

# OPPORTUNITIES OF DOPPLEROGRAPHY IN ASSESSING RENAL BLOOD FLOW IN OBSTRUCTIVE UROPATHIES IN CHILDREN

A.A. Gafurov<sup>1</sup>  Sh.O. Toshboev<sup>1</sup>  Z.Sh. Turakulov<sup>1</sup> 

1. Andijan State Medical Institute, Andijan, Uzbekistan.

OPEN ACCESS  
*IJSP*

## Correspondence

Sh.O. Toshboev, Andijan State Medical Institute, Andijan, Uzbekistan.

e-mail: shertoshboev@gmail.com

Received: 04 January 2022

Revised: 15 January 2022

Accepted: 22 January 2022

Published: 30 January 2022

## Funding source for publication:

Andijan state medical institute and I-EDU GROUP LLC.

**Publisher's Note:** IJSP stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2022 by the authors. Licensee IJSP, Andijan, Uzbekistan. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC-ND) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Abstract.** The use of dopplerography in children makes it possible to visualize not only the vessels of the kidneys to the cortical layer of the parenchyma, but also to quantify the renal blood flow in dynamics. **The aim of the study** was to study the diagnostic significance of dynamic Dopplerography of intrarenal blood flow and the state of the parenchyma in children with obstructive uropathy. **Material and research methods.** The study involved 128 patients with obstructive uropathy of various origins (vesicoureteral reflux, hydronephrosis, megaureter, urolithiasis) aged 3 months to 17 years, who were divided into 3 groups. The control group consisted of 56 practically healthy children of the same age who had never had a pathology of the urinary system. All children underwent a general clinical examination, ultrasound examination of the kidneys and their vessels and the bladder, excretory urography and voiding cyst-obstructive uropathy-reterography. All ultrasound examinations were performed using Aloka-SSD-3500 SV devices using convex (6.0-8.0 MHz) and linear (9.0-14.0 MHz) transducers. **Results.** As a result of the conducted studies, no deviations from the Dopplerographic parameters were revealed in patients of group I. In patients of group II, a significant increase in the resistance index in the interlobar and segmental arteries and the normalization of its values after treatment were established, which suggests a functionally adaptive nature of the changes. The absence of positive dynamics in Doppler sonography in children of group III after treatment and the severity of their changes suggest the presence of morphological disorders. **Conclusions.** A comprehensive ultrasound examination of the kidneys using Doppler sonography makes it possible to assess the state of renal blood flow in children and adolescents with obstructive uropathy. The possibility of dynamic monitoring of the state of the vascular bed during conservative treatment, after surgical interventions makes the ultrasound method in demand in urology and surgery.

**Keywords.** obstructive uropathy, doppler echocardiography, renal blood flow, children.

**Актуальность.** Диагностика и лечение обструктивной уропатии у детей на сегодняшний день остаются актуальными и широко обсуждаемыми темами [2, 4]. Несмотря на проводимую, проблема прогноза обструктивная уропатия остается до конца нерешенной. Наблюдения за детьми с обструктивной уропатией после лечения показывают прогрессирующее нарушение структуры почек у ряда детей, несмотря на успешно проведенное оперативное лечение и отсутствие инфекционного процесса [10]. При этом отмечаются снижение почечных функций вследствие формирования нефросклероза и развитие хронической болезни почек [5, 7, 12]. Эффективность лечения обструктивной уропатии зависит от выраженности нефросклероза и компенсаторных сдвигов в неповрежденных участках почечной ткани. Для выбора тактики лечения обструктивной уропатии существует общепринятый алгоритм обследования: ультразвуковой метод исследования, экскреторная урография, реносцинтиграфия, магнитно-резонансная и компьютерная томография [1, 3, 11, 14]. Безболезненность, безопасность, отсутствие необходимости проведения специальной подготовки пациента, возможность постоянного динамического наблюдения делают эхографическое исследование почек приоритетным, особенно с учетом возможности применения доплерографии [6, 9]. Последняя позволяет оценить почечный кровоток и более объективно установить тяжесть поражения почек. Использование доплерографического исследования у детей дает возможность визуализировать не только сосуды почек до кортикального слоя паренхимы, но и провести количественную оценку ренального кровотока в динамике [8, 13]. Однако четких данных о целесообразности и информативности длительного динамического наблюдения по оценке ренального кровотока до и после лечения обструктивной

уропатия у детей является малоизученным.

