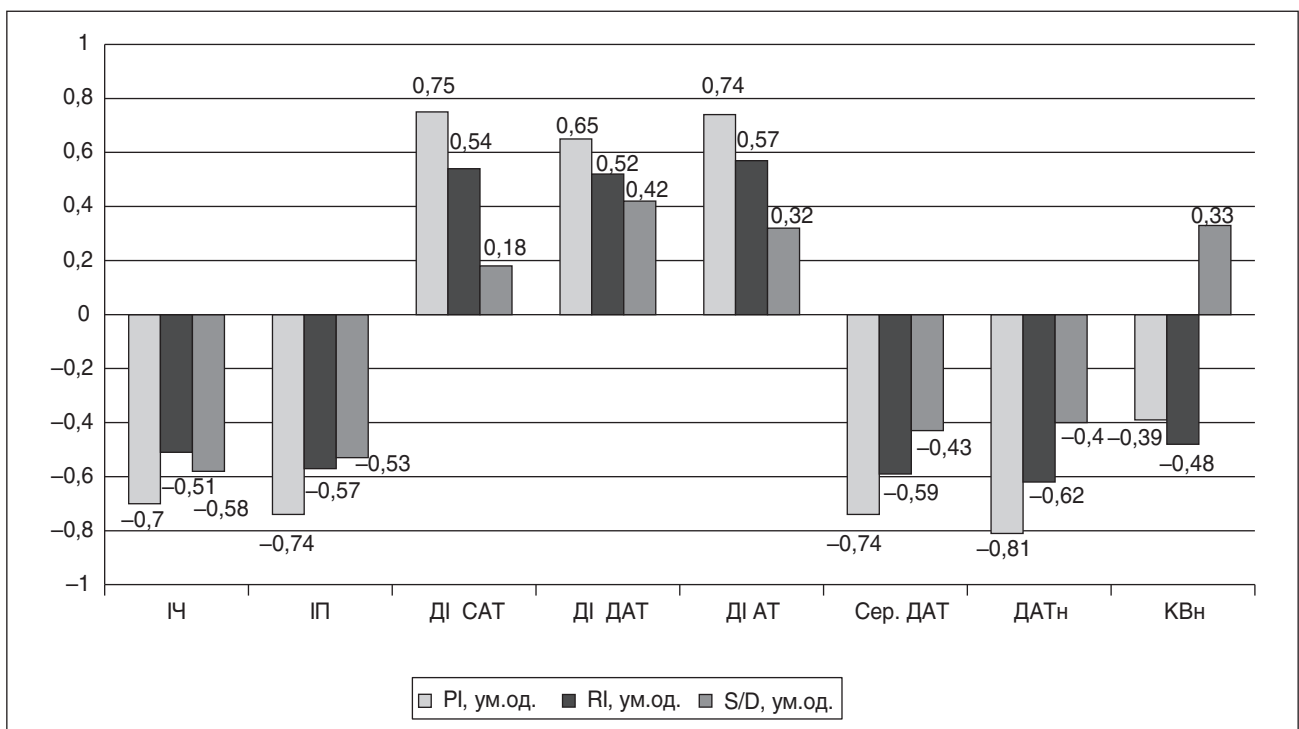


Рисунок 1. Кореляційний зв'язок між показниками УЗДГ на рівні стовбурової ниркової артерії та ДМАТ

