

ОБЗОРЫ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2020

Козлов Ю.А.^{1,2,3}, Распутин А.А.¹, Ковальков К.А.⁴, Барадиева П.Ж.¹, Очиров Ч.Б.¹, Поляин С.С.⁵, Капуллер В.М.⁶, Каганцов И.М.⁷, Миневич Е.⁸

МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ОБСТРУКЦИИ ПИЕЛОУРЕТЕРАЛЬНОГО СЕГМЕНТА У НОВОРОЖДЁННЫХ И МЛАДЕНЦЕВ. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

¹ОГАУЗ «Городская Ивано-Матренинская детская клиническая больница», 664009, Иркутск;

²«Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО РМА НПО Минздрава России» 664049, Иркутск;

³ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет Минздрава России», 664003, Иркутск;

⁴ГАУЗ КО «Областная детская клиническая больница», 650056, Кемерово;

⁵КГБУЗ «Красноярский краевой клинический центр охраны материнства и детства», 660074, Красноярск;

⁶Университетский медицинский центр, Еврейский университет, Иерусалим, Израиль;

⁷ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина», 167001, Сыктывкар, Россия;

⁸Отделение детской урологии, Детский госпиталь Цинцинати, США

Введение. Обструкция лоханочно-мочеточникового перехода является наиболее частой причиной гидронефроза у новорожденных и младенцев. Показания к хирургическому лечению включают: снижение дифференцированной почечной функции на 40% и менее продолжающееся снижение дифференцированной почечной функции на 10% и более при последующих исследованиях, плохую выделительную функцию при выполнении диуретической ренографии (T ½ более 20 мин), увеличение переднезаднего диаметра лоханки на более чем 20 мм или дилатацию III и IV степени по классификации Общества фетальной урологии (SFU).

Материал и методы. Варианты лечения этого состояния включают широкий спектр подходов -- от активного наблюдения до минимально инвазивных методов, включающих лапароскопическую или роботизированную пиелопластику. Основной целью терапии является облегчение симптомов, а также улучшение и (или) поддержание почечной функции. Наиболее распространенным методом устранения обструкции пиелoureтерального сегмента является расчлененная пиелопластика, которая также называется операцией Anderson-Hynes. Лапароскопическая пиелопластика Anderson-Hynes имеет ограниченное распространение и отражает сложный характер этой операции у новорожденных и младенцев. Хирургический доступ, предназначенный для минимально инвазивной коррекции обструкции пиелoureтерального сегмента, может быть реализован в равной степени с помощью лапароскопической пиелопластики, ретроперитонеоскопической пиелопластики и робот-ассистированной лапароскопической пиелопластики.

Результаты. На сегодняшний день существует ограниченное количество сообщений об использовании лапароскопических методов лечения обструкции пиелoureтерального сегмента у новорожденных и младенцев. Целесообразность такого подхода у детей младше 1 года остается предметом споров. Было установлено, что послеоперационные результаты лапароскопии схожи с исходами после обычных открытых процедур.

Заключение. Настоящий обзор литературы показал, что перед тем как выполнять реконструктивные операции на почках у младенцев хирург должен обладать опытом выполнения многих других передовых лапароскопических процедур, сопровождающихся наложением эндохирургических швов. Лапароскопия предлагает много больше преимуществ, чем просто сокращение пребывания пациента в больнице или меньшее использование наркотических средств. Увеличение, обеспечиваемое технологией телевидения высокого (HD) или ультравысокого разрешения (UHD или 4K), делает эти операции более точными, благодаря лучшей визуализации таких микроробъектов и их слоев, как мочеточник младенца, который имеет диаметр слегка превосходящий 2 мм. Другое преимущество лапароскопии состоит в том, что она позволяет наиболее адекватно выполнить оценку ситуации в случае с гидронефрозом, чем при использовании открытой хирургии.

Ключевые слова: гидронефроз; лапароскопия; новорожденные; младенцы.

