

УДК 616.61-002.1-005-073.432.19: 616.131-007.22-053.3

Т.П. Борисова¹, О.Ю. Оболонська^{1,2}, Т.К. Мавропуло¹,
Л.П. Бадогіна¹, Д.Г. Волков²

Особливості ренального кровотоку при гострому пошкодженні нирок у недоношених новонароджених дітей з гемодинамічно значущою відкритою артеріальною протокою

¹Дніпровський державний медичний університет, Україна

²КП «Дніпропетровська обласна дитяча клінічна лікарня» ДОР», м. Дніпро, Україна

Modern Pediatrics. Ukraine. (2021). 7(119): 14-18. doi 10.15574/SP.2021.119.14

For citation: Borysova TP, Obolonska OYu, Mavropulo TK, Badogina LP, Volkov DG. (2021). Features of renal blood flow in acute kidney injury in premature infants with hemodynamically significant patent ductus arteriosus. Modern Pediatrics. Ukraine. 7(119): 14-18. doi 10.15574/SP.2021.119.14.

Гемодинамічно значуща відкрита артеріальна протока (ГЗВАП) у недоношених новонароджених призводить до гіперперфузії нирок у зв'язку з феноменом «обкрадання» великого кола кровообігу, що може спричинити розвиток гострого пошкодження нирок (ГПН). Застосування ультразвукової доплерографії судин нирок може надати ефективну допомогу в оцінці ренального кровотоку та ранній діагностиці ГПН.

Мета — оцінити прогностичну значущість стану ренального кровотоку на першу добу життя в недоношених новонароджених із ГЗВАП у ранній діагностиці ГПН.

Матеріали та методи. Обстежено 40 недоношених новонароджених (гестаційний вік — 29–36 тижнів) із ГЗВАП. Розподіл обстежених: група з ГПН — 23 дитини, група без ГПН — 17 дітей. Період спостереження — 10 діб. Пацієнтам проведено ехокардіографію з доплерометрією за допомогою ширококутового мікроконвексного датчика з частотою 5–8 МГц («TOSHIBA» Nemso XG) на 5–11-ту годину життя. Кольорове ультразвукове доплерівське сканування судин нирок виконано на 1, 3 та 10-ту добу життя. Вивчено параметри кровотоку на магістральній та інтерлобарній ниркових артеріях: пікова систолічна швидкість (PSV) та кінцева діастолічна швидкість (EDV) кровотоку, індекс резистентності (RI). Діагностика та стратифікація ступеня тяжкості ГПН відповідали критеріям неонатальної модифікації KDIGO.

Результати. На 3–5-ту добу життя ГПН діагностовано у 23 (57,5%) дітей, але вже на 1-шу добу в них порівняно з пацієнтами без ГПН відмічено суттєве зниження показників PSV кровотоку на магістральній ренальній артерії (20,6±5,87 см/с проти 25,4±6,17 см/с у дітей без ГПН, $p \geq 0,02$). Крім того, основні зміни на 1-шу добу життя пацієнтів із ГПН виявлено на рівні інтерлобарної ренальної артерії: зниження PSV кровотоку (11,10±3,329 см/с проти 18,48±3,014 см/с у дітей без ГПН, $p < 0,001$) та EDV кровотоку (2,83±2,063 см/с проти 6,16±2,447 см/с у дітей без ГПН, $p < 0,001$), підвищення RI (0,758±0,137 проти 0,666±0,1216 у дітей без ГПН, $p < 0,02$). На 3-тню добу життя при ГПН зберігалися порушення параметрів кровотоку в інтерлобарній ренальній артерії, які на 10-ту добу життя не відрізнялися від показників дітей без ГПН.

Висновки. У недоношених новонароджених з ГЗВАП, яким на 3–5-ту добу життя діагностовано ГПН, на 1-шу добу виявлено зниження показників PSV кровотоку на магістральній ренальній артерії, зміни кровотоку на інтерлобарній ренальній артерії: зниження PSV та EDV кровотоку, підвищення RI. Отже, оцінка стану кровотоку в інтерлобарній ренальній артерії на 1-шу добу життя в недоношених новонароджених з ГЗВАП має діагностичне значення для своєчасного визначення групи ризику розвитку ГПН.

Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації. Протокол дослідження ухвалено Локальним етичним комітетом усіх зазначених у роботі установ. На проведення досліджень отримано інформовану згоду батьків дітей.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Ключові слова: недоношені діти, відкрита артеріальна протока, ренальний кровотік, гостре пошкодження нирок.

Features of renal blood flow in acute kidney injury in premature infants with hemodynamically significant patent ductus arteriosus

T.P. Borysova¹, O.Yu. Obolonska^{1,2}, T.K. Mavropulo¹, L.P. Badogina¹, D.G. Volkov²

¹Dnipro State Medical University, Ukraine

²MI «Dnepropetrovsk Regional Children's Clinical Hospital» Dnepropetrovsk Regional Council», Dnipro, Ukraine

Hemodynamically significant patent ductus arteriosus (HSPDA) in premature infants leads to renal hypoperfusion due to the phenomenon of «stealing» of the systemic circulation, which can contribute to the development of acute kidney injury (AKI). The use of ultrasound Doppler sonography of the renal vessels can be effective in assessing renal blood flow and in the early diagnosis of acute renal failure.

Purpose — to assess the prognostic significance of the state of renal blood flow in the first day of life in premature infants with HSPDA in the early diagnosis of AKI.

Materials and methods. We examined 40 preterm infants (gestational age 29–36 weeks) with HSPDA. Distribution of the examined patients: the group with AKI — 23 children, the group without AKI — 17 children. The observation period was 10 days. The patients underwent echocardiography with Doppler analysis using a broadband microconvex probe with a frequency of 5–8 MHz (TOSHIBA Nemso XG) at 5–11 hours of life. Color Doppler ultrasound scanning of renal vessels was performed on the first, third and tenth days of life. The parameters of blood flow in the main renal and interlobar renal arteries were studied: peak systolic velocity (PSV) and end diastolic velocity (EDV) of blood flow, resistance index (RI). Diagnosis and stratification of AKI severity met the KDIGO neonatal modification criteria.

Results. On the third to fifth day of life, AKI was diagnosed in 23 (57.5%) children, but already in the first day of life, compared with patients without AKI, a significant decrease in PSV parameters of blood flow in the main renal artery was noted (20.6±5.87 cm/sec versus 25.4±6.17 cm/sec in children without AKI, $p < 0.02$). In addition, the main changes in the first day of life in patients with AKI were revealed at the level of the interlobar renal artery, namely: a decrease in PSV blood flow (11.10±3.329 cm/sec versus 18.48±3.014 cm/sec in children without AKI, $p < 0.001$) and EDV of blood flow (2.83±2.063 cm/sec versus 6.16±2.447 cm/sec in children without AKI, $p < 0.001$), increased RI (0.758±0.137 versus 0.666±0.1216 in children without AKI, $p < 0.02$). On the third day of life at AKI, there was a disorder in the parameters of blood flow in the interlobaric renal artery, the value of which on the tenth day of life did not differ from the parameters of children without AKI.

Conclusions. In premature infants with HSPDA, who were diagnosed with AKI on the third to fifth day of life, in the first day of life, there is a decrease in PSV blood flow parameters in the main renal artery, changes in blood flow in the interlobar renal artery, namely: a decrease in PSV and EDV blood flow, an increase in RI. Thus, the assessment of the state of blood flow in the interlobar renal artery on the first day of life in premature infants with HSPDA is of diagnostic value for the timely determination of the risk group for AKI.

The research was carried out in accordance with the principles of the Helsinki declaration. The study protocol was approved by the Local ethics committee of all participating institution. The informed consent of the patient was obtained for conducting the studies.

No conflict of interest was declared by the authors.

Key words: premature infants, patent ductus arteriosus, renal blood flow, acute kidney injury.

Особенности ренального кровотока при остром повреждении почек у недоношенных новорожденных детей с гемодинамически значимым открытым артериальным протокомТ.П. Борисова¹, О.Ю. Оболонская^{1,2}, Т.К. Мавропуло¹, Л.П. Бадюгина¹, Д.Г. Волков²¹Днепропетровский государственный медицинский университет, Украина²КП «Днепропетровская областная детская клиническая больница» ДООС», г. Днепр, Украина

Гемодинамически значимый открытый артериальный проток (ГЗОАП) у недоношенных новорожденных приводит к гипоперфузии почек из-за феномена «обкрадывания» большого круга кровообращения, что может способствовать развитию острого повреждения почек (ОПП). Использование ультразвуковой доплерографии сосудов почек может оказать эффективную помощь в оценке ренального кровотока и ранней диагностике ОПП.