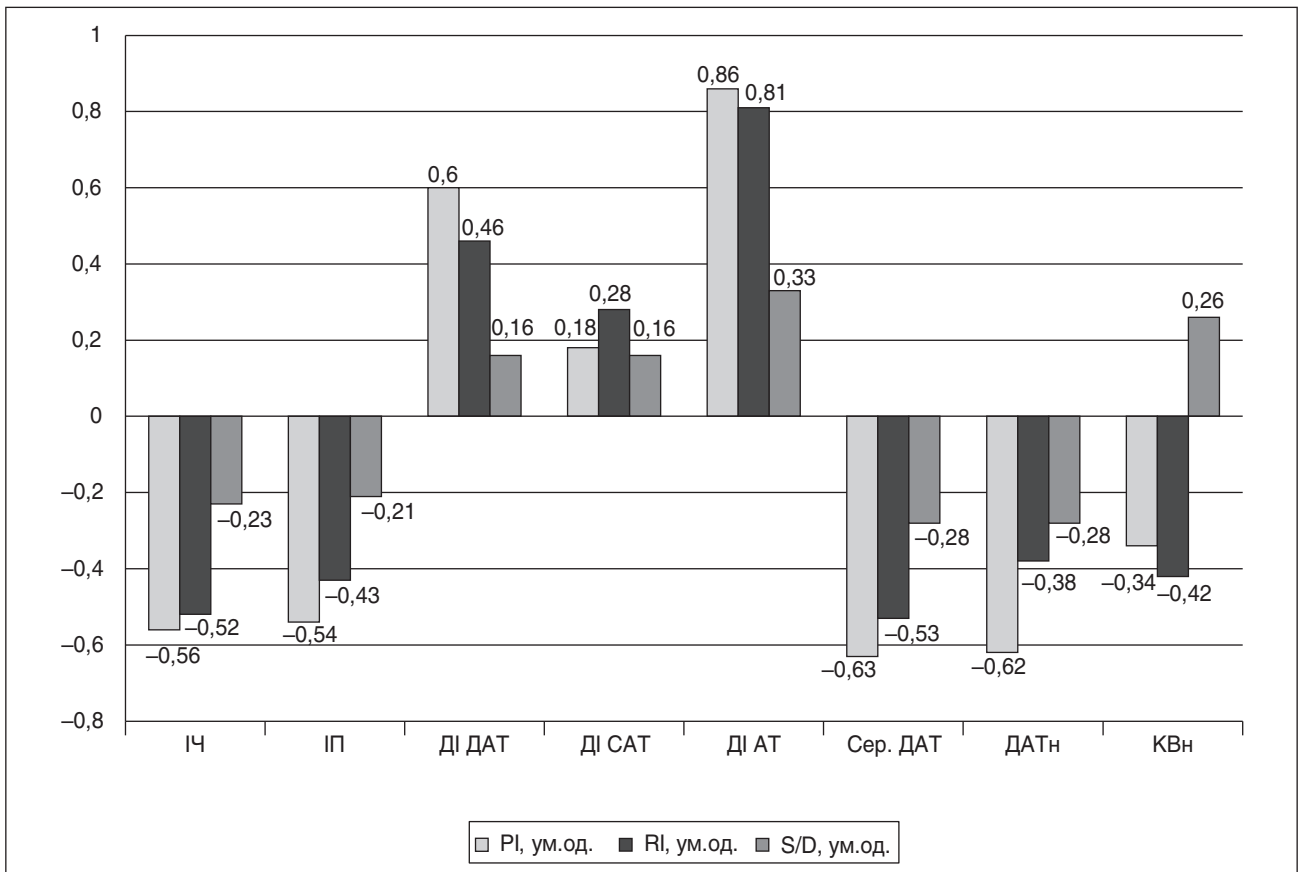


Рисунок 2. Кореляційний зв'язок між УЗДГ на рівні сегментарних артерій нирки та показниками ДМАТ