Для цитирования: Козлов Ю.А., Распутин А.А., Ковальков К.А., Барадиева П.Ж., Очиров Ч.Б., Поляин С.С., Капуллер В.М., Каганцов И.М., Миневич Е. Минимально инвазивное лечение обструкции пиелoureтерального сегмента у новорожденных и младенцев. Современное состояние проблемы. *Детская хирургия.* 2020; 24(5): 331-339. DOI: <https://dx.doi.org/10.18821/1560-9510-2020-24-5-331-339>

Для корреспонденции: Козлов Юрий Андреевич, доктор мед. наук, заведующий отделением хирургии новорожденных ОГАУЗ «Ивано-Матренинская детская клиническая больница», 664099, Иркутск. E-mail: yuriherz@hotmail.com

Kozlov Yu.A.^{1,2,3}, Rasputin A.A.¹, Kovalkov K.A.⁴, Baradieva P.Zh.¹, Ochirov Ch.B.¹, Poloyan S.S.⁵, Kapuller V.M.⁶, Kagantsov I.M.⁷, Minevich E.⁸

MINIMALLY INVASIVE TREATMENT OF OBSTRUCTIONS OF THE PYELOURETERAL SEGMENT IN NEONATES AND INFANTS. STATE OF THE ART

¹Irkutsk Municipal Pediatric Clinical Hospital, Irkutsk, 664009, Russian Federation;

²Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, 664009, Russian Federation;

³Irkutsk State Medical University Russia, Irkutsk, 664003, Russian Federation;

⁴Kemerovo Clinical Pediatric Hospital No 5, Kemerovo, 650056, Russian Federation;

⁵Center for Maternal and Child Welfare, Krasnoyarsk, 660074, Russian Federation;

⁶Hadassah University Medical Center, Hebrew University, Jerusalem, Israel

⁷Pitirim Sorokin Syktyvkar State University, Syktyvkar, 167001, Russian Federation;

⁸Department of Pediatric Urology, Cincinnati Children's Hospital, Cincinnati, USA

Introduction. The obstruction of pyeloureteral junction is the most common cause of hydronephrosis in neonates and infants. Indications for surgical treatment include: decrease in differentiated renal function less than 40%, continued decrease in differentiated renal function for more than 10% in subsequent examinations, poor excretory function at diuretic renography ($T_{1/2}$ more than 20 min), increase in the antero-posterior diameter of the pelvis over 20 mm or dilatation of degrees III and IV by the classification of the Society of Fetal Urology (SFU).

Material and methods. Treatment options for this condition include a wide range of approaches - from active observation to minimally invasive methods, including laparoscopic or robotic pyeloplasty. The main goal of treatment is to alleviate symptoms as well as to improve and / or to maintain renal function. The most common technique for removing obstruction of the pyeloureteral junction is dismembered pyeloplasty which is also called Anderson-Hynes operation. The Anderson-Hynes laparoscopic pyeloplasty is not widely spread what reflects the complex nature of this surgery in newborns and infants. A surgical access aiming to provide a minimally invasive correction of the obstruction in the pelvic-ureteric junction can be achieved equally by laparoscopic pyeloplasty, retroperitoneoscopic pyeloplasty and robot-assisted laparoscopic pyeloplasty.

Results. Currently, there is a limited number of reports on the application of laparoscopic techniques for treating pyeloureteral segment obstructions in newborns and infants. The reasonability of such an approach in children under one year of age remains a matter of debate. It has been found out that postoperative results after laparoscopy are similar to those after a conventional open intervention.

Conclusion. This literature review demonstrates that a surgeon - before performing reconstructive operations on infant's kidneys - must have a good experience in many other advanced laparoscopic procedures with endosurgical suturing. Laparoscopy offers many more benefits than simply reducing the patient's hospital stay or less drug use. The magnification inherent to high-definition (HD) or ultra-high-resolution television (UHD or 4K) technology makes these surgical interventions more accurate due to better visualization of such microobjects and their layers at the baby's ureter, which has a diameter slightly exceeding 2 mm. Another advantage of laparoscopy lies in more adequate assessment of the situation in case of hydronephrosis than that in the open surgery.

Key words: hydronephrosis; laparoscopy; newborns; infants.

For citation: Kozlov Yu.A., Rasputin A.A., Kovalkov K.A., Baradieva P.Zh., Ochirov Ch.B., Poloyan S.S., Kapuller V.M., Kagantsov I.M., Minevich E. Minimally invasive treatment of obstructions of the pyeloureteral segment in neonates and infants. State of the art. *Detskaya khirurgiya (Russian Journal of Pediatric Surgery)* 2020; 24(5): 331-339. (In Russian). DOI: <https://dx.doi.org/10.18821/1560-9510-2020-24-5-331-339>

For correspondence: Yury A. Kozlov, MD, PhD, dr. med.sc., head of surgical department for newborns in Irkutsk Municipal Pediatric Clinical Hospital, Irkutsk, 664009, Russian Federation. E-mail: yuriherz@hotmail.com

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Received: April 13, 2020

Accepted: September 21, 2020

Введение

Обструкция пиелоуретерального сегмента (ПУС) или, иначе, лоханочно-мочеточникового соединения, вызывает снижение потока мочи из почечной лоханки в мочеточник и без соответствующего лечения может привести к гидронефрозу (ГН) – устойчивому расширению лоханки и прогрессирующему ухудшению почечной функции [1]. Общество фетальной урологии (SFU) на основании ультразвукового исследования выделяет 5 степеней ГН [2]: стадия 0 – отсутствие дилатации; I степень – расширение почечной лоханки без расширения чашечек (пиелозктазия); II степень – расширение почечной лоханки и больших чашечек (пиелокаликоектазия); III степень – расширение лоханки, больших и малых чашечек, истончение паренхимы до 50% относительно нормы; IV степень – расширение лоханки и чашечек с истончением паренхимы более 50% относительно нормы. Главный механизм запуска повреждения почечной паренхимы состоит в увеличении давления мочи в лоханке [3]. Большинство случаев обструкции ПУС имеют врожденную природу. Другие причины, как внутренние, так и внешние, являются

приобретенными и включают мочекаменную болезнь, послеоперационную воспалительную стриктуру, фиброзно-пителлиальные полипы, спайки и злокачественные новообразования [4]. Врожденное сужение обычно представлено аперистальтическим прилоханочным сегментом мочеточника, который не позволяет сформировать нормальный мочевой болюс с тем, чтобы продвинуть его в направлении мочевого пузыря [5]. При патоморфологическом исследовании пораженных мочеточников были обнаружены гистологические изменения, заключающиеся в том, что спиральная мускулатура мочеточника заменяется продольной мышечной или фиброзной тканью [6–8]. Другие патологические процессы, как, например аномальная секрция активных субстанций, подобных трансформирующему фактору роста- β , эпидермальному фактору роста, оксиду азота и нейропептиду Y, также играют доказанную роль в возникновении обструкции ПУС [9].

Роль аберрантных нижнеполярных почечных сосудов в патогенезе сужения ПУС является спорной. Такой вариант кровоснабжения почки встречается у 30% населения в целом и в 63% всех случаев обструкции ПУС [9]. Однако, несмотря на эту связь, отношения между пересекающи-

мися сосудами и сужением ПУС остаются неясными. В некоторых случаях, из-за отсутствия очевидных гистопатологических изменений, можно принять точку зрения о том, что пересечение мочеточника сосудами вызывает только механическое препятствие. У других пациентов aberrантные сосуды могут быть причиной воспаления, фиброза и гипертрофии гладких мышц мочеточника, которые впоследствии приводят к обструкции ПУС [10].

В настоящее время, благодаря широкому использованию дородового ультразвукового исследования (УЗИ), бессимптомный гидронефроз диагностируется очень рано – до рождения. В дополнение к высокой специфичности и чувствительности ультразвукового метода для обнаружения ГН используют динамическую и статическую нефросцинтиграфию (ренографию), компьютерную томографию (КТ) и магнитно-резонансную томографию (МРТ), которые предоставляют значительно больше информации о функции пораженной почки и анатомии окружающих ее тканей.

Варианты лечения ГН включают широкий спектр подходов – от активного наблюдения до минимально инвазивных методов, включающих лапароскопическую или роботизированную пиелопластику. Основной целью терапии является облегчение симптомов, а также улучшение и (или) поддержание почечной функции.

Диагноз

УЗИ занимает первое место среди всех диагностических процедур, которые используются для диагностики ГН. Однако УЗИ не предоставляет информацию о почечной функции гидронефротической почки. Модификация этого метода, включающая ультразвуковое сканирование до и после инъекции диуретика, позволяет обнаружить и диагностировать обструктивный тип поражения лоханки. Дуплексное доплеровское сканирование помогает также обнаружить почечную обструкцию на основании определения резистивного индекса (RI). Значение RI больше 0,70 указывает на обструкцию. Сообщается, что у взрослых этот диагностический тест обладает 92% чувствительностью и 88% специфичностью [11]. Многофакторная бальная система оценки обструкции верхних мочевыводящих путей, представленная В. Garcia-Pena, – это еще одна попытка улучшить чувствительность ультразвука в диагностике ГН. Чувствительность многомерной системы оценки составляет 91% [12].

Классическая экскреторная урография наиболее часто используется в качестве главной диагностической опции для подтверждения обструкции ПУС. Однако в дополнение к ней применяются современные технологичные исследования, такие как МРТ или КТ, которые предоставляют дополнительную информацию о функции пораженной почки и анатомии окружающих тканей, особенно для визуализации aberrантных сосудов [11]. МРТ достаточно прогрессивный метод диагностического изображения, который дает сведения не только об анатомии почки и выделительной системы, но и используется для оценки почечной функции. Однако требуются дальнейшие исследования, чтобы определить ее роль в диагностике обструкции ПУС [13].

Другой метод визуализации, широко использующийся в диагностике ГН для оценки до- и послеоперационной функции почек, – радиоизотопная ренография (РИР). Этот способ предполагает внутривенное введение радиоизотопа и наблюдение с помощью гамма-камеры, как радиоизотоп выводится почками. Почечная функция оценивается через 1–2 мин после инъекции радиоизотопа и выражается в долях, приходящихся на правую и левую почки. Нормальный уровень выделения изотопа одной почкой находится между 45 и 55%. Нарушение оттока мочи из

почечной лоханки в мочеточник оценивается на основании определения $T_{1/2}$ (время, необходимое для выделения половины радиоизотопа). В случаях обструкции мочеточника радиоизотоп не пройдет дальше уровня препятствия и время его экскреции будет увеличено. Когда $T_{1/2}$ короче 10–15 мин, это означает, что препятствий оттоку мочи не существует, когда $T_{1/2}$ превышает 20 мин, это указывает на проблемы с проходимость верхних мочевых путей [14]. РИР также может быть использована для того, чтобы различить обструкцию ПУС и другие болезни почек, например кистозную дисплазию почек. Почки с кистозной дисплазией плохо накапливают изотоп, в то время как почки с нарушением оттока мочи через ПУС обычно демонстрируют хорошие концентрации изотопа [15]. Несмотря на сильные позиции РИР в диагностике обструкции ПУС, есть публикации, указывающие на то, что необходимость выполнения этого метода сомнительна у пациентов, которые становятся бессимптомными после оперативного лечения [16]. В настоящее время существуют противоречия, касающиеся рутинного выполнения скинтиграфии почек у всех пациентов в начале лечения и после его завершения [17]. Многие исследователи склонны считать, что обязательная контрольная скинтиграфия может не понадобиться в послеоперационном периоде у пациентов с дифференцированной почечной функцией (ДФП) выше 40% в предоперационном периоде, если, конечно, УЗИ не фиксирует атрофии паренхимы, компенсаторной гипертрофии почки с противоположной стороны и переднезадний диаметр (ПЗД) лоханки, который быстро регрессирует после операции. Некоторые авторы считают, что снижение степени ГН при УЗИ можно использовать в качестве надежного индикатора успеха пиелопластики [18, 19]. Тем не менее, есть показания к скинтиграфии в тех случаях, когда можно предположить значительное снижение функции почек, особенно у пациентов с большими (> 50 мм) значениями ПЗД, IV стадией ГН (SFU) или с осложненным течением ГН (инфекция мочевыводящих путей). У этих детей естественным образом возникает необходимость в повторной скинтиграфии в послеоперационном периоде. Другим распространенным радиоизотопным методом оценки состояния почечной паренхимы является статическая нефросцинтиграфия (НССГ). Наиболее распространенным радиофармпрепаратом для ее проведения является ^{99m}Tc -ДМСА (димеркаптоянтарная кислота, меченная ^{99m}Tc), которая медленно экскретируется почками. Таким образом, принципиальным отличием статической нефросцинтиграфии от динамической является возможность оценки анатомо-топографических особенностей почки в интервале от 1 до 6 ч после введения препарата. Этот метод позволяет оценить жизнеспособность паренхимы почки и обнаружить ее рубцовое поражение. Кроме того, с помощью этого метода также возможно вычисление дифференцированной почечной функции, которое выполняется через 2 ч после введения радиофармпрепарата.

У некоторых пациентов, например с нефропиелостомой, возможны другие методы диагностики, такие как антеградная пиелография, которая позволяет определить точное положение препятствия. Тест Уитакера (Whitaker test) – другой инвазивный тест, который редко рекомендуют у детей, но в виде исключения выполняют у больных с существующей наружной пиелостомой. Он используется в тех случаях, когда другие диагностические методы дают сомнительные результаты. Тест определяет внутрилоханочное давление во время инфузии физиологического раствора с фиксированной скоростью 10 мл/мин. Внутриполостное давление менее 15 см H_2O считается нормальным, больше чем 22 см – H_2O является показателем обструкции [20].

Кроме того, некоторые показатели крови могут быть использованы в качестве неинвазивного вспомогательно-го обследования у больных с ГН, например определение трансформирующего фактора роста-бета (TGF β), эпидермального фактора роста (EGF), эндотелина-1 (ET-1), N-ацетил-бета-D-глюкозаминидазы (NAG), гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ) и щелочной фосфатазы. Однако эти биохимические маркеры пока не используются в обычной клинической практике, