

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1856>

# Взаимосвязь темпов развития гидронефроза у плода с причиной обструкции

А.В. Конова

Красноярская межрайонная клиническая больница № 20 им. И.С. Берзона, Красноярск, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Несмотря на проведение внутриутробных и постнатальных ультразвуковых скринингов, существует небольшое количество случаев выявления врожденного гидронефроза в дошкольном возрасте и старше. Из этого следует, что период развития гидронефротической трансформации у разных пациентов не одинаковый. Таким образом, изучение взаимосвязи причины обструкции с темпами увеличения лоханки является актуальным.

**Цель** — определить динамику увеличения размеров лоханки плодов и младенцев при разных причинах развития врожденного гидронефроза.

**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ 134 протоколов внутриутробного и 74 постнатального дооперационного ультразвукового исследования почек детей, прооперированных с разными причинами развития врожденного гидронефроза. Для оценки статистической значимости изучаемых переменных применяли критерий Вилкоксона. Корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи причины обструкции с темпами увеличения лоханки плода выполнен с использованием коэффициента корреляции Пирсона. Степень силы взаимосвязи исследуемых признаков оценена по шкале Чеддока.

**Результаты.** При проведении корреляционно-регрессионного анализа зависимости размеров лоханки плода, с увеличением его гестационного возраста на неделю, в интервале 20,5–32,5 нед., выявлены следующие закономерности: у плодов со стриктурой пиелоретерального сегмента лоханка больной почки увеличивается на 0,6 мм в неделю; у плодов с вазоретеральным конфликтом — на 0,35 мм в неделю; у плодов с эмбриональными спайками — на 0,2 мм в неделю; у плодов с высоким отхождением мочеточника — на 0,23 мм в неделю.

**Заключение.** В сроки 2-го и 3-го внутриутробного скрининга вероятность пренатальной диагностики пиелэктазии плода по причине спаек области пиелоретерального сегмента и высокого отхождения мочеточника значительно ниже, чем при стриктуре и вазоретеральном конфликте. На основании динамики дилатации полостной системы почки плода и ее размеров можно предположить причину обструкции пиелоретерального сегмента и предварительно спрогнозировать размер лоханки на момент родов, что в случае ожидания высокой степени гидронефроза позволяет выбрать учреждение для родоразрешения, с возможностью наложения пункционной нефростомы новорожденному.

**Ключевые слова:** гидронефроз; лоханка; почка; плод; пиелэктазия; ультразвуковое исследование.

## Как цитировать

Коновая А.В. Взаимосвязь темпов развития гидронефроза у плода с причиной обструкции // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2024. Т. 14, № 4. С. 511–521. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1856>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1856>

# Relationship between the cause of obstruction in congenital hydronephrosis and changes in dilation of the fetal renal pelvis over time

Anna V. Konova

J.S. Berzon Krasnoyarsk Interdistrict Clinical Hospital No.20, Krasnoyarsk, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Despite the implementation of intrauterine and postnatal ultrasound screenings, a significant number of cases of congenital hydronephrosis are detected in children of preschool age and older. It means that the period of development of hydronephrotic transformation varies in patients. This makes relevant the study of the relationship between the cause of obstruction and the rate of the renal pelvis dilation.

**AIM:** To determine the dynamics of the increase in the size of the renal pelvis in fetuses and infants with different causes of congenital hydronephrosis.

**MATERIALS AND METHODS:** A retrospective analysis covered 134 protocols of intrauterine ultrasound examinations and 74 postnatal preoperative ultrasound examinations of the kidneys of children who underwent surgery for various causes of congenital hydronephrosis. The Wilcoxon signed-rank test was used to assess the statistical significance of the studied variables. A correlation and regression analysis of the relationship between the cause of obstruction and the rate of dilation of the fetal renal pelvis was performed using the Pearson correlation coefficient. The strength of the relationship between the studied features was assessed using the Chaddock scale.

**RESULTS:** A correlation and regression analysis of the dependence between the fetal renal pelvis size and an increase in the gestational age by a week (within the range of 20.5–32.5 weeks) revealed the following patterns: in fetuses with stricture of the ureteropelvic junction, the pelvis of the affected kidney increased by 0.6 mm per week; in fetuses with obstruction by an aberrant blood vessel, by 0.35 mm per week; in fetuses with embryonic adhesions, by 0.2 mm per week; in fetuses with a high ureteral origin, by 0.23 mm per week.

**CONCLUSIONS:** During the 2nd and 3rd intrauterine screening, the probability of prenatal diagnosis of fetal pyelectasis due to adhesions in the ureteropelvic junction and high ureteral origin is significantly lower than in case of stricture and obstruction by an aberrant blood vessel. Changes over time in dilation of the fetal renal cavity system and its size help suggest the cause of obstruction of the ureteropelvic junction and pre-estimate the fetal renal pelvis size at the time of delivery; if advanced stage hydronephrosis is expected, this allows choosing an institution for delivery to provide percutaneous nephrostomy for the newborn.

**Keywords:** hydronephrosis; renal pelvis; kidney; fetus; pyelectasis; ultrasound examination.

## To cite this article

Konova AV. Relationship between the cause of obstruction in congenital hydronephrosis and changes in dilation of the fetal renal pelvis over time. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2024;14(4):511–521. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1856>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1856>

# 先天性肾积水中梗阻原因与胎儿肾盂扩张动态之间的相关性

Anna V. Konova

J.S. Berzon Krasnoyarsk Interdistrict Clinical Hospital No.20, Krasnoyarsk, Russia