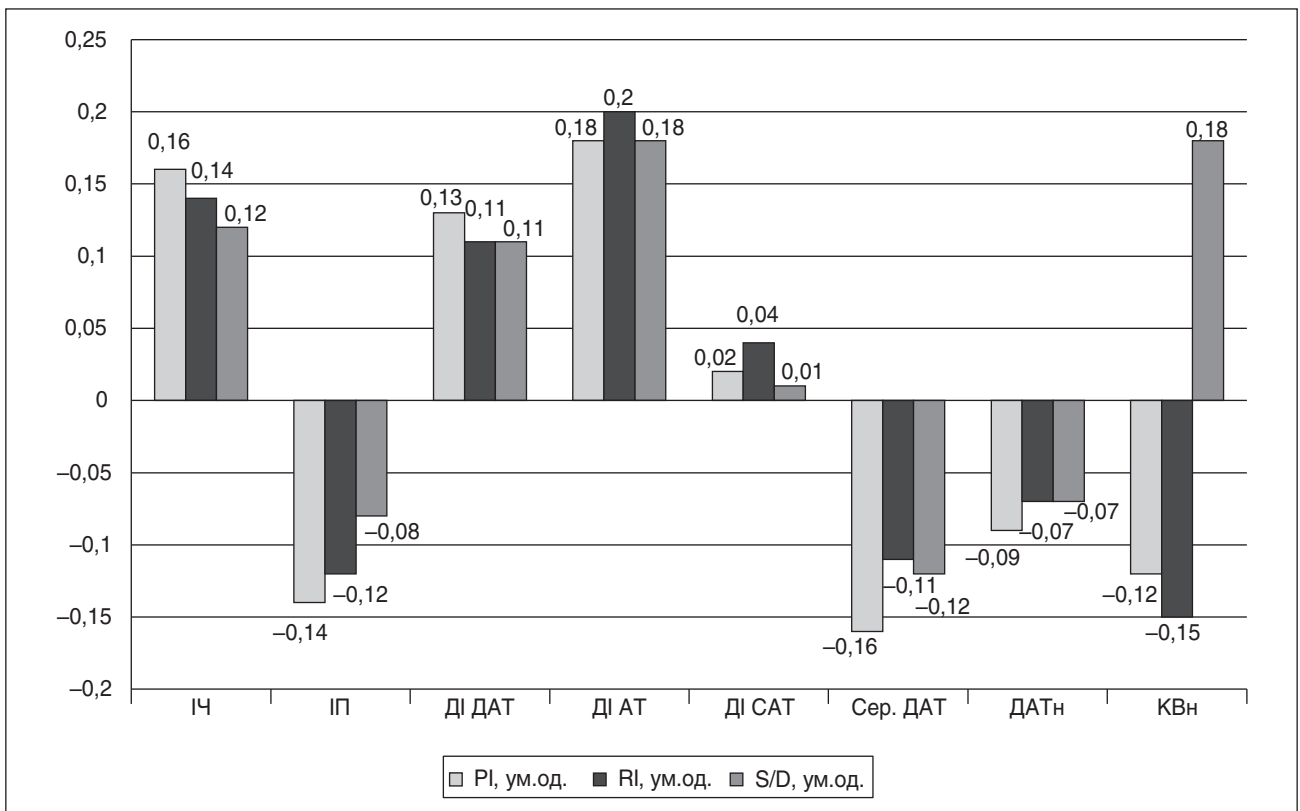


Рисунок 3. Кореляційний зв'язок між показниками УЗДГ на рівні інтерлобарних артерій нирки та ДМАТ

індексами периферичного опору IR і RI та показниками ДМАТ (ДІ (АТ, ДАТ), ІЧ, ІП, середній ДАТ, ДАТн та КВн) виявив їх статистично вірогідний виражений кореляційний зв'язок (рис. 2).

Виражений прямий кореляційний зв'язок був виявлений між індексами периферичного опору IR і RI та ДІ (АТ, ДАТ), а з ІЧ, ІП, середній ДАТ, ДАТн і КВн — негативний помірно виражений кореляційний зв'язок. Між систоло-діастолічним індексом (S/D) на рівні сегментарних артерій нирки та ДІ АТ був помірно виражений прямий кореляційний зв'язок при $r = 0,33$. Кореляційні взаємозв'язки між S/D та іншими показниками ДМАТ у дітей із ХПН були статистично невірогідними.

Кореляційні зв'язки між УЗДГ-показниками ниркової гемодинаміки та ДМАТ на рівні інтерлобарних ниркових артерій у дітей із ХПН були статистично невірогідними (рис. 3).

Порівняльний аналіз коефіцієнтів кореляції УЗДГ нирок та показників ДМАТ у хворих із хронічним піелонефритом на фоні АСВШ та без АСВШ, отриманих при проведенні парної кореляції, виявив їх розбіжність (табл. 1).

У групі хворих із хронічним піелонефритом на фоні АСВШ виявлено найбільш виражені статистично вірогідні кореляційні зв'язки між RI і ДІ (АТ, САТ, ДАТ), КВд, середнім ДАТ та ПАТ, ДАТн і ДАТд; IR і ІЧ, ДІ (АТ, ДАТ), КВд та КВн, середнім ДАТ та ПАТ, ДАТд; S/D і КВн, ІП, ДІ (АТ, САТ, ДАТ) на рівні стовбурової ниркової артерії. На рівні сегментарної артерії різнилися коефіцієнти кореля-

ції між RI і ДІ (АТ, ДАТ), середнім ДАТ та ДАТд; IR і ІЧ, ДІ ДАТ та КВн; S/D і КВн і ДАТд.

При оцінці парної кореляції між показниками ДМАД і УЗДГ у групі хворих на ХПН на тлі АСВШ найбільш сильний зв'язок був виявлений між індексами периферичного опору RI та RI на рівні стовбурової ниркової артерії та показниками ДМАТ (рис. 4).

Помірно виражений кореляційний взаємозв'язок показників ультрасонографії та ДМАТ нирок був виявлений на рівні сегментарної ниркової артерії. Індеси периферичного опору RI та IR вірогідно корелювали з показниками ДІ АТ, ДІ ДАТ, КВн, середнім ДАТ, ІП та ДАТн ($r = 0,52$ і $r = 0,48$; $r = 0,56$ і $r = 0,61$; $r = -0,48$ і $r = -0,46$; $r = -0,6$ і $r = -0,63$; $r = -0,43$ і $r = -0,38$; $r = -0,59$ і $r = -0,62$, $p < 0,01$ відповідно).

Показник S/D мав помірний кореляційний зв'язок з КВн і ДАТд на рівні стовбурової ниркової й сегментарної артерії: S/D і ДАТд — $r = -0,5$ і $r = -0,36$, $p < 0,01$ відповідно; S/D і КВн — $r = 0,53$, та $r = 0,38$, $p < 0,01$ відповідно.

Кореляційні зв'язки між показниками ниркової гемодинаміки та ДМАТ на рівні інтерлобарної ниркової артерії в дітей із ХПН на фоні АСВШ мали також помірну вираженість та були статистично вірогідними (рис. 5).