**Целью** исследования явилось изучение диагностической значимости динамической доплерографии внутривисочечного кровотока и состояния паренхимы у детей с обструктивной уропатией.

**Материал и методы исследования.** Были обследованы 128 пациентов с обструктивной уропатией различного генеза в возрасте от 3 мес до 17 лет (41 с гидро-нефрозом, 47 с пузырно-мочеточниковым рефлюксом, 40 с уролитиазом) (таблица. 1).

С наибольшей частотой обструктивной уропатии встречаются у мальчиков (83 детей; 64,8%). В катamnестическом периоде обследовано 64 ребенка (через 6-12 мес и более после лечения). Контрольную группу составили 56 практически здоровых детей того же возраста, никогда не имевших патологии мочевыделительной системы. Всем детям проводились общеклиническое обследование, ультразвуковое исследование почек и их сосудов и мочевого пузыря, экскреторная урография и микционная цистобструктивная уропатияретерография.

**Таблица-1**

**Распределение больных по нозологическим формам, возрасту и полу (abs, %)**

Нозологическая группа	Степень	от 3 мес. до 3 лет		3-7 лет		8-11 лет		12-17 лет		Всего
		мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки	
Гидро-нефроз	I	-	-	3 (2,3)	-	-	-	-	-	3 (2,3)
	II	7 (5,5)	1 (0,78)	10 (7,8)	5 (3,9)	6 (4,7)	4 (3,1)	4 (3,1)	1 (0,78)	38 (29,7)
Пузырно мочеточниковый рефлюкс	I-II	-	1 (0,78)	5 (3,9)	9 (7,0)	1 (0,78)	2 (1,6)	6 (4,7)	2 (1,6)	26 (20,3)
	III-IV	3 (2,3)	2 (1,6)	2 (1,6)	5 (1,6)	2 (1,6)	2 (1,6)	3 (2,3)	2 (1,6)	21 (16,4)
Уролитиаз		8 (6,2)	3 (2,3)	18 (14,1)	3 (2,3)	3 (2,3)	1 (0,78)	2 (1,6)	2 (1,6)	40 (31,2)
Всего		18 (14,1)	7 (5,5)	38 (29,7)	22 (17,2)	12 (9,4)	9 (7,0)	15 (11,7)	7 (5,5)	128 (100)

Все ультразвуковые исследования выполнялись с помощью аппаратов Aloka-SSD-3500 SV с применением конвексного (6,0-8,0 МГц) и линейного (9,0-14,0 МГц) датчиков. По данным эхографии оценивались положение, подвижность, размеры почек, их контур, структура. При исследовании мочевого пузыря определяли размер органа, форму, состояние стенок, экзогенность просвета, а также ширину нижней трети мочеточника. После оценки состояния почек в режиме проводилась доплерография магистрального и интрависочечного кровотока. Качественная оценка внутривисочечного кровотока выполнялась с помощью цветового доплеровского картирования. Это позволяло визуализировать почечные сосуды (сегментарные, междольевые и дуговые артерии), установить степень кровенаполнения органа, определить участки обеднения кровотока. Следующим этапом было определение характерисунотик кровотока в импульсновоновом доплерографическом режиме на уровнях междольевых и сегментарных артерий. Количественная оценка кровотока основывалась на определении таких показателей, как пиковая систолическая, конечная диастолическая и средняя линейные скорости кровотока, индекс резистентности, ускорение и время ускорения в каждом сегменте почки. Повторное ультразвуковое исследование с определением тех же параметров почек и мочевого пузыря проводилось после микции. Для подтверждения полученных данных доплерографии был проведен сравнительный анализ до и после лечения.

Все больные с обструктивной уропатией были распределены на 3 группы. В I группу вошли дети (n=29) с нарушениями уродинамики, не требующими оперативного лечения, с длительностью заболевания до 3 лет. II группу составили дети (n=59) с различными формами обструкции, динамически наблюдавшиеся до и после лечения (консервативного, оперативного или их сочетания), с длительностью заболевания от 3 до 4 лет. III группу сформировали больные (n=40) с клиническими проявлениями хронической почечной недостаточности, перенесшие оперативное лечение, с признаками нефросклероза, с длительностью заболевания более 5 лет.

В зависимости от установленного диагноза по показаниям 99 больным были произведены реконструктивно-пластические операции с учетом вида обструкции с последующим эхографическим и доплерографическим динамическим контролем в послеоперационном периоде (на 5-7 сутки, через 6-12 мес и далее). При пузырно-мочеточниковом рефлюксе, мегауретере проводились операции по методикам

Коэна и Политано-Леадбеттера, при гидронефротической трансформации почки - по методике Хайнса-Андерсена-Кюсса-Кучера. При нефункционирующем органе выполнялись нефрэктомия, нефроуретерэктомия, геминефроуретерэктомия.