## 摘要

**背景。**尽管现代医学已普及产前和产后超声筛查,但仍有相当数量的先天性肾积水病例在学龄前及更大年龄阶段被诊断出。这表明,不同患者的肾积水形成和进展过程存在显著差异。因此,研究梗阻原因与肾盂扩张速度之间的关系具有重要意义。

**研究目的。**确定不同梗阻原因下胎儿和婴儿肾盂尺寸动态变化的特点。

**材料与方法。**样本数据:134例产前超声检查记录;74例术前(产后)超声检查记录;数据来自因不同原因的先天性肾积水接受手术治疗的患儿。统计分析:使用Wilcoxon检验评估研究变量的统计学显著性;使用皮尔逊相关系数进行回归分析;根据Chaddock量表评估相关性强度。

**结果。**在20.5至32.5孕周范围内,不同梗阻原因导致的胎儿肾盂扩张速度如下:肾盂输尿管连接部狭窄:肾盂每周扩张0.6毫米;输尿管血管冲突:肾盂每周扩张0.35毫米;胚胎期粘连:肾盂每周扩张0.2毫米;输尿管高位起源:肾盂每周扩张0.22毫米。

**结论。**诊断概率差异:在第二和第三次产前筛查期间,肾盂输尿管连接部粘连或输尿管高位起源引起的肾盂扩张(肾盂积水)的诊断概率显著低于肾盂输尿管连接部狭窄或输尿管血管冲突。动态推测:根据胎儿肾盂系统的扩张速度和尺寸,可以推测肾盂输尿管连接部梗阻的具体原因;初步预测新生儿出生时的肾盂尺寸。临床建议:如果预期高程度的肾积水,建议选择具备新生儿穿刺肾造口术能力的分娩机构,以便及时干预。

**关键词:**肾积水;肾盂;肾脏;胎儿;肾盂积水;超声检查。

## 引用本文

### To cite this article

Konova AV. 先天性肾积水中梗阻原因与胎儿肾盂扩张动态之间的相关性. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2024;14(4):511–521. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1856>

收到: 31.10.2024

接受: 11.12.2024

发布日期: 22.12.2024

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Актуальность проблемы врожденного гидронефроза обусловлена его высокой распространенностью и длительным бессимптомным периодом, в ходе которого почка может претерпевать необратимые изменения. Аномалии мочевыделительной системы (МВС) плода относятся к наиболее часто пренатально диагностируемым порокам, их доля составляет 28–30 % среди всей диагностируемой патологии [1–3]. Закладка органов МВС осуществляется на 3–4-й неделе внутриутробного развития, наиболее значимыми периодами эмбриогенеза в формировании пороков МВС являются 9–13-я недели гестации. В настоящее время, благодаря широкому внедрению антенатальных ультразвуковых (УЗ) скринингов, существует возможность внутриутробного выявления расширения полостной системы почки плода [4–8]. Для планового антенатального УЗ-скрининга выбрано три гестационных периода: 12–13, 20–22, 31–33 нед. внутриутробного развития [9].

Задача пренатальной диагностики состоит не только в самом факте обнаружения аномалий развития плода, но и в формировании контингента детей, которым необходимо раннее хирургическое лечение. Согласно классификации степеней тяжести антенатального гидронефроза, основанной на размерах переднезаднего диаметра лоханки, размер лоханки плода в третьем триместре, превышающий 15 мм, относится к тяжелой степени антенатального гидронефроза, в постнатальном периоде к тяжелой степени относится переднезадний диаметр >30 мм [10], таким образом, пренатальное наблюдение за уродинамикой плода и паренхимой его почек позволяет в третьем триместре определить беременных женщин, младенцам которых вероятно понадобится наложение пункционной нефростомы в раннем неонатальном периоде (естественно после постнатального дообследования). Основные причины развития врожденного гидронефроза: стриктура лоханочно-мочеточникового сегмента, вазоуретеральный конфликт, спайки области пиелоуретерального сегмента (ПУС) и высокое отхождение мочеточника [6, 11–14]. Несмотря на то что внутриутробные и постнатальные УЗ-скрининги способны выявить данную патологию, существует немалое количество случаев диагностирования врожденного гидронефроза в дошкольном возрасте и старше. Из этого следует, что период развития гидронефротической трансформации у разных больных не одинаков [15]. В ходе многолетних клинических наблюдений замечено, что пациентам, прооперированным с врожденным гидронефрозом по причине стриктуры пиелоуретерального сегмента, диагноз чаще был выставлен внутриутробно; у пациентов с вазоуретеральным конфликтом во многих случаях внутриутробно была выявлена пиелозктазия разной степени выраженности; пациентам с эмбриональными спайками и высоким отхождением мочеточника врожденный гидронефроз чаще диагностирован постнатально. При стриктуре области ПУС отток мочи

нарушен изначально, за счет сужения просвета мочеточника; при гидронефрозе по причине вазоуретерального конфликта, гидронефроз развивается более медленными темпами, так как необходимо время для возникновения «конфликта», период которого зависит и от диаметра сосуда, и от его вида (при артерии помимо сдавления отрицательным моментом является еще и ее пульсация), и от силы компрессии; при спайках области ПУС и высоким отхождении мочеточника, изначально просвет мочеточника может быть и нормальным, и только за счет извитой траектории оттока мочи начинает развиваться гидронефроз. В связи с этим исследование по изучению взаимосвязи причин развития врожденного гидронефроза с динамикой размеров лоханки плодов и младенцев является актуальным. Результаты данной работы дадут цифровую характеристику динамике дилатации лоханки плодов с разными причинами обструкции ПУС.