При визначенні парної кореляції між показниками СМАД і УЗДГ у дітей із хронічним ПН без АСВШ статистично вірогідні зв'язки були виявлені між індексом периферичного опору IR на рівні

Таблиця 1. Порівняльний аналіз коефіцієнтів кореляції між показниками УЗДГ та ДМАТ у дітей із хронічним піелонефритом

Показник ДМАТ	ХПН на фоні АСВШ						ХПН без АСВШ					
	Стовбурова артерія			Сегментарна артерія			Стовбурова артерія			Сегментарна артерія		
	RI, ум.од.	IR, ум.од.	S/D, ум.од.	RI, ум.од.	IR, ум.од.	S/D, ум.од.	RI, ум.од.	IR, ум.од.	S/D, ум.од.	RI, ум.од.	IR, ум.од.	S/D, ум.од.
ДІ АТ	0,76	0,82	-0,26	0,52	0,48	-0,13	0,33*	0,57*	-0,04*	0,21*	0,48	-0,02
ІЧ	-0,5	-0,43	-0,27	-0,27	-0,21	-0,14	-0,43	-0,64*	-0,21	-0,36	-0,56*	-0,1
ДІ САТ	0,83	0,71	-0,38	0,18	0,28	-0,16	0,36*	0,57	-0,06*	0,18	0,32	-0,04
ДІ ДАТ	0,71	0,76	-0,29	0,56	0,61	-0,11	0,32*	0,44*	-0,03*	0,23*	0,36*	-0,01
КВд	-0,46	-0,41	-0,01	-0,16	-0,22	-0,05	0,03*	-0,04*	0,16	-0,02	-0,02	0,11
КВн	-0,54	-0,47	0,53	-0,48	-0,46	0,38	-0,39	-0,2*	0,12*	-0,36	-0,16*	0,14*
Сер. САТ	-0,68	-0,73	-0,01	-0,24	-0,23	-0,04	-0,5	-0,65	-0,05	-0,3	-0,34	-0,01
Сер. ДАТ	-0,76	-0,88	-0,2	-0,6	-0,63	-0,16	-0,34*	-0,62*	-0,07	-0,24*	-0,57	-0,03
ІП	-0,66	-0,59	-0,3	-0,43	-0,38	-0,21	-0,46	-0,67	-0,04*	-0,41	-0,46	-0,03
Сер. ПАТ	0,22	0,36	0,2	0,11	0,14	-0,12	-0,02*	-0,08*	-0,08	-0,07	-0,04	-0,06
ДАТн	-0,79	-0,91	-0,05	-0,59	-0,62	-0,04	-0,39*	-0,72	-0,13	-0,41	-0,81	-0,11
ДАТд	-0,32	0,01	-0,5	0,01	-0,02	-0,36	-0,65*	-0,54*	-0,09	-0,32*	-0,2	-0,13*

Примітка: * — $p < 0,05$ — вірогідність різниці з показниками групи хронічного піелонефриту з АСВШ.

стовбурової та сегментарної ниркових артерій та показниками ДМАТ (рис. 6). Показник PI мав помірний кореляційний зв'язок із КВн, ДАТд, ДАТн, ІЧ, ІП та середнім АТ на рівні стовбурової ниркової й сегментарної артерій: PI і ДАТд — $r = -0,34$ і $r = -0,32$, $p < 0,01$ відповідно; PI і КВн — $r = -0,39$ та $r = -0,36$, $p < 0,01$ відповідно; PI і ДАТн — $r = -0,39$ і $r = -0,41$, $p < 0,01$ відповідно; PI і ІЧ — $r = -0,43$ і $r = -0,36$, $p < 0,01$ відповідно; PI і ІП — $r = -0,46$ і $r = -0,41$, $p < 0,01$ відповідно; PI і середній АТ — $r = 0,33$ і $r = 0,34$, $p < 0,01$ відповідно. Кореляційні зв'язки між показниками ниркової гемодинаміки та ДМАТ на рівні інтерлобарної ниркової артерії в дітей із ХПН без АСВШ були статистично невірними.

Отже, кореляційний аналіз показників УЗДГ і ДМАТ у дітей у фазі ремісії хронічного пієлонефриту виявив сильний і статистично вірогідний зв'язок між показниками PI, IR, S/D і ДІ (АТ, САТ, ДАТ), КВн, середнім ДАТ та ДАТн на рівні стовбурової й сегментарних артерій нирки.

Висновки

1. Діти з хронічним пієлонефритом на тлі аномалій сечовивідних шляхів мали найбільші гемодинамічні зрушення показників ниркової гемодинаміки, що проявлялись у зниженні швидкісних показників кровотоку в нирках, збільшенні індексів судинного опору ниркової артерії й переважанні нічної діа-

столічної гіпертензії за даними добового моніторингу артеріального тиску. Це дозволило визначити пріоритетність використання цих показників для характеристики ренальної гемодинаміки й прогнозування розвитку артеріальної гіпертензії в дітей із хронічним пієлонефритом.