Статистическая обработка полученных результатов осуществлена с использованием стандартных методов. Количественные данные представлены в виде  $M \pm \sigma$ . Различия между значениями считались достоверными при  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования.** Согласно данным эхографического исследования почек у детей I группы были определены нормальная дифференциация слоев паренхимы ( $n=29$ , 22,6%), умеренная дилатация лоханки ( $n=3$ , 2,3%). На основании данных экскреторной урографии был выставлен диагноз пузырно-мочеточниковый рефлюкс I-II степеней ( $n=2$ , 1,6%), и гидронефроз I стадии ( $n=3$ , 2,3%). При доплерографическом исследовании этих больных изменения в сосудистом рисунке не выявлялись (рисунок 1 А). При доплерометрии значения скоростных показателей и индекса резистентности практически не отличались от контрольной группы (таблица. 2). У детей II группы определялись ровный контур, нормальные размеры почки, сохраняющаяся дифференциация слоев. На этом фоне визуализировалась дилатация чашечно-лоханочной системы (рисунок. 1 В). На основании данных экскреторной урографии у этих детей были установлены гидронефроз II стадий ( $n=14$ , 10,9%), пузырно-мочеточниковый рефлюкс III-IV степеней ( $n=4$ , 3,1%). По данным цветового доплеровского картирования определялось обеднение кровотока в корковом слое (рисунок. 1 С), В импульсно-волновом доплерографическом режиме до лечения на фоне неизменной пиковой систолической скорости кровотока было отмечено снижение конечной диастолической скорости и повышение индекса резистентности как в междольевых, так и в сегментарных артериях. После лечения отмечалась положительная динамика, выражавшаяся в повышении конечной диастолической скорости кровотока и снижении индекса резистентности. При цветового доплеровского картирования ренальный кровоток после лечения нормализовался. У детей III группы при сканировании почек были выявлены выраженные эхографические изменения: неровный контур, уменьшение или увеличение размеров почки, снижение или отсутствие дифференцировки слоев почки, истончение коркового слоя ( $n=28$ , 21,8%), гиперэхогенная паренхима, выраженная дилатация и утолщение стенок чашечно-лоханочной системы ( $n=32$ , 25,0%), дилатация мочеточника ( $n=18$ , 14,1%). В режиме цветового доплеровского картирования определялись: значительное обеднение кровотока в корковом слое, деформация основного ствола почечной артерии, дисплазия внутриорганных сосудов (вплоть до отсутствия их визуализации) (рисунок. 1 С).

#### Рисунок-1

Эхограммы почек (В-режим + цветового доплеровского картирования) в I (А), II (В) и III (С) группах