*Цель исследования* — определить динамику увеличения размеров лоханки плодов и младенцев при разных причинах развития врожденного гидронефроза.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен ретроспективный анализ 134 протоколов внутриутробного и 74 постнатального дооперационного ультразвукового исследования (УЗИ) почек детей, прооперированных с врожденным гидронефрозом в период 2003–2023 гг. Критерии включения в исследование: односторонний процесс, наличие здоровой контрлатеральной почки, доношенный ребенок. Использовали УЗ-данные переднезаднего размера лоханки, впоследствии прооперированной почки. Внутриутробные скрининговые исследования плода проводились специалистами, выполняющими только пренатальную УЗ-диагностику. УЗИ новорожденным в роддомах проводилось врачом-сонологом роддома. Первый постнатальный скрининг выполняли специалисты УЗ-диагностического отделения для детей Городского центра охраны материнства и детства. Внутриутробные скрининговые исследования выполнены на аппаратах: Logic 700 pro series Mod 2184000-13, Logic 500 pro series Mod 250228, Volusion 730 Expert Mod AV-15CUI, Volusion 730 PRO V mod H 486516L, Volusion 730 PRO mod H 48651FF, Volusion E8, Volusion 730 Expert, Volusion E6. Использовались датчики 3–6 и 2–8 МГц. Новорожденных обследовали на аппаратах Sono-Scape 6000, My Lab Seven, датчик 2–15 МГц, Logic P5, ClearVue550, датчик 3,5 МГц, Vivid id. Постнатальный первый скрининг выполняли на аппаратах HD-3 Philips, датчики 2–5 и 5–9 МГц, My Lab 20, Esaote, датчики 2–8 и 5–12 МГц, Sono-Scape S8, датчики 2–7 и 4,5–16 МГц, Philips Affiniti 70, датчики L 12-5, C 5-1, Logic P6, датчики 5 cs, L 11. В первом скрининге (13 нед. и 3 дня) выявлен один случай расширения лоханки до 2 мм, во втором скрининге размеры лоханок составили 4,5–15,5 мм, в третьем — 5,8–27 мм. Протоколы внутриутробного и постнатального

Таблица 1. Частота внутриутробного выявления пиелэктазии

Table 1. Frequency of intrauterine detection of pyelectasis

Причина гидронефроза	Период выполнения УЗИ плода		
	1-й скрининг	2-й скрининг	3-й скрининг
Стриктура пиелоуретерального сегмента	–	45	52
Вазоуретеральный конфликт	1	13	13
Спайки области пиелоуретерального сегмента	–	2	2
Высокое отхождение мочеточника	–	3	3

Таблица 2. Частота выявления пиелэктазии у младенцев

Table 2. Frequency of pyelectasis detection in infants

Причина гидронефроза	Возраст ребенка в период выполнения УЗИ			
	до 10 дней	4 нед.	5 нед.	6 нед.
Стриктура пиелоуретерального сегмента	29	6	14	17
Вазоуретеральный конфликт	4	–	2	–
Спайки области пиелоуретерального сегмента	–	–	–	–
Высокое отхождение мочеточника	2	–	–	–

УЗИ почек распределены по причинам обструкции и времени выполнения исследования (табл. 1 и 2). В группу «спайки области ПУС» вошли только те, кому выполнен уретеролиз. У всех прооперированных со стриктурой ПУС диагноз подтвержден гистологически, определены фиброзные изменения стенки ПУС с сужением его просвета.

Исследование выполнено в период с марта 2024 по сентябрь 2024 г. на базе ГБУЗ «КМКБ № 20 им. И.С. Берзона» Красноярск. Этические принципы и нормы при проведении исследования были соблюдены в полном объеме (выписка из протокола заседания локального этического комитета КМКБ КГБУЗ № 20 им. И.С. Берзона № 23/2020 от 17.02.2020).

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью компьютерных программ Excel v. 10 и при применении пакета анализа SPSS Statistics v. 17.0. Проверку на нормальность распределения количественных данных производили с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Так как значительная часть количественных данных не подчинялась закону нормального распределения, то все они представлены в виде медианы, первого и третьего квартилей ( $Me [Q_1; Q_3]$ ). При сравнении двух зависимых выборок непараметрических данных использовали непараметрический критерий Вилкоксона. За критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в исследовании принимали  $p < 0,05$ . Полученные результаты обрабатывали с помощью корреляционно-регрессионного анализа, в расчетах использовали коэффициент корреляции Пирсона. Степень связи между сравниваемыми признаками оценивали по шкале Чеддока и трактовали как слабую при значении коэффициента

корреляции от 0,1 до 0,3; как умеренную — от 0,3 до 0,5; заметную — от 0,5 до 0,7; сильную — от 0,7 до 0,9; очень сильную — 0,9–1,0.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Доля причины обструкции ПУС среди выявленных пиелэктазий плодов до 34-й недели гестации по данной выборке представлена на рис. 1.

При сравнении внутриутробных размеров лоханок с помощью критерия Вилкоксона определено, что лоханки плодов со стриктурой ПУС, с вазоуретеральным конфликтом и с высоким отхождением мочеточника статистически значимо увеличились в период между 20–21-й и 32–33-й неделями беременности; в размерах лоханок плодов со спайками достоверных различий не выявлено. Динамика увеличения размеров лоханок плодов

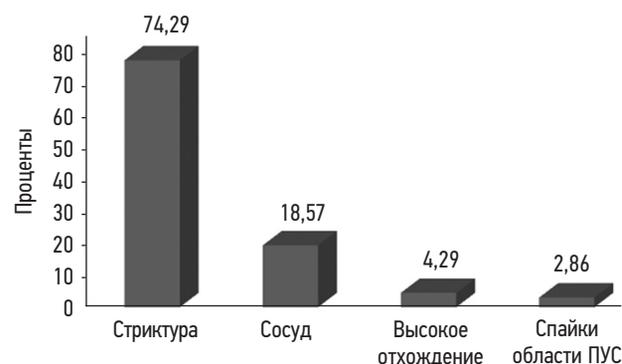


Рис. 1. Доля причины обструкции. ПУС — пиелоуретеральный сегмент

Fig. 1. Cause of obstruction, % UPJ, ureteropelvic junction

Таблица 3. Показатели размеров лоханки плода, мм, Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]Table 3. Fetal renal pelvis size, mm, Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]

Причина обструкции	Период измерений		p (критерий Вилкоксона)
	20–21-я неделя	32–33-я неделя	
Стриктура пиелоретерального сегмента	6,8 [6,15; 9,0]	14 [11; 17]	$p_{20,5-32,5} = 0,001$
Сосуд	6 [5,35; 8,5]	10 [7,75; 12,5]	$p_{20,5-32,5} = 0,001$
Спайки области пиелоретерального сегмента	6,3 [6;]*	8,7 [7,4;]*	$p_{20,5-32,5} = 0,068$
Высокое отхождение мочеточника	6 [5,3;]*	8,8 [6,8;]*	$p_{20,5-32,5} = 0,028$

\*Показатели 75-го квартиля отсутствуют, так как недостаточно наблюдений.