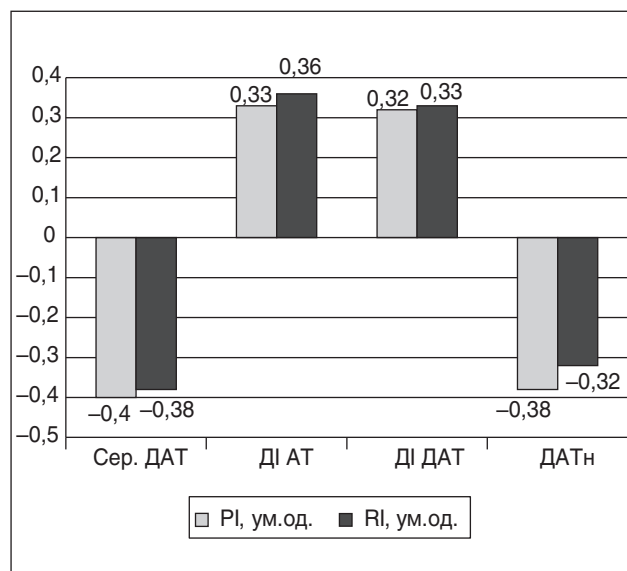


Рисунок 5. Кореляційний зв'язок між показниками ниркової гемодинаміки та ДМАТ на рівні стовбурової ниркової артерії в дітей із хронічним пієлонефритом на тлі АСВШ

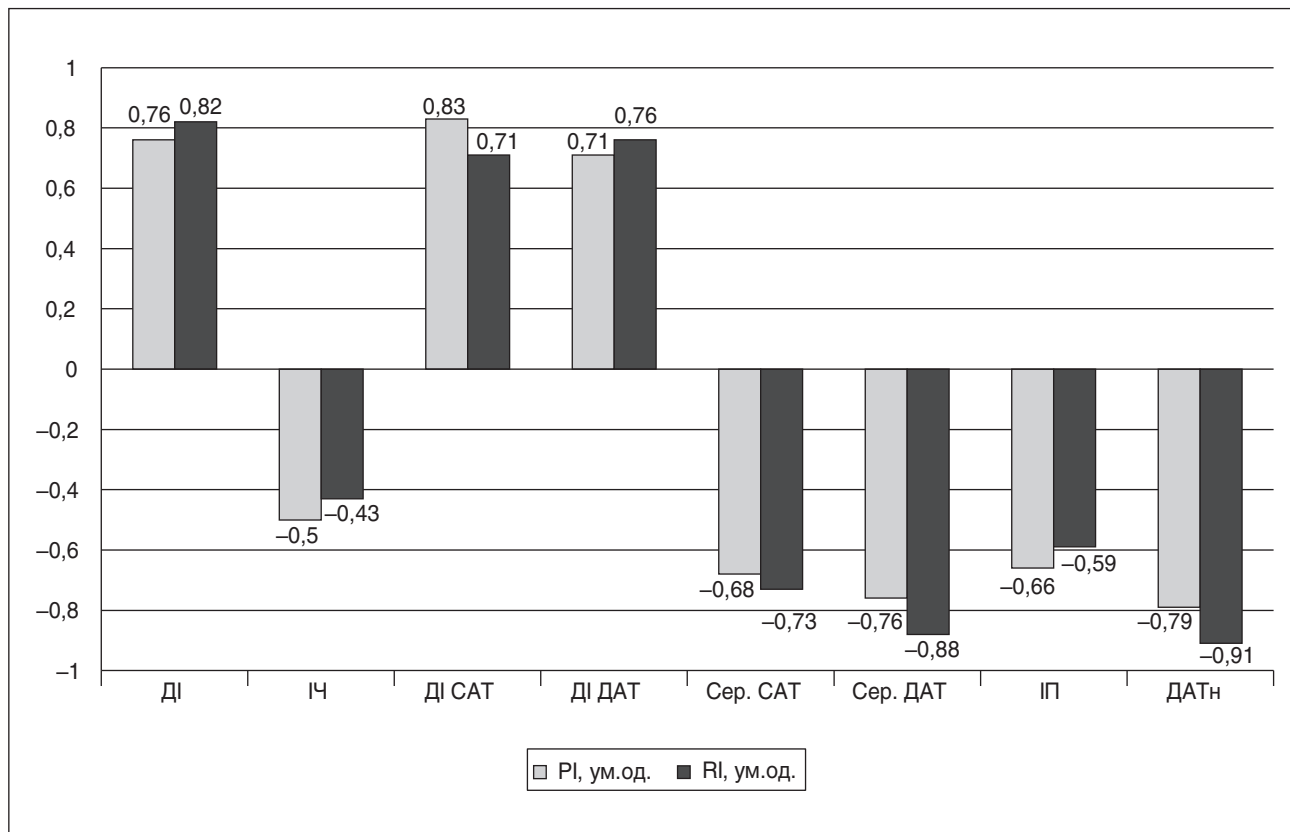


Рисунок 4. Кореляційний зв'язок між PI та RI на рівні стовбурової ниркової артерії та показниками ДМАТ у дітей із хронічним пієлонефритом на тлі АСВШ