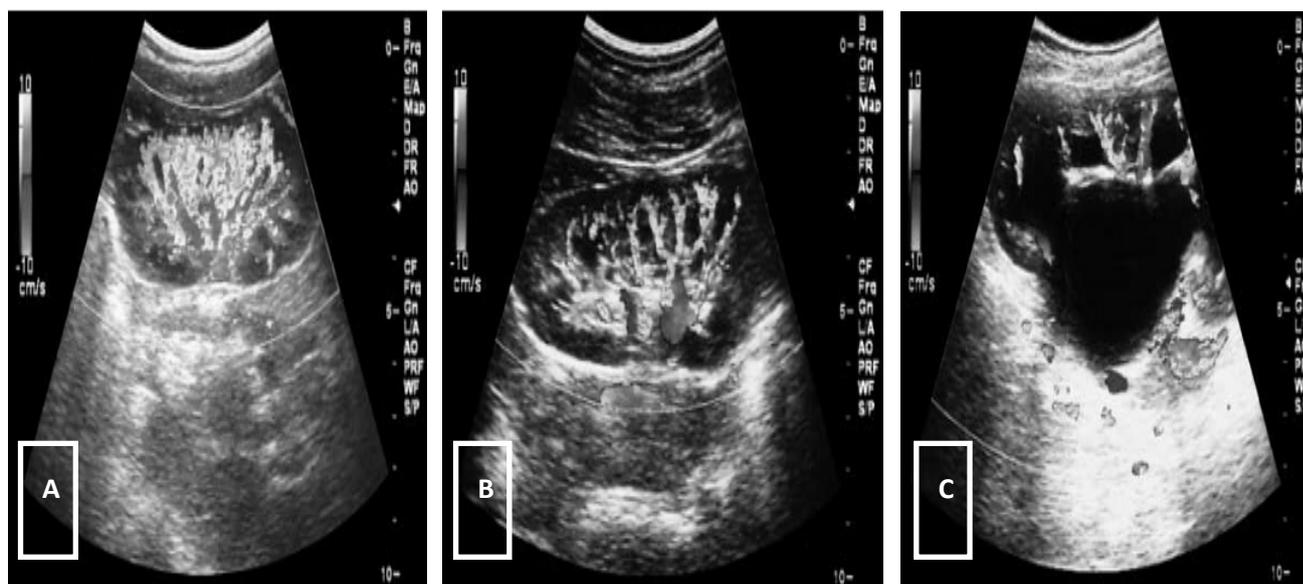


Таблица-2

**Допплерографические показатели интратрениального кровотока у детей с обструктивной уропатией в динамике**

Параметры	До лечения		После лечения	
	Междолевые артерии	Сегментарные артерии	Междолевые артерии	Сегментарные артерии
<b>I группа</b>				
Пиковая систолическая скорость кровотока, см/с	21,4±2,0	31,6±8,2	21,7±2,3	31,4±3,4
Конечная диастолическая скорость кровотока, см/с	6,8±1,1*	8,5±2,4*	6,9±2,1	8,4±0,6*
Индекс резистентности	0,68±0,10	0,73±0,10	0,68±0,10	0,73±0,10
Ускорение, см/с <sup>2</sup>	100,5±38,0	124,2±47,2	102,5±34,2	126,8±32,8
Время ускорения,с	0,16±0,07	0,14±0,08	0,14±0,08	0,13±0,14
<b>II группа</b>				
Пиковая систолическая скорость кровотока, см/с	20,4±2,7*	34,2±5,4*	20,6±1,8*	31,2±2,6*
Конечная диастолическая скорость кровотока, см/с	5,5±1,2*	7,7±1,9**	5,7±1,3**	8,6±1,5**
Индекс резистентности	0,73±0,07*	0,77±0,05**	0,72±0,06**	0,73±0,05**
Ускорение, см/с <sup>2</sup>	98,2±29,2	142,4±47,5	92,2±27,9	150,1±56,2
Время ускорения,с	0,13±0,06	0,12±0,06	0,11±0,07	0,12±0,07
<b>III группа</b>				
Пиковая систолическая скорость кровотока, см/с	23,8±3,0*	35,4±6,9*	19,9±1,9*	30,9±2,7*
Конечная диастолическая скорость кровотока, см/с	4,7±0,7**	6,9±1,9**	4,4±0,8**	6,5±1,0**
Индекс резистентности	0,80±0,10**	0,80±0,10**	0,78±0,10**	0,79±0,04**
Ускорение, см/с <sup>2</sup>	106,2±32,6	138,4±49,3	91,1±29,8	152,0±43,4
Время ускорения,с	0,13±0,06	0,12±0,07	0,14±0,06	0,12±0,07
<b>Контрольная группа</b>				
	Междолевые артерии		Сегментарные артерии	
Пиковая систолическая скорость кровотока, см/с	24,4±1,0		39,8±1,8	
Конечная диастолическая скорость кровотока, см/с	9,2±0,8		10,9±0,8	
Индекс резистентности	0,63±0,05		0,67±0,05	
Ускорение, см/с <sup>2</sup>	120,6±55,3		218,7±31,6	
Время ускорения,с	0,13±0,06		0,13±0,01	

Примечание: \*-достоверность различий при сравнении с контрольной группой при  $p < 0,05$ , \*\* - при  $p < 0,001$ ; междолевые артерии, сегментарные артерии.

По данным клинико-лабораторных и инструментальных методов исследования у этих детей были установлены мегауретер, хронической болезни почек 0-1-2. Допплерометрические показатели были следующими: на фоне неизменной пиковой систолической скорости кровотока в междолевых и сегментарных артериях (если таковые визуализировались) конечная диастолическая скорость была снижена по отношению к контрольной, I и II группам. Индекс резистентности в междолевых и сегментарных сосудах был повышен. Согласно данным динамического ультразвукового исследования произошло небольшое равномерное снижение скоростных показателей при сохраняющемся высоком индексе резистентности, несмотря на проводимое лечение (таблица. 2). Несмотря на то что во II и III группах средние значения показателей кровотока достоверно различались между собой, у ряда пациентов этих групп (25 детей) отмечался перекрест данных, в том числе и значений индекса резистентности.

**Обсуждение результатов.** При обструктивной уропатии происходит повышение уретерального давления, которое приводит к изменениям соединительнотка-

ного каркаса артерий и вен почки. Время появления и глубина изменений соединительнотканного каркаса сосудов находятся в прямой зависимости от диаметра сосуда и толщины его стенки. Чем меньше калибр сосуда и тоньше его стенка, тем раньше возникают и интенсивнее происходят изменения. Сужение просвета сосудов с периваскулярным фиброзом и утолщением стенок на уровне клубочков приводит к гипоксии и нарушению микроциркуляции. Доказано, что изменения происходят не только в сосудах, но и прилежащих к ним участках органа. В зоне повышения тканевого давления реакция всех фрагментов сосудистого русла начинается одновременно, проявляется нарушением микроциркуляции и приводит к некрозу, который завершается замещением сосудов рубцовой тканью. В прилежащих к зоне повышения тканевого давления участках почки изменения сосудов завершаются полной или частичной облитерацией и образованием в просвете артерий одной или нескольких артерий меньшего калибра. При морфобиоптическом исследовании сначала выявляются признаки тубулярной атрофии, фиброза, затем-гломерулярного склероза [5, 7]. Достоверное выявление нефросклероза возможно только на основании морфологических исследований. Косвенно о нем можно судить на основании данных экскреторной урографии [11]. Безусловно, эти данные имеют большое практическое значение в постановке окончательного диагноза и определении тактики лечения [14]. Но указанные методы по-прежнему далеко небезопасны для ребенка, являются инвазивными и дорогостоящими, имеют свои ограничения. На современном этапе золотым стандартом выявления корковых повреждений и определения объема сохраненной почечной паренхимы при обструктивной уропатии является статическая реносцинтиграфия [9], которая позволяет визуализировать почечную паренхиму, определить очаги склероза, оценить динамику поражения почек. Ограниченность метода состоит в том, что он направлен только на почечную паренхиму и не позволяет оценить собирательную систему и дифференцировать причину очагового или диффузного снижения накопления радиофармпрепарата [9]. Учитывая это, нами было проведено ультразвуковое исследование почек, включающее доплерографическое исследование внутрипочечных сосудов, с целью определения его диагностической значимости. Допплерографическое исследование сосудов почек у детей I группы показало отсутствие изменений скоростных показателей и индекса резистентности. Эти данные были подтверждены результатами лабораторных и рентгенологического исследований. Сравнительный анализ всех полученных результатов, а также положительная динамика в катamnестическом периоде позволили предположить вероятность отсутствия изменений в стенках сосудов мозгового и коркового слоев, а также в прилежащих к ним тканях почки у детей I группы. Сопоставление данных изменения скоростных показателей, индекса резистентности, ускорения и времени ускорения во II группе с полученными результатами в I группе дало возможность предположить, что после проведенного лечения, направленного на снятие обструкции, ликвидацию активного инфекционного процесса, происходит снижение повышенного внутриуретерального давления и повышенного тканевого давления. Все это приводит к равномерному раскрытию просвета сегментарных и междольевых сосудов, восстановлению микроциркуляции, улучшению перфузии внутри почки. Такая положительная динамика возможна только при условиях отсутствия морфологических изменений в стенках сосудов почки и сохраняющегося их тонуса (косвенно об отсутствии морфологических изменений в структуре сосудистой стенки и сохраняющемся тонусе сосудов можно судить по ускорению и времени ускорения). Возможно, у этих детей имел место функциональный характер спазма интратрениальных сосудов, и морфологические изменения в их стенке и прилежащих к ним тканях отсутствовали. Отсутствие динамики в показателях у детей III группы через 6 - 12 мес после лечения, по видимому, связано со снижением эластичности сосудистой стенки и повышением тонуса сосудов за счет необратимых морфологических изменений в сосудистых стенках и тканях, прилежащих к сосудам, из-за развития диффузного склероза стромы, сосудов и клубочков, атрофии канальцев [10, 15]. Сосуды со стабильно высокими значениями индекса резистентности, вероятно, соответствовали участкам нефросклероза паренхимы.