\*75<sup>th</sup> quartile values are missing due to insufficient observational data.

с разными причинами развития гидронефроза представлена в табл. 3.

Медианы лоханок всех плодов второго скрининга находятся в диапазоне 6–6,8 мм, а диапазон медиан лоханок третьего скрининга уже имеет более широкий разбег значений, и составляет от 8,7 до 14 мм. Сравнение между собой размеров лоханок плодов одного гестационного возраста с разными причинами гидронефроза не выполнено по причине либо очень разного количества наблюдений, либо их малого количества. Расширение чашечек выявлено у плодов со стриктурой ПУС в 6 из 45 случаев во втором скрининге, и в 39 из 52 случаев — в третьем; у плодов с вазоретеральным конфликтом в 1 из 13 случаев — во втором, и в 5 из 13 случаев — в третьем. У двух плодов со стриктурой ПУС во втором скрининге размеры чашечек составляли всего 2,2 и 3 мм, у одного с вазоретеральным конфликтом 3 мм, возможно это и громко называть расширением, но так как дилатация этих чашечек позднее увеличивалась, и дети были прооперированы

с врожденным гидронефрозом, то случаи вошли в статистику. Процент внутриутробного выявления каликоэктазии у плодов с пиелозктазией указан в табл. 4.

Из табл. 4 видно, что у плодов с вазоретеральным конфликтом процент обнаружения расширения чашечек почти в 1,73–1,95 (2-й и 3-й скрининг) раза ниже, чем при стриктуре, что свидетельствует о том, что гидронефротическая трансформация по причине вазоретерального конфликта развивается медленнее, чем при стриктуре ПУС. Случаев выявления каликоэктазии у плодов с эмбриональными спайками области ПУС и с высоким отхождением мочеточника не обнаружено. Размеры чашечек плодов указаны в табл. 5.

Сравнение между собой размеров чашечек плодов не выполнено по причине очень разного количества наблюдений, но по данным табл. 5 видно, что медианы размеров чашечек плодов второго скрининга увеличились в два раза к периоду третьего, и медиана чашечек плодов со стриктурой в оба скрининга в 1,45–1,5 раза больше,

Таблица 4. Доля выявления расширения чашечек плода

Table 4. Detected dilation of the fetal renal calyces

Причина обструкции	Период выявления	
	20–21-я неделя	32–33-я неделя
Стриктура пиелоретерального сегмента	13,33 %	75%
Сосуд	7,69 %	38,46%
Спайки области пиелоретерального сегмента	–	–
Высокое отхождение мочеточника	–	–

Таблица 5. Показатели размеров чашечек плода, мм, Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]Table 5. Fetal renal calyces size, mm, Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]

Причина обструкции	Период измерений	
	20–21-я неделя	32–33-я неделя
Стриктура пиелоретерального сегмента	4,35 [2,8; 5,68]	9 [7; 11]
Сосуд	3 [3; 3]	6 [5; 11,5]
Спайки области пиелоретерального сегмента	–	–
Высокое отхождение мочеточника	–	–

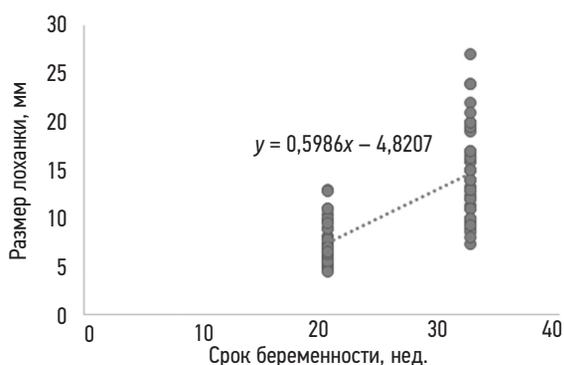


Рис. 2. Динамика увеличения лоханки плода при стриктуре пиелоретерального сегмента

Fig. 2. Changes over time in the fetal renal pelvis dilation in case of stricture of the ureteropelvic junction

чем медиана плодов с вазоуретеральным конфликтом, из чего опять же можно сделать вывод, что стриктура, как причина обструкции ПУС, сильнее нарушает отток мочи из почки.

При проведении корреляционно-регрессионного анализа зависимости размеров лоханки плода с увеличением гестационного возраста на неделю, в интервале 20,5–32,5 нед., выявлены следующие закономерности:

- у плодов со стриктурой ПУС лоханка больной почки увеличилась на 0,6 мм в неделю (рис. 2);
- у плодов с вазоуретеральным конфликтом лоханка больной почки увеличилась на 0,35 мм в неделю (рис. 3);
- у плодов с эмбриональными спайками, лоханка больной почки увеличилась на 0,2 мм в неделю (рис. 4);
- у плодов с высоким отхождением мочеточника лоханка больной почки увеличилась на 0,23 мм в неделю (рис. 5).

Коэффициент корреляции, отражающий силу взаимосвязи между увеличением возраста плода и увеличением размера лоханки при стриктуре ПУС составил 0,71, что характерно для высокой корреляционной связи по шкале Чеддока; коэффициент корреляции при вазоуретеральном конфликте составил 0,51, что соответствует заметной корреляции. Коэффициенты корреляции динамики размеров

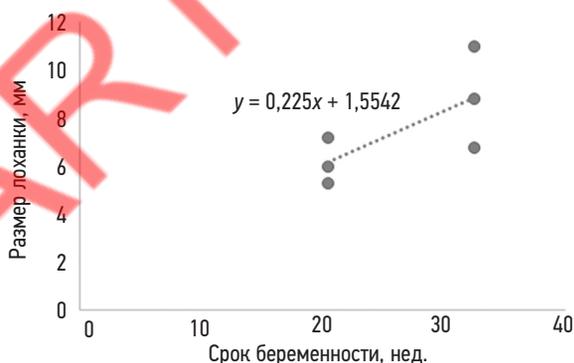


Рис. 5. Динамика увеличения лоханки плода при высоком отхождении мочеточника

Fig. 5. Changes over time in the fetal renal pelvis dilation in case of a high ureteral origin

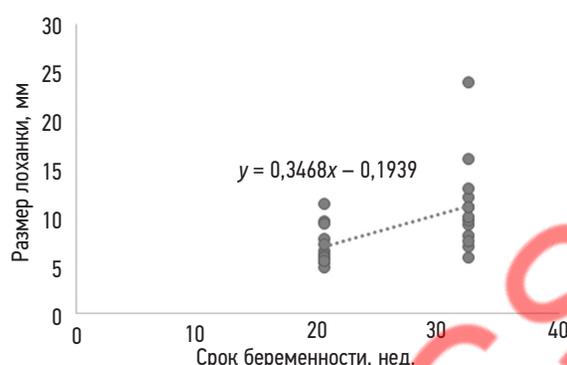


Рис. 3. Динамика увеличения лоханки плода при вазоуретеральном конфликте

Fig. 3. Changes over time in the fetal renal pelvis enlargement in case of ureteropelvic junction obstruction by an aberrant blood vessel

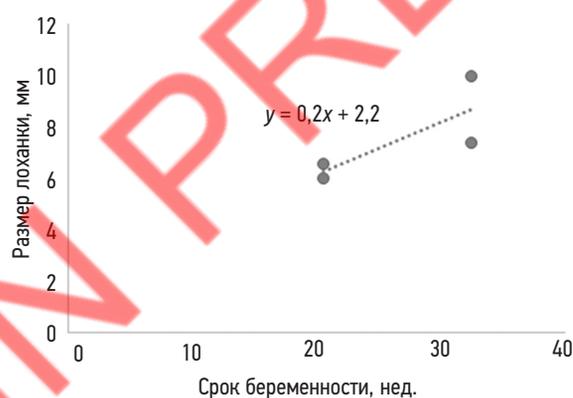


Рис. 4. Динамика увеличения лоханки плода при спайках области пиелоретерального сегмента

Fig. 4. Changes over time in the fetal renal pelvis enlargement in case of adhesions in the ureteropelvic junction area

лоханки при спайках области ПУС и высоком отхождении мочеточника не определены по причине недостаточного количества наблюдений. Динамика увеличения лоханки плодов с разными причинами обструкции ПУС наглядно отражена на диаграмме (рис. 6).



Рис. 6. Динамика увеличения лоханки плода, в зависимости от причины обструкции в период 20–21 – 32–33 нед. гестации. ПУС — пиелоретеральный сегмент

Fig. 6. Changes over time in the fetal renal pelvis dilation depending on the cause of obstruction in the period of 20–21 weeks to 32–33 weeks of gestation. UPJ, ureteropelvic junction

Размеры лоханок новорожденных и в период первого постнатального скрининга отражены в табл. 6. УЗИ почек двух новорожденных с высоким отхождением мочеточника выполнено в роддоме, в возрасте одного дня, их же УЗИ в возрасте 4–6 нед. и исследования прооперированных со спайками не найдены.

Из табл. 6 видно, что самое высокое значение медианы лоханки у новорожденных со стриктурой ПУС ниже у пациентов с уретеровазальным конфликтом и затем с высоким отхождением мочеточника. Их размеры между собой не сравнивали из-за разного количества наблюдений (29/4/2 соответственно). Все протоколы постнатального дооперационного УЗИ почек разделены по стадиям гидронефроза (классификация Open A, на момент выполнения исследования) и возрасту ребенка. Распределение пациентов со стриктурой ПУС представлено в табл. 7.

У двух новорожденных с высоким отхождением мочеточника диагностирована вторая стадия гидронефроза; у четырех новорожденных с вазоуретеральным конфликтом — у одного первая, у двоих вторая, у одного третья стадия. У обоих пятинедельных младенцев с вазоуретеральным конфликтом вторая стадия гидронефроза. Среди пациентов данной выборки 1 и 1–2 стадии гидронефроза выявлены только у новорожденных. Размеры лоханки больной почки на момент операции составляли 22,5 мм [18,5; 29]. Показанием к операции являлось наличие признаков гидронефроза по данным УЗИ и урографии,

в сомнительных случаях выполнялась мультиспиральная компьютерная томография почек с контрастом. В нашей клинике практикуется укладка пациента в томографе на здоровый бок, что позволяет лучше визуализировать область пиелoureterального сегмента, так как его уровень относительно полостной системы пораженной почки будет самый нижний, и это дает возможность скопить в нем высококонтрастную мочу. Дети прооперированы в возрасте от 3 мес. до 12 лет. Двум детям из данной выборки выполнен уретеролиз, 13 пациентам наложен антевазальный пиелoureteroанастомоз, 3 детям с высоким отхождением мочеточника — пиелoureteroанастомоз в физиологичном месте, 45 детям — операция Хайнса–Андерсена.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на то что при врожденном гидронефрозе каскад патологических процессов запускается внутриутробно, пиелозктазия у плода, в сроки УЗ-скринингов, выявляется не всегда. Трудности диагностики могут быть обусловлены неудобным положением плода, ожирением беременной и другими обстоятельствами, но эти факторы не могут быть причиной низкого процента выявления пиелозктазии плода при высоком отхождении мочеточника и спайках области ПУС, без сужения его просвета. Поэтому напрашивается вывод, что при высоком

Таблица 6. Показатели размеров лоханки младенцев до операции, мм, Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]

Table 6. Renal pelvis sizes in infants before surgery, mm, Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]

Причина гидронефроза	Возраст ребенка			
	до 10 дней	4 нед.	5 нед.	6 нед.
Стриктура пиелoureterального сегмента	16 [12,75; 20,5]	18,05 [12,08; 20,78]	17,1 [11,98; 22,9]	18,5 [15,6; 25]
Сосуд	13,2 [7,4; 19,6]	–	11,6 [10,2;]*	–
Спайки области пиелoureterального сегмента	–	–	–	–
Высокое отхождение мочеточника	12,05 [9,5;]*	–	–	–

\*Данные 75-го квартиля отсутствуют по причине малого количества наблюдений.

\*75<sup>th</sup> quartile values are missing due to a small amount of observational data.

Таблица 7. Стадии гидронефроза у детей со стриктурой пиелoureterального сегмента

Table 7. Stages of hydronephrosis in children with stricture of the ureteropelvic junction

Стадия	Возраст ребенка			
	до 10 дней	4 нед.	5 нед.	6 нед.
1	3	–	–	–
1–2	4	–	–	–
2	9	2	8	4
2–3	5	1	–	1
3	6	3	6	7
3–4	2	–	–	4
4	–	–	–	1

отхождении мочеточника и спайках области ПУС лоханка чаще начинает расширяться либо на поздних сроках беременности, уже после третьего скрининга, либо постнатально. Пиелозктазия у плода была обнаружена всего в 3 случаях высокого отхождения мочеточника из 8, и в 2 случаях спаек области ПУС из 13 прооперированных. Не выявленные пиелозктазии у плодов со стриктурой ПУС (не более 30 % всех прооперированных со стриктурой), вероятно, обусловлены не сильно значимым для внутриутробного периода сужением просвета ПУС и непротяженной стриктурой. По данным печатных источников, частота внутриутробного выявления гидронефроза, вызванного aberrантным сосудом, варьирует от 11 до 26 %.

Существует мнение, что для сдавления лоханочно-мочеточникового сегмента нижнеполярным сосудом необходимо развитие периуретерального спаечного процесса, вследствие которого добавочный сосуд и начальный отдел мочеточника натягивают друг друга, образуя фиксированный перекрест, после чего уже только нарушается отток мочи и начинает расширяться лоханка. В литературе также отмечено, что вазоуретеральный конфликт как причина гидронефроза возрастает (до 30–52 %) среди детей старшего возраста. Это вполне логично, так как для формирования этого конфликта необходимо время, в период которого образуются патологические изменения области ПУС, приводящие к нарушению уродинамики. По результатам обработки материала найдено 13 случаев выявления пиелозктазии плода из 18 прооперированных с вазоуретеральным конфликтом, это очень высокая доля выявления для данного вида обструкции, значительно превышающая литературные данные. Надо уточнить, что за 20 лет с вазоуретеральным конфликтом было прооперировано намного больше чем 18 детей, но в выборку попали только те, у кого удалось найти внутриутробное УЗИ (с пиелозктазией или без), поэтому соотношение «прооперировано / внутриутробно выявлено» отличается от опубликованных данных, поскольку доля внутриутробного обнаружения указана не от 100 % прооперированных с вазоуретеральным конфликтом, а только от тех, кто попал в выборку.

При поиске архивного материала было стремление найти одинаковое количество случаев разных причин развития врожденного гидронефроза, но так как вазоуретеральный конфликт, спайки области ПУС и высокое

отхождение мочеточника суммарно встречаются реже, чем стриктура, количество материала по каждой причине обструкции различается. Это является недостатком данной работы, поскольку невозможно сравнить между собой размеры лоханок плодов и младенцев одного возраста, но не стало причиной отказа от исследования вообще, так как анализ динамики увеличения размеров лоханки при разных причинах обструкции ПУС проведен.

Результаты данного исследования показали, что динамика увеличения лоханки плодов зависит от причины обструкции ПУС. Стриктура лоханочно-мочеточникового соустья имеет наивысшие показатели размеров лоханок во втором и третьем скринингах (6,8 мм [6,15; 9,0] и 14 мм [11; 17] соответственно) и является лидером по скорости увеличения лоханки в период с 20–21-й по 32–33-ю неделю беременности, которая составляет 0,6 мм в неделю. Второе место занимает уретеровазальный конфликт, скорость увеличения лоханки при котором составляет 0,35 мм в неделю, размеры лоханок 6 мм [5,35; 8,5] и 10 мм [7,75; 12,5] (2-й и 3-й скрининги). Третье место определено при высоком отхождении мочеточника, скорость увеличения лоханки составила 0,23 мм в неделю, размеры лоханок 6 мм [5,3;] и 8,8 мм [6,8;] (2-й и 3-й скрининги). Четвертое место у спаек области пиелоуретерального сегмента, со скоростью увеличения лоханки 0,2 мм в неделю, с размерами лоханок 6,3 мм [6;] и 8,7 мм [7,4;] (2-й и 3-й скрининги), статистически значимой разницы между которыми не получено. При сопоставлении максимальных и минимальных скоростей увеличения лоханок, видно, что при стриктуре ПУС скорость в три раза выше, чем при эмбриональных спайках. Самые высокие показатели размеров лоханок новорожденных обнаружены у прооперированных впоследствии со стриктурой лоханочно-мочеточникового сегмента — 16 мм [12,75; 20,5]; затем показатели тех, кто в будущем будет прооперирован с вазоуретеральным конфликтом — 13,2 мм [7,4; 19,6], и далее показатели размеров лоханок с высоким отхождением мочеточника — 12,05 мм [9,5;]. Доля причины обструкции ПУС, среди выявленных пиелозктазий плодов до 34-й недели гестации по данной выборке, убывает в том же порядке, что и медианы размеров лоханок третьего скрининга, и скорости увеличения лоханок в период между вторым и третьим скринингом (табл. 8).