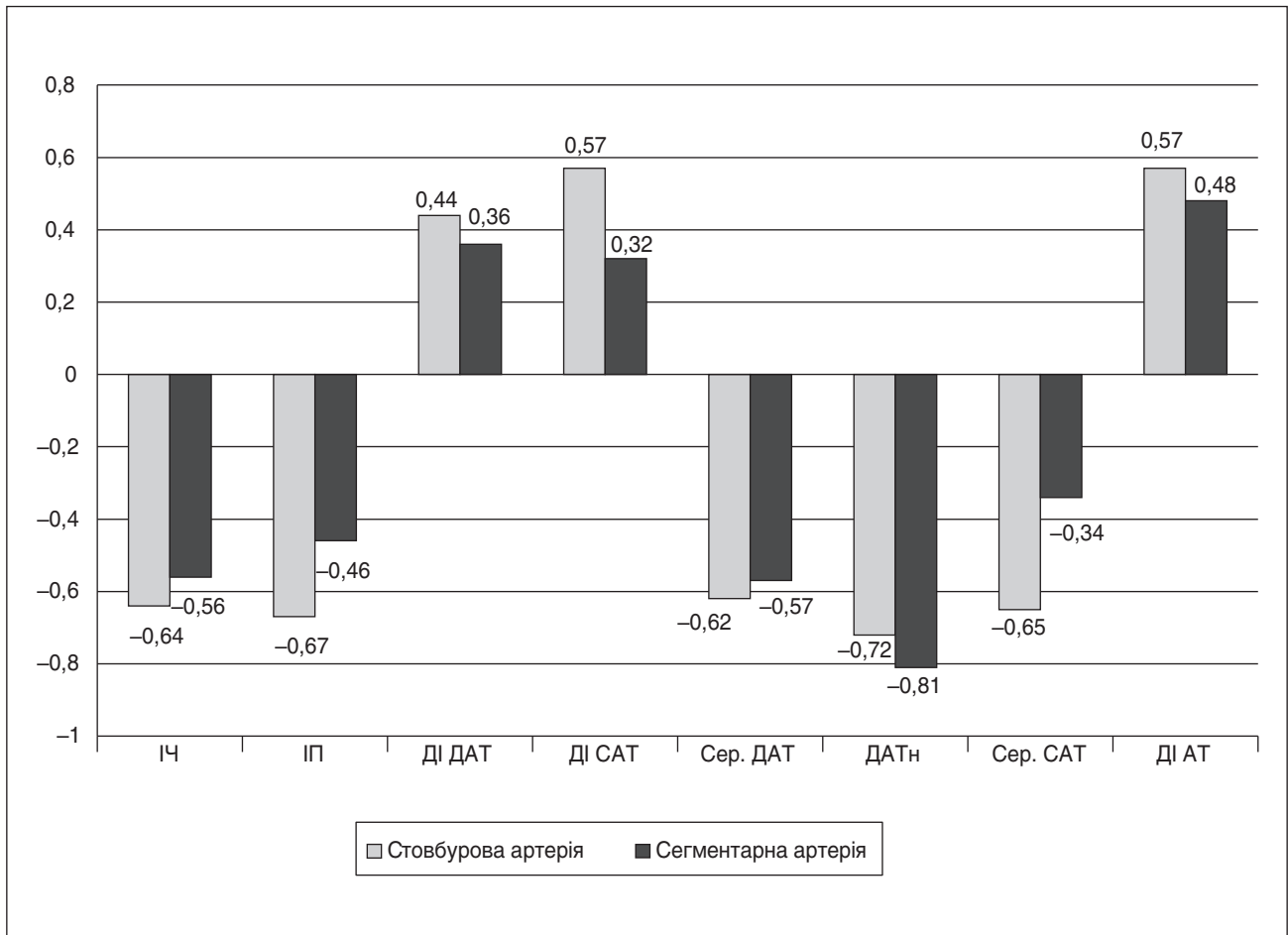


Рисунок 6. Кореляційний зв'язок між індексом периферичного опору ІР на рівні стовбурової та сегментарної ниркових артерій і показниками ДМАТ у дітей із хронічним пієлонефритом без АСВШ

2. Парний кореляційний аналіз найбільш значущих показників ультрасонографії судин нирок і добового моніторингу артеріального тиску в дітей із хронічним пієлонефритом виявив зниження регіонарної ниркової гемодинаміки на рівні стовбурової й сегментарних артерій нирки.

3. Найбільшу прогностичну значимість в оцінці функціонального стану ренальної гемодинаміки та прогресування артеріальної гіпертензії в дітей із хронічним пієлонефритом мали доплерографічні кутозалежні показники ниркового кровотоку (PI, RI і S/D) на рівні сегментарних та стовбурової ниркових артерій.

4. Для раннього виявлення порушень ренального кровотоку при хронічному пієлонефриті в дітей у комплекс інструментальних досліджень необхідно включати ультразвукове дослідження нирок з визначенням кутозалежних показників ниркового кровотоку (PI, RI і S/D) на рівні сегментарних та стовбурової ниркових артерій, що мають найбільшу прогностичну значимість в оцінці функціонального стану ренальної гемодинаміки та прогресування артеріальної гіпертензії в дітей із хронічним пієлонефритом.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів при підготовці даної статті.

Рецензенти: Кривоустов С.П., д.м.н., професор кафедри педіатрії № 2 НМУ ім. О.О. Богомольця; Макєєва Н.І., д.м.н., професор, зав. кафедри педіатрії № 2 ХНМУ.

References

1. Savenkova ND. Renal arterial hypertension in children and adolescents: causes, classification, diagnosis. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii*. 2017;62(4):43-48. doi: 10.21508/1027-4065-2017-62-4-43-48. (in Russian).
2. Flynn JT, Kaelber DC, Baker-Smith CM, et al. Clinical practice guideline for screening and management of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*. 2017 Sep;140(3). pii: e20171904. doi: 10.1542/peds.2017-1904.
3. Yermolayeva JuA, Ivanov SN, Kharina OP, Shmakova NA, Filippov GP. Daily profile of arterial pressure in children having vesicoureteral reflux. *Sibirskij medicinskij žurnal*. 2008;23(2):5-9. (in Russian).
4. Makjejeva NI. Renocardial continuum in children with chronic kidney disease: "traditional" and "non-traditional" risk

- factors for the formation of cardiovascular complications. *Pediatrica, akušerstvo i ginekologija*. 2013;76(1):20-24. (in Ukrainian).
5. Ivanov DD. Next step in chronic kidney disease therapy. *Počki*. 2016;(16):10-13. doi: 10.22141/2307-1257.2.16.2016.72205. (in Russian).
6. Shaikh N, Craig JC, Rovers MM, et al. Identification of children and adolescents at risk for renal scarring after a first urinary tract infection: a meta-analysis with individual patient data. *JAMA Pediatr*. 2014 Oct;168(10):893-900. doi: 10.1001/jama-pediatrics.2014.637.
7. Hooman N, Isa-Tafreshi R, Mostafavi SH, Hallaji F, Tavasoli A, Otukesh H. The prevalence of hypertension in children with renal scars. *Minerva Pediatr*. 2017 Jun;69(3):200-205. doi: 10.23736/S0026-4946.16.04217-1.
8. Averchenko MV, Zorkin SN. Renal doppler ultrasound in children with chronic obstructive pyelonephritis. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2012;(5):68-78. (in Russian).
9. Mohammadjafari H, Aalae A, Salehifar E, Shiri A, Khademloo M, Shahmohammadi S. Doppler ultrasonography as a predictive tool for permanent kidney damage following acute pyelonephritis comparison with dimercaptosuccinic acid scintigraphy. *Iran J Kidney Dis*. 2011 Nov;5(6):386-91. PMID: 22057070.
10. Park YS. Renal scar formation after urinary tract infection in children. *Korean J Pediatr*. 2012 Oct;55(10):367-70. doi: 10.3345/kjp.2012.55.10.367.
11. Safder O, Al sharif S, Kari JA. Pediatric CKD and cardiovascular disease. *Cardiovasc Hematol Disord Drug Targets*. 2014;14(3):177-84. PMID: 24720458.
12. Tian J, Niu L, An X. Cardiovascular risks in chronic kidney disease pediatric patients. *Exp Ther Med*. 2017 Nov;14(5):4615-4619. doi: 10.3892/etm.2017.5117.
13. Gupta D, Chaturvedi S, Chandy S, Agarwal I. Role of 24-h ambulatory blood pressure monitoring in children with chronic kidney disease. *Indian J Nephrol*. 2015 Nov-Dec;25(6):355-61. doi: 10.4103/0971-4065.148305.
14. Warady BA, Abraham AG, Schwartz GJ, et al. Predictors of rapid progression of glomerular and nonglomerular kidney disease in children and adolescents: the chronic kidney disease in children (CKiD) cohort. *Am J Kidney Dis*. 2015 Jun;65(6):878-88. doi: 10.1053/j.ajkd.2015.01.008.
15. Vidi SR. Role of hypertension in progression of chronic kidney disease in children. *Curr Opin Pediatr*. 2018 Apr;30(2):247-251. doi: 10.1097/MOP.0000000000000595.
16. Ivanov DD. Arterial hypertension in children and adolescents: nephrological aspect. *Dytjachyj likar*. 2009;2(2):22-25. (in Ukrainian).
17. Bezruk VV. Nephrological aspects of hypertension in children and teenagers. *Klinična ta eksperimental'na patologija*. 2013;12(46):133-137. (in Ukrainian).
18. Zorin IV, Vialkova AA, Vanushina LV. The role of disorders of intrarenal hemodynamics in formation and progressing of tubulointerstitial affection of kidneys in children. *Lechaschi Vrach*. 2016;(1):63. (in Russian).