**Выводы.** Комплексное ультразвуковое исследование почек с применением доплерографии позволяет оценить состояние ренального кровотока у детей и подростков с обструктивной уропатией. Возможность динамического наблюдения за состоянием сосудистого русла во время консервативного лечения, после оперативных вмешательств делает ультразвуковой метод востребованным в урологии,

хирургии.

У больных II группы с обструктивной уропатией установлены достоверное повышение индекса резистентности в междолевых и сегментарных артериях и нормализация его значений после лечения (консервативного, оперативного или их сочетания), что позволяет говорить о функционально приспособительном характере изменений.

Отсутствие положительной динамики в показателях доплерографии у детей III группы после лечения и выраженность их изменений позволяют говорить о наличии морфологических нарушений.

#### LIST OF REFERENCES

- [1] Gagikovich BA, Pavlovich YAS, Nikolaevich NS, Anatolyevna VE, Valerievna S. A. MODERN VIEW ON THE DIAGNOSIS OF VESICoureTERAL REFLUX IN CHILDREN. *Reproductive Health of Children and Adolescents* 2021;17:16–32.
- [2] Makovetskaya GA, Mazur LI, Balashova E A, Terekhin S. Congenital obstructive uropathies in children: a nephroprotective strategy. *Pediatrics Journal named after Mr Speransky* 2017:38–43.
- [3] Sun J, Deng G, Wang F, Mo J. Renal Hemodynamic Changes and Postsurgical Recovery in Children Treated for Ureteropelvic Junction Obstruction. *Ultrasound Q* 2020;36:20–3. <https://doi.org/10.1097/RUQ.0000000000000477>.
- [4] Baum M. Progression of chronic kidney disease in children. *Curr Opin Pediatr* 2018;30:216–9. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000593>.
- [5] Morozova O, Morozov D, Pervouchine D, Einav Y, Lakomova D, Zakharova N, et al. Urinary biomarkers of latent inflammation and fibrosis in children with vesicoureteral reflux. *Int Urol Nephrol* 2020;52:603–10. <https://doi.org/10.1007/s11255-019-02357-1>.
- [6] Riahinezhad M, Sarrami AH, Gheisari A, Shafaat O, Merikhi A, Karami M, et al. How may Doppler indices help in the differentiation of obstructive from nonobstructive hydronephrosis? *J Res Med Sci* 2018;23:76. [https://doi.org/10.4103/jrms.JRMS\\_627\\_17](https://doi.org/10.4103/jrms.JRMS_627_17).
- [7] И.ю Б, Е.м К, Т.г К, Т.в С. Частота выявления пиелозктазии и калиэктазии при плановых обследованиях с ультразвуковой визуализацией почек у детей. *Российский Вестник Перинатологии и Педиатрии* 2018;63:215–215.
- [8] Ruiz-Martínez A, Sierra-Díaz E, Celis-de la Rosa AJ, Valenzuela Hernández MÁ, González Flores MG, Belmonte Hernández MV. Renal Doppler ultrasound resistive index vs. renal scintigraphy with 99mTc-DTPA as diagnostic test for ureteropelvic junction obstruction in children. *Actas Urol Esp (Engl Ed)* 2019;43:419–24. <https://doi.org/10.1016/j.acuro.2019.02.005>.
- [9] Ucar AK, Kurugoglu S. Urinary Ultrasound and Other Imaging for Ureteropelvic Junction Type Hydronephrosis (UPJHN). *Front Pediatr* 2020;8:546. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.00546>.
- [10] de Bessa J, Rodrigues CM, Chammas MC, Miranda EP, Gomes CM, Moscardi PR, et al. Diagnostic accuracy of Onen's Alternative Grading System combined with Doppler evaluation of ureteral jets as an alternative in the diagnosis of obstructive hydronephrosis in children. *PeerJ* 2018;6:e4791. <https://doi.org/10.7717/peerj.4791>.
- [11] Wong MCY, Piaggio G, Damasio MB, Molinelli C, Ferretti SM, Pistorio A, et al. Hydronephrosis and crossing vessels in children: Optimization of diagnostic-therapeutic pathway and analysis of color Doppler ultrasound and magnetic resonance urography diagnostic accuracy. *Journal of Pediatric Urology* 2018;14:68.e1-68.e6. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2017.09.019>.
- [12] Akbarov N. FEATURES OF REGRESSION OF CONGENITAL HYDRONEPHROSIS IN THE LONG-TERM PERIOD AFTER SURGERY IN CHILDREN. *International Journal of Scientific Pediatrics* 2022;1:31–7. <https://doi.org/10.56121/2181-2926-2022-2-31-37>.