Цель — оценить прогностическую значимость состояния ренального кровотока на 1-е сутки жизни у недоношенных новорожденных с ГЗОАП в ранней диагностике ОПП.

Материалы и методы. Обследованы 40 недоношенных новорожденных (гестационный возраст — 29–36 недель) с ГЗВАП. Распределение обследованных пациентов: группа с ОПП — 23 ребенка, группа без ОПП — 17 детей. Период наблюдения — 10 суток. Пациентам проведена эхокардиография с доплерометрией при помощи широкополосного микроконвексного датчика с частотой 5–8 МГц (TOSHIBA Nemso XG) на 5–11-й час жизни. Цветное ультразвуковое доплеровское сканирование сосудов почек выполнено на 1, 3 и 10-е сутки жизни. Изучены параметры кровотока на магистральной и интерлобарной почечных артериях: пиковая систолическая скорость (PSV) и конечная диастолическая скорость (EDV) кровотока, индекс резистентности (RI). Диагностика и стратификация степени тяжести ОПП соответствовали критериям неонатальной модификации KDIGO.

Результаты. На 3–5-е сутки жизни ОПП диагностировано у 23 (57,5%) детей, но уже на 1-е сутки жизни у них по сравнению с пациентами без ОПП отмечено существенное снижение показателей PSV кровотока на магистральной ренальной артерии ($20,6 \pm 5,87$ см/с против $25,4 \pm 6,17$ см/с у детей без ОПП, $p < 0,02$). Кроме того, основные изменения на 1-е сутки жизни у пациентов с ОПП выявлены на уровне интерлобарной ренальной артерии: снижение PSV кровотока ($11,10 \pm 3,329$ см/с против $18,48 \pm 3,014$ см/с у детей без ОПП, $p < 0,001$) и EDV кровотока ($2,83 \pm 2,063$ см/с против $6,16 \pm 2,447$ см/с у детей без ОПП, $p < 0,001$), повышение RI ($0,758 \pm 0,137$ против $0,666 \pm 0,1216$ у детей без ОПП, $p < 0,02$). На 3-е сутки жизни при ОПП сохранялось нарушение параметров кровотока в интерлобарной ренальной артерии, значение которых на 10-е сутки жизни не отличались от показателей детей без ОПП.

Выводы. У недоношенных новорожденных с ГЗОАП, у которых на 3–5-е сутки жизни диагностировано ОПП, на 1-е сутки жизни отмечено снижение показателей PSV кровотока на магистральной ренальной артерии, изменение кровотока на интерлобарной ренальной артерии: снижение PSV и EDV кровотока, повышение RI. Таким образом, оценка состояния кровотока в интерлобарной ренальной артерии на 1-е сутки жизни у недоношенных новорожденных с ГЗОАП имеет диагностическое значение для своевременного определения группы риска развития ОПП.

Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования одобрен Локальным этическим комитетом всех участвующих учреждений. На проведение исследования получено информированное согласие родителей детей.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Ключевые слова: недоношенные дети, открытый артериальный проток, ренальный кровоток, острое повреждение почек.

Вступ

Одним з етіологічних факторів гострого пошкодження нирок (ГПН) у недоношених новонароджених розглядається гемодинамічно значуща відкрита артеріальна протока (ГЗВАП) [7]. У цих дітей шунтування крові в протоці зліва-направо сприяє надмірній циркуляції крові в легенях і розвитку феномену «обкрадання» великого кола кровообігу, що призводить до гіперперфузії органів, у тому числі нирок. Порушення ниркового кровообігу є фактором ризику розвитку ГПН [5–7]. Застосування неінвазивних інструментальних методів дослідження, зокрема, ультразвукової доплерографії судин нирок, можуть надати ефективну допомогу в оцінці ренального кровотоку і ранній діагностиці ГПН. Сучасні літературні дані не дають змоги скласти єдину думку щодо діагностичної можливості цього методу при ГПН у недоношених новонароджених із ГЗВАП.

Мета дослідження — оцінити прогностичну значущість стану ренального кровотоку на 1-шу добу життя в недоношених новонароджених із ГЗВАП у ранній діагностиці ГПН.