Отримано 25.02.2018 ■

Абатуров А.Е.¹, Вакуленко Л.И.¹, Савченко А.В.²¹ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины», г. Днепр, Украина² Медицинский центр «СантаЛен», г. Ирпень, Украина

Нарушения почечной и периферической гемодинамики в развитии сердечно-сосудистых расстройств у детей с хроническим пиелонефритом

Резюме. Актуальность. Своевременное выявление изменений со стороны сердечно-сосудистой системы у детей с хроническим пиелонефритом важно для замедления развития артериальной гипертензии, прогрессирования хронической болезни почек. Современными неинвазивными методами ранней диагностики сердечно-сосудистых нарушений является суточное мониторирование артериального давления и ультразвуковая доплерография сосудов почек. **Цель работы:** определить прогностическое значение ультразвукографической симптоматики нарушений почечной гемодинамики и показателей суточного артериального давления у детей с хроническим пиелонефритом. **Результаты.** Статистически достоверные связи были обнаружены между такими показателями: пульсационным индексом, индексом резистентности, систоло-диастолическим соотношением на уровне стволочной и сегментарных почечных артерий и суточными индексами (артериального давления, систолического и диастолического давления), коэффициентом вариации, средним диастолическим давлением и диастолическим давлением ночью. Корреляци-

онные связи между показателями почечной гемодинамики и суточного мониторирования артериального давления на уровне интерлобарных почечных артерий были статистически недостоверными. У детей с хроническим пиелонефритом на фоне аномалий мочевыводящих путей была наиболее сильной связь между индексами периферического сопротивления на уровне стволочной почечной артерий и показателями суточного мониторирования артериального давления. **Выводы.** Показатели почечной гемодинамики: пульсационный индекс, индекс резистентности, систоло-диастолическое отношение на уровне стволочной и сегментарных артерий почки могут быть использованы для характеристики почечной гемодинамики и прогнозирования развития почечной АГ у детей с хроническим пиелонефритом. В 57 % случаев выраженность отклонений этих показателей от нормы почечной гемодинамики определяет тяжесть артериальной гипертензии.

Ключевые слова: почечная гемодинамика; хронический пиелонефрит; дети; суточное мониторирование артериального давления; артериальная гипертензия

O.Ye. Abaturov¹, L.I. Vakulenko¹, A.V. Savchenko²

¹State Institution "Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine", Dnipro, Ukraine

²Medical Center "SantaLen", Irpin, Ukraine

Violation of renal and peripheral hemodynamics in the development of cardiovascular disorders in children with chronic pyelonephritis

Abstract. Background. Prompt detection of changes in the cardiovascular system in children with chronic pyelonephritis is important for slowing down the development of arterial hypertension and the progression of chronic kidney disease. Nowadays, daily monitoring of blood pressure and ultrasound Doppler of the renal vessels are the up-to-date non-invasive methods for early diagnosis of cardiovascular disorders. The purpose of the study was to determine the prognostic value of ultrasound symptoms of renal hemodynamic disorders and daily blood pressure monitoring in children with chronic pyelonephritis. **Materials and methods.** The correlation analysis of indicators of daily blood pressure monitoring and ultrasound Doppler examination have been performed in 107 children aged 3–17 years with chronic pyelonephritis. **Results.** There was statistically significant correlation between such indicators as pulsation index, resistance index, systolic-diastolic ratio at the level of stem, segmental renal arteries and daily indexes (blood pressure, systolic pressure and diastolic pressure), variation co-

efficient at night, mean diastolic pressure and diastolic pressure at night. However, correlation between ultrasound indicators of renal hemodynamics and daily blood pressure monitoring at the level of interlobular renal arteries was statistically unreliable. Furthermore, children with chronic pyelonephritis on the background of urinary tract abnormalities had the strongest associations between the indicators of the peripheral resistance at the level of the stem renal arteries and the indexes of daily blood pressure monitoring. **Conclusions.** Indicators of renal hemodynamics — pulsation index, index of resistance, systolic-diastolic ratio at the level of the stem and segmental arteries of the kidney can distinguish the features of renal hemodynamics in order to predict the development of renal hypertension in children with chronic pyelonephritis. The intensity of deviations of these parameters from the normal rates of renal hemodynamics determines the severity of arterial hypertension in 57 % of cases. **Keywords:** renal hemodynamics; chronic pyelonephritis; children, daily blood pressure monitoring; arterial hypertension