Таблица 8. Характеристики причин обструкции пиелоуретерального сегмента

Table 8. Characteristics of the causes of pyeloureteral segment obstruction

Причина обструкции ПУС	Медиана в 3-м скрининге	Увеличение размера лоханки во 2-м и 3-м скрининге	Доля выявления от всех причин
Стриктура пиелоуретерального сегмента	14 мм	0,6 мм/нед.	74,29 %
Сосуд	10 мм	0,35 мм/нед.	18,57 %
Высокое отхождение мочеточника	8,8 мм	0,23 мм/нед.	4,29 %
Спайки области пиелоуретерального сегмента	8,7 мм	0,2 мм/нед.	2,86 %

При анализе частоты выявления дилатации чашечек у плодов, у которых уже диагностирована пиелозктазия, картина похожая. Доля выявления каликоэктазии у плодов самая высокая при стриктуре ПУС, затем в 1,95 раза реже при вазоуретеральном конфликте. Дилатация чашечек плодов при высоком отхождении мочеточника и со спайками области ПУС не обнаружена. Медиана размеров чашечек плодов со стриктурой в 1,45–1,5 (2-й и 3-й скрининг) раза выше медианы с вазоуретеральным конфликтом.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что причина развития врожденного гидронефроза влияет на темпы увеличения лоханки плода и на возможность внутриутробного обнаружения ее расширения. Учитывая, что невыявление пиелозктазии у плода и новорожденного не является гарантией правильного формирования лоханочно-мочеточникового соустья, всем детям, даже ясельного возраста, с отсутствием патологии почек на внутриутробных и постнатальных УЗИ-скринингах, в случаях беспричинной гипертермии, болях в животе, изменениях в анализах мочи, повышении АД, — рекомендовано повторное УЗИ органов МВП.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В сроки 2-го и 3-го внутриутробного скрининга вероятность пренатальной диагностики пиелозктазии плода по причине спаек области ПУС и высокого отхождения мочеточника значительно ниже, чем при стриктуре и вазоуретеральном конфликте. На основании динамики

дилатации полостной системы почки плода и ее размеров, можно предположить причину обструкции ПУС и предварительно спрогнозировать размер лоханки на момент родов, что в случае ожидания высокой степени гидронефроза позволяет выбрать учреждение для родоразрешения, с возможностью наложения пункционной нефростомы новорожденному.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Автор лично сформировала выборку пациентов, осуществила сбор архивного материала, разработала концепцию, выполнила исследование, подготовила статью.

**Источник финансирования.** Автор заявляет об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

**Конфликт интересов.** Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведенным исследованием и публикацией настоящей статьи.

**Этический комитет.** Не применимо.

## ADDITIONAL INFO

**Authors' contribution.** The author personally formed a sample of patients, collected archival material, developed a concept, performed a study, and prepared an article.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Ethics approval.** Not applicable.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Safdar A., Singh K., Sun R.C., Nassr A.A. Evaluation and fetal intervention in severe fetal hydronephrosis // *Curr Opin Pediatr.* 2021. Vol. 33, N 2. P. 220–226. doi: 10.1097/MOP.0000000000001001
- Freedman A.L. Prenatal hydronephrosis—another swing of the pendulum? // *J Urol.* 2018. Vol. 200, N 2. P. 256–257. doi: 10.1016/j.juro.2018.05.030
- Favorito L., Costa W., Lobo M., et al. Morphology of the fetal renal pelvis during the second trimester: Comparing genders // *J Pediatr Surg.* 2020. Vol. 55, N 11. P. 2492–2496. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2019.12.029
- Коварский С.Л., Агеева Н.А., Захаров А.И., и др. Вазоуретеральный конфликт как причина гидронефроза у детей (обзор литературы) // *Андрология и генитальная хирургия.* 2020. Т. 21, № 3. С. 13–22. EDN: FJJHAM doi: 10.17650/2070-9781-2020-21-3-13-22
- Bieniaś B., Sikora P. Potential novel biomarkers of obstructive nephropathy in children with hydronephrosis // *Dis Markers.* 2018. Vol. 2018. ID 1015726. doi: 10.1155/2018/1015726
- Arora M., Prasad A., Kulshreshtha R., Baijal A. Significance of third trimester ultrasound in detecting congenital abnormalities of kidney and urinary tract — a prospective study // *J Pediatr Urol.* 2019. Vol. 15, N 4. P. 334–340. doi: 10.1016/j.jpuro.2019.03.027
- Visuri S., Kivisaari R., Jahnuainen T., Taskinen S. Postnatal imaging of prenatally detected hydronephrosis — when is voiding cystourethrogram necessary? // *Pediatr Nephrol.* 2018. Vol. 33, N 10. P. 1751–1757. doi: 10.1007/s00467-018-3938-y
- Lence T., Lockwood G.M., Storm D.W., et al. The utility of renal sonographic measurements in differentiating children with high grade congenital hydronephrosis // *J Pediatr Urol.* 2021. Vol. 17, N 5. P. 660.e1–660.e9. doi: 10.1016/j.jpuro.2021.07.021
- Braga L.H., McGrath M., Farrokhyar F., et al. Society for fetal urology classification vs urinary tract dilation grading system for prognostication in prenatal hydronephrosis: A time to resolution analysis // *J Urol.* 2018. Vol. 199, N 6. P. 1615–1621. doi: 10.1016/j.juro.2017.11.077
- Общероссийская общественная организация «Российское общество урологов». Гидронефроз: клинические рекомендации. Москва: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2023.
- Menon P., Rao K.L.N. Extrinsic vessel associated with ureteropelvic junction obstruction // *J Indian Assoc Pediatr Surg.* 2019. Vol. 24, N 2. P. 154–155. doi: 10.4103/jiaps.JIAPS\_176\_18
- Wang W., LeRoy A.J., McKusick M.A., et al. Detection of crossing vessels as the cause of ureteropelvic junction obstruction

tion: The role of antegrade pyelography prior to endopyelotomy // *J Vasc Interv Radiol*. 2004. Vol. 15, N 12. P. 1435–1441. doi: 10.1097/01.RVI.0000141346.33431.2D

13. Сугак А.Б., Бабатова С.И., Филиппова Е.А., и др. Расширение чашечно-лоханочной системы у детей: классификации, тактика ведения // *Неонатология: Новости. Мнения. Обучение*. 2022. Т. 10, № 3. С. 33–43. EDN: TFECVL doi: 10.33029/2308-2402-2022-10-3-33-43

## REFERENCES

1. Safdar A, Singh K, Sun RC, Nassr AA. Evaluation and fetal intervention in severe fetal hydronephrosis. *Curr Opin Pediatr*. 2021;33(2):220–226. doi: 10.1097/MOP.0000000000001001
2. Freedman AL. Prenatal hydronephrosis—another swing of the pendulum? *J Urol*. 2018;200(2):256–257. doi: 10.1016/j.juro.2018.05.030
3. Favorito L, Costa W, Lobo M, et al. Morphology of the fetal renal pelvis during the second trimester: Comparing genders. *J Pediatr Surg*. 2020;55(11):2492–2496. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2019.12.029
4. Kovarsky SL, Ageeva NA, Zakharov AI, et al. Vascular-ureteral conflict as a cause of hydronephrosis in children (review). *Andrology and Genital Surgery*. 2020;21(3):13–22. EDN: FJJHAM doi: 10.17650/2070-9781-2020-21-3-13-22
5. Bienias B, Sikora P. Potential novel biomarkers of obstructive nephropathy in children with hydronephrosis. *Dis Markers*. 2018;2018:1015726. doi: 10.1155/2018/1015726
6. Arora M, Prasad A, Kulshreshtha R, Baijal A. Significance of third trimester ultrasound in detecting congenital abnormalities of kidney and urinary tract — a prospective study. *J Pediatr Urol*. 2019;15(4):334–340. doi: 10.1016/j.jpuro.2019.03.027
7. Visuri S, Kivisaari R, Jahnukainen T, Taskinen S. Postnatal imaging of prenatally detected hydronephrosis — when is voiding cystourethrogram necessary? *Pediatr Nephrol*. 2018;33(10):1751–1757. doi: 10.1007/s00467-018-3938-y
8. Lence T, Lockwood GM, Storm DW, et al. The utility of renal sonographic measurements in differentiating children with high grade congenital hydronephrosis. *J Pediatr Urol*. 2021;17(5):660.e1–660.e9. doi: 10.1016/j.jpuro.2021.07.021

14. Kebriyaei E, Davoodi A., Kazemi S.A., Bazargani Z. Postnatal ultrasound follow-up in neonates with prenatal hydronephrosis // *Diagnosis (Berl)*. 2021. Vol. 8, N 4. P. 504–509. doi: 10.1515/dx-2020-0109

15. Capello S.A., Kogan B.A., Giorgi L.J. Jr., Kaufman R.P. Jr. Prenatal ultrasound has led to earlier detection and repair of ureteropelvic junction obstruction // *J Urol*. 2005. Vol. 174, N 4. P. 1425–1428. doi: 10.1097/01.ju.0000173130.86238.39

9. Braga LH, McGrath M, Farrokhyar F, et al. Society for fetal urology classification vs urinary tract dilation grading system for prognostication in prenatal hydronephrosis: A time to resolution analysis. *J Urol*. 2018;199(6):1615–1621. doi: 10.1016/j.juro.2017.11.077

10. All-Russian public organization “Russian Society of Urologists”. *Hydronephrosis: clinical recommendations*. Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation; 2023. (In Russ.)

11. Menon P, Rao KLN. Extrinsic vessel associated with ureteropelvic junction obstruction. *J Indian Assoc Pediatr Surg*. 2019;24(2):154–155. doi: 10.4103/jiaps.JIAPS\_176\_18

12. Wang W, LeRoy AJ, McKusick MA, et al. Detection of crossing vessels as the cause of ureteropelvic junction obstruction: The role of antegrade pyelography prior to endopyelotomy. *J Vasc Interv Radiol*. 2004;15(12):1435–1441. doi: 10.1097/01.RVI.0000141346.33431.2D

13. Sugak AB, Babatova SI, Filippova EA, et al. Pelvicalyceal system’s dilation in children: classifications and management. *Neonatology: news, views, education*. 2022;10(3):33–43. EDN: TFECVL doi: 10.33029/2308-2402-2022-10-3-33-43

14. Kebriyaei E, Davoodi A, Kazemi SA, Bazargani Z. Postnatal ultrasound follow-up in neonates with prenatal hydronephrosis. *Diagnosis (Berl)*. 2021;8(4):504–509. doi: 10.1515/dx-2020-0109

15. Capello SA, Kogan BA, Giorgi LJ Jr, Kaufman RP Jr. Prenatal ultrasound has led to earlier detection and repair of ureteropelvic junction obstruction. *J Urol*. 2005;174(4):1425–1428. doi: 10.1097/01.ju.0000173130.86238.39

## ОБ АВТОРЕ

**Анна Викторовна Конова;**

адрес: Россия, 660123, Красноярск, ул. Инструментальная, д. 12; ORCID: 0000-0001-7153-0074; eLibrary SPIN: 2659-6290; e-mail: konova.nyuta@list.ru

## AUTHOR INFO

**Anna V. Konova, MD;**

address: 12 Instrumentalnaya st., Krasnoyarsk, 660123, Russia; ORCID: 0000-0001-7153-0074; eLibrary SPIN: 2659-62904; e-mail: konova.nyuta@list.ru