Матеріали та методи дослідження

Когортне, проспективне дослідження проведено у 2018–2019 рр. на базі відділення анестезіології та інтенсивної терапії новонароджених КП

«Дніпропетровська обласна дитяча клінічна лікарня» та схвалено комісією з медичної етики лікарні.

Критерії залучення: недоношені новонароджені в терміні гестації 29–36 тижнів із ГЗВАП, підписана інформована згода батьків на участь у дослідженні. Критерії вилучення: вроджені вади розвитку, внутрішньомозкові та внутрішньошлуночкові крововиливи III–IV ступеня, сепсис новонароджених, тяжка асфіксія в пологах, захворювання шкіри, затримка внутрішньоутробного розвитку.

Обстежено 40 недоношених новонароджених, які надійшли під спостереження на 1-шу добу життя. Вибуло з дослідження 6 дітей у зв'язку з розвитком критеріїв вилучення: внутрішньошлуночковий крововилив III–IV ступеня (4 дитини), сепсис новонароджених (2 дитини). Розподіл хворих проведено залежно від розвитку ГПН: група з ГПН — 23 дитини, група без ГПН — 17 дітей. Клінічне обстеження та лікування недоношених новонароджених здійснено за загальноприйнятою методикою [8,9]. Для закриття артеріальної протоки 32 недоношеним дітям застосовано ібупрофен, 8 — рестриктивну інфузійну терапію [10].

Ехокардіографію з доплерометрією за допомогою ширококутового мікроконвексного датчика з частотою 5–8 МГц («TOSHIBA» Nemso XG модель SSA-580A, Японія) виконано після

Таблиця 1

Клінічна характеристика обстежених пацієнтів

Показник	Недоношені з ГЗВАП, n=40
Гестаційний вік, M±s (Me; Q1-Q3), тижні	32,6±1,93 (33; 32–34)
35–36 тиж, абс. (%)	7 (17,5)
32–34 тиж, абс. (%)	24 (60,0)
29–31 тиж, абс. (%)	9 (22,5)
Вага, M±s (Me; Q1-Q3), г	2037,8±552,60 (1950; 1620–2437,5)
>2400 г, абс. (%)	10 (25,0)
1501–2400 г, абс. (%)	23 (57,5)
≤1500 г, абс. (%)	7 (17,5)
Хлопчики, абс. (%)	28 (70,0)
Дівчатка, абс. (%)	12 (30,0)
Оцінка за шкалою Апгар на 1-шу хвилину, M±s (Me; Q1-Q3), бали	6,1±1,28 (7; 5–7)
Оцінка за шкалою Апгар на 5-ту хвилину, M±s (Me; Q1-Q3), бали	6,8±1,04 (7; 6–8)
Респіраторний дистрес-синдром, абс. (%)	27 (67,5)
Асфіксія, абс. (%)	7 (17,5)
Внутрішньоутробна інфекція, абс. (%)	6 (15,0)
Розмір ВАП на 1-шу добу, M±s (Me; Q1-Q3), мм	2,36±0,834 (2,1; 1,7–2,7)
Розмір ВАП на 3-тю добу, M±s (Me; Q1-Q3), мм	0,50±0,816 (0; 0–1)

госпіталізації до відділення (5–11-та година життя), а далі — щодня для визначення відкритої артеріальної протоки (ВАП), її розміру та гемодинамічної значущості. Діаметр протоки виміряно під час кінцевої систоли в точці максимального звуження з використанням кольорового доплерівського потоку. Критерії ГЗВАП: великий розмір артеріальної протоки ($\geq 1,5$ мм у новонароджених із масою тіла < 1500 г, $> 1,4$ мм/кг у новонароджених із масою тіла ≥ 1500 г), шунтування крові зліва направо та зростаючий, пульсуючий кровоток у протоці, відношення розміру лівого передсердя до кореня аорти $> 1,4$, високий діастолічний кровотік у легеневій артерії $> 0,2$ м/с, ретроградний діастолічний кровотік у постдуктальному відділі спадної частини аорти, порушення регіонарного кровотоку [2].

Діагностику та стратифікацію ступеня тяжкості ГПН проведено за критеріями неонатальної модифікації KDIGO [12], для чого вивчено концентрацію сироваткового креатиніну та рівень діурезу.

Кольорове ультразвукове доплерівське сканування судинного русла нирок проведено на 1, 3 і 10-ту добу життя за допомогою мікроконвексного датчика з частотою 5–8 МГц («TOSHIBA» Nemso XG модель SSA-580A, Японія) у магістральній та інтерлобарній ренальних артеріях правої нирки, візуалізованих із бокової ділянки в положенні дитини на спині. Криві

швидкості потоку отримано за оптимального кута огляду ($< 50^\circ$). Вивчено такі параметри ниркового кровотоку: пікову систолічну швидкість (PSV) кровотоку, кінцеву діастолічну швидкість (EDV) кровотоку, індекс резистентності (RI).

Для вирішення поставлених завдань і перевірки вихідних припущень використано комплекс статистичних методів дослідження: для незалежних вибірок — критерій Манна—Уїтні та критерій Краскела—Уолліса, для оцінки динаміки — критерій знакових рангів Вілкоксона і критерій Макнемара. Перевірку на нормальність розподілу кількісних вибірок проведено з використанням критерію Колмогорова—Смірнова. Аналіз даних виконано за допомогою пакета статистичних програм IBM SPSS Statistics 23.

Результати дослідження та їх обговорення

Клінічну характеристику обстежених дітей наведено в таблиці 1. У розподілі за статтю виявлено істотне переважання хлопчиків. Гестаційний вік у середньому становив $32,6 \pm 1,93$ тижня, найчастіше — 32–34 тижні. Середня маса тіла при народженні дорівнювала $2037,8 \pm 552,6$ г. Низьку масу тіла мали понад половина обстежених, дуже низьку масу тіла (≥ 1500 г) — майже кожна 6-та недоношена дитина. Респіраторний дистрес-синдром спостерігали в 67,5%, асфіксію в пологах — у 17,5%, внутрішньоутробну інфекцію — у 15,0% дітей. Розмір ВАП на 1-шу добу становив у середньому $2,36 \pm 0,834$ мм, що пояснює її гемодинамічну значущість. На 3-тю добу життя розмір ВАП значно зменшився до $0,50 \pm 0,816$ мм.

На 3-тю добу життя ГПН діагностували у 21 (52,5%) дитини, на 5-ту — ще у 2 (5,0%) дітей, їх загальна кількість збільшилася до 23 (57,5%). На 10-ту добу життя кількість дітей з ГПН зменшилася до 10 (29,4%). Літературні дані також свідчать про вплив ГЗВАП на розвиток ГПН у недоношених новонароджених, але вказують на різну частоту ГПН: одні дослідники — 30% [5], інші — 41% [13] і 49% [7].

Стан ренального кровотоку проаналізували залежно від розвитку ГПН у недоношених дітей з ГЗВАП. PSV кровотоку на магістральній ренальній артерії була суттєво зниженою тільки на 1-шу добу життя в недоношених дітей з ГПН, ніж у дітей без ГПН (табл. 2). Цей факт підтверджує наявність гіперперфузії нирок у дітей з ГЗВАП на 1-шу добу життя. У динаміці відмічали достовірне збільшення цього показника в усіх обстежених, а на 3 і 10-ту добу життя PSV кровотоку на магістральній ренальній

Таблиця 2

Показники ренального кровотоку на магістральній ренальній артерії залежно від гострого пошкодження нирок у недоношених новонароджених із гемодинамічно значущою відкритою артеріальною протокою, M±m (Me; Q₁-Q₃)

Показник	Доба	ГПН немає, n=17 (17)	ГПН є, n=23 (17)	p<
PSV, см/с	I	25,4±6,17 (24; 22–27,5)	20,6±5,87 (22; 16–23)	0,02
	III	28,6±5,32 (29; 23–33)*	26,7±6,60 (28; 22–32)***	нс
	X	30,2±5,57 (30; 26–35)***	30,5±4,85 (32; 25–34)***^^	нс
EDV, см/с	I	6,6±3,08 (6; 4,5–9)	5,2±3,10 (4; 2–8)	нс
	III	7,9±3,17 (7; 5,5–9)	7,1±3,95 (6; 4–11)*	нс
	X	8,8±2,77 (9; 6,5–11)*	6,9±2,03 (7; 5,5–8)*	0,04
RI	I	0,741±0,0921 (0,74; 0,66–0,8)	0,752±0,1256 (0,79; 0,68–0,86)	нс
	III	0,725±0,0789 (0,73; 0,68–0,8)	0,723±0,1516 (0,78; 0,61–0,86)	нс
	X	0,707±0,0877 (0,7; 0,66–0,77)	0,772±0,0636 (0,78; 0,72–0,82)	0,02

Примітки: 1. Розмір вибірки на 10-ту добу наведено у дужках. 2. Під час порівняння незалежних вибірок застосовано критерій Манна-Уїтні («нс» – значущої розбіжності не виявлено). 3. *, **, *** – значуща відмінність від рівня 1-ї доби; ^, ^^, ^^ – від рівня 3-ї доби, відповідно p<0,05, p<0,01 і p<0,001 за критерієм знакових рангів Вілкоксона.

артерії не відрізнялася залежно від наявності ГПН. EDV кровотоку в магістральній ренальній артерії на 1 і 3-тю добу життя між групами обстежених статистично не відрізнялася. Підвищення в динаміці EDV кровотоку в магістральній ренальній артерії на 10-ту добу в групі без ГПН було більш значимим, ніж у дітей з ГПН, тому цей показник у дітей з ГПН став суттєво нижчим. RI на магістральній ренальній артерії був підвищеним тільки на 10-ту добу в дітей з ГПН порівняно з дітьми без ГПН.

Оцінка середніх значень основних гемодинамічних показників кровотоку на інтерлобарній ренальній артерії дала змогу виявити такі характеристики (табл. 3).

Пікова систолічна швидкість кровотоку на 1 і 3-тю добу життя була суттєво меншою в дітей з ГПН, ніж у групі без ГПН. У динаміці виявили достовірне збільшення цього показника в дітей з ГПН і на 10-ту добу життя PSV кровотоку на інтерлобарній ренальній артерії не мала істотних відмінностей залежно від ГПН.

Кінцева діастолічна швидкість кровотоку на інтерлобарній ренальній артерії була значно

зниженою на 1 і 3-тю добу життя в дітей з ГПН. Слід зазначити, що показник EDV кровотоку на інтерлобарній ренальній артерії на 1-шу добу життя в дітей з ГПН був нижчим порівняно з групою без ГПН у 2,2 раза (p<0,001), на 3-тю – в 1,7 раза (p<0,001).

Значне зниження EDV кровотоку порівняно із PSV кровотоку на інтерлобарній ренальній артерії призвело до збільшення показника RI, який був значно вищим у пацієнтів із ГПН на 1 і 3-тю добу життя порівняно з показниками дітей без ГПН. Тільки на 10-ту добу життя показники EDV кровотоку та RI на інтерлобарній ренальній артерії істотно не відрізнялися залежно від ГПН. Здатність перерозподіляти знижений кровотік шляхом зниження діастолічного тиску і спазму судин є одним із компенсаторних механізмів подолання гемодинамічних розладів, пов'язаних із ліво-правим шунтуванням крові при ГЗВАП [3,14], але надмірна вазоконстрикція може посилювати порушення оксигенації тканин.

Отже, основні гемодинамічні зміни за умови ГПН у недоношених новонароджених із ГЗВАП виявлено впродовж 1 і 3-ї доби життя

Таблиця 3

Показники ренального кровотоку на інтерлобарній ренальній артерії залежно від гострого пошкодження нирок у недоношених новонароджених із гемодинамічно значущою відкритою артеріальною протокою, M±m (Me; Q₁-Q₃)

Показник	Доба	ГПН немає, n=17 (17)	ГПН є, n=23 (17)	p<
PSV, см/с	I	18,48±3,014 (18,6; 16,35–20,9)	11,10±3,329 (11,3; 7,71–12)	0,001
	III	19,12±4,730 (21; 16–22,5)	15,57±4,541 (16; 12–18)***	0,02
	X	22,71±5,882 (24; 18,5–25,5)***^^	20,82±5,812 (20; 17,5–23,5)***^^	нс
EDV, см/с	I	6,16±2,447 (5,6; 4,75–7,7)	2,83±2,063 (2,2; 1,1–4,15)	0,001
	III	5,83±1,919 (6; 4,5–7)	3,48±1,532 (3,1; 2–5)	0,001
	X	6,71±3,405 (5; 4,5–8,5)	4,65±2,644 (4; 2,5–6,5)***^	нс
RI	I	0,666±0,1216 (0,67; 0,6–0,74)	0,758±0,137 (0,8; 0,65–0,83)	0,02
	III	0,693±0,0869 (0,7; 0,63–0,72)	0,76±0,1588 (0,82; 0,69–0,86)	0,03
	X	0,715±0,0937 (0,72; 0,67–0,8)	0,776±0,1127 (0,8; 0,69–0,87)	нс

Примітки: 1. Розмір вибірки на 10-ту добу наведено в дужках. 2. Під час порівняння незалежних вибірок застосовано критерій Манна-Уїтні («нс» – значущої розбіжності не спостерігалось). 3. *, **, *** – значуща відмінність від рівня 1-ї доби; ^, ^^, ^^ – від рівня 3-ї доби, відповідно p<0,05, p<0,01 і p<0,001 за критерієм знакових рангів Вілкоксона.

на рівні інтерлобарної ренальної артерії: суттєве зниження показника пікової систолічної швидкості — на 40%, кінцевої діастолічної швидкості кровотоку — на 50%, підвищення індексу резистентності — на 14%.

Порівнюючи отримані результати з даними літератури, можна виявити суперечності. Так, за результатами дослідження T. Bumelburg [1], у новонароджених із ГЗВАП зміни кровотоку найбільш виражені в магістральній нирковій артерії, але в цьому дослідженні були діти, які потребували хірургічного втручання щодо закриття артеріальної протоки. K.X. Hsu et al. [4] також виявили залежність між розміром ВАП і ризиком аномального показника ниркового кровотоку (95% ДІ: 1,6–39,4). Отримані нами дані співпали з даними літератури в тому, що RI є найбільш об'єктивним доплерометричним показником, який характеризує стан

ренальної гемодинаміки, а його високі рівні свідчать про надмірну вазоконстрикцію [6,11].

Висновки

У недоношених новонароджених із ГЗВАП, яким на 3–5-ту добу життя діагностовано ГПН, на 1-шу добу відмічено зниження показників PSV кровотоку на магістральній ренальній артерії, суттєві зміни кровотоку на інтерлобарній ренальній артерії: зниження PSV та EDV кровотоку, підвищення RI. Отже, оцінка стану кровотоку в інтерлобарній ренальній артерії на 1-шу добу життя в недоношених новонароджених із ГЗВАП має діагностичне значення для своєчасного визначення групи ризику розвитку ГПН.

Джерела фінансування. Робота виконана власним коштом.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES/ЛІТЕРАТУРА

- Bumelburg T, Jorch G. (1989, Jun). Abnormal blood flow patterns in renal arteries of small preterm infants with patent ductus arteriosus detected by Doppler ultrasonography. *Eur J Pediatr.* 148(7): 660–664. doi: 10.1007/BF00441528.
- Boychenko AD, Gonchar MO, Kondratova II, Senatorova AV. (2015). Criteria for diagnostics of hemodynamically significant disseminated arterial duct in premature newborns. *Neonatology, surgery and perinatal medicine.* 1(5): 24–27. [Бойченко АД, Гончарь МО, Кондратова ІЮ, Сенаторова АВ. (2015). Критерії діагностики гемодинамічно значущої відкритої артеріальної протоки у недоношених новонароджених. *Неонатологія, хірургія та перинатальна медицина.* 1(5): 24–27]. doi: 10.24061/2413-4260.V.1.15.2015.
- Capozzi G, Santoro G. (2011, Oct). Patent ductus arteriosus: patho-physiology, hemodynamic effects and clinical complications. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 24(1): 15–16. doi: 10.3109/14767058.2011.607564.
- Hsu KH, Nguyen J, Dekom S, Ramanathan R, Noori S. (2020, Jan). Effects of Patent Ductus Arteriosus on Organ Blood Flow in Infants Born Very Preterm: A Prospective Study with Serial Echocardiography. *J Pediatr.* 216: 95–100. doi: 10.1016/j.jpeds.2019.08.057.
- Jetton JG, Boohaker LJ, Sethi SK et al. (2017, Nov). Incidence and outcomes of neonatal acute kidney injury (AWAKEN): a multicentre, multinational, observational cohort study. *Lancet Child Adolesc Health.* 1(3): 184–194. doi: 10.1016/S2352-4642(17)30069-X.
- Kusuda S, Kim TJ, Miyagi N et al. (1999). Postnatal change of renal artery blood flow velocity and its relationship with urine volume in very low birth weight infants during the first month of life. *J Perinat Med.* 27(2): 107–111. doi: 10.1515/JPM.1999.013.
- Majed B, Bateman DA, Uy N, Lin F. (2019, Jun). Patent ductus arteriosus is associated with acute kidney injury in the preterm infant. *Pediatr Nephrol.* 34(6): 1129–1139. doi: 10.1007/s00467-019-4194-5.
- Ministry of Health of Ukraine. (2006). Protocol of the medical look for the new narodzhena child with little masoyu tila at the time of the people. The order dated 29.08.2006. No.584. [МОЗ України. (2006). Про затвердження Протоколу медичного догляду за новонародженою дитиною з малою масою тіла при народженні. Наказ від 29.08.2006 № 584]. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0584282-06#Text>.
- Ministry of Health of Ukraine. (2014). About the consolidation and implementation of medical and technological documents for the standardization of medical assistance from the ear, reanimation and development of medical assistance for newborns in Ukraine. The order dated 28.03.2014 No. 225. [МОЗ України. (2014). Про затвердження та впровадження медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги з початкової, реанімаційної і післяреанімаційної допомоги новонародженим в Україні. Наказ від 28.03.2014 № 225]. URL: <https://z-l.com.ua/upload/moz%20docs/225-1.pdf>.
- Obolonskyi A, Snisar V, Surkov D, Obolonska O. (2019, Jun). Management of patent ductus arteriosus in premature infants. *Med perspekt.* 18; 24(2): 33–40. doi: 10.26641/2307-0404.2019.2.170125.
- Pokharel RP, Uetani Y, Tsuneishi S, Nakamura H. (1997, Feb). Neonatal renal artery blood flow velocities using color Doppler ultrasonography. *Kobe J Med Sci.* 43(1): 1–12. PMID: 9232953.
- Selewski DT, Charlton JR, Jetton JG et al. (2015, Aug). Neonatal Acute Kidney Injury. *Pediatrics.* 136(2): e463–473. doi: 10.1542/peds.2014–3819.
- Stojanovic V, Barisic N, Milanovic B, Doronjski A. (2014). Acute kidney injury in preterm infants admitted to a neonatal intensive care unit. *Pediatr Nephrol.* 29: 2213–2220. doi: 10.1007/s00467-014-2837-0.
- Torigoe T, Sato S, Nagayama Y, Sato T, Yamazaki H. (2015, Jul). Influence of patent ductus arteriosus and ventilators on electrical velocimetry for measuring cardiac output in very-low/low birth weight infants. *J Perinatol.* 35(7): 485–489. doi: 10.1038/jp.2014.245.

Відомості про авторів:

Борисова Тамара Петрівна — д.мед.н., проф., зав. каф. педіатрії 2 Дніпровського ДМУ. Адреса: м. Дніпро, вул. В. Вернадського, буд. 9. <https://orcid.org/0000-0001-8347-4348>.

Оболонська Ольга Юрївна — д.філос., асистент каф. педіатрії 2 ДДМУ, лікар-неонатолог КП «Дніпропетровська обласна дитяча клінічна лікарня» ДОР». Адреса: м. Дніпро, вул. В. Вернадського, буд. 9. <https://orcid.org/0000-0001-9863-1828>.

Мавропуло Тетяна Карлівна — д.мед.н., проф., зав. каф. педіатрії 3 та неонатології Дніпровського ДМУ. Адреса: м. Дніпро, вул. В. Вернадського, буд. 9. <https://orcid.org/0000-0001-9351-3080>.

Бадогіна Людмила Петрівна — к.мед.н., доц. каф. педіатрії 2 Дніпровського ДМУ. Адреса: м. Дніпро, вул. В. Вернадського, буд. 9. <https://orcid.org/0000-0002-2971-9815>.

Волков Денис Георгійович — заст. мед. директора КП «Дніпропетровська обласна дитяча клінічна лікарня» ДОР». Адреса: м. Дніпро, вул. Космічна, буд., 13. <https://orcid.org/0000-0002-7838-5049>.

Стаття надійшла до редакції 13.08.2021 р., прийнята до друку 09.11.2021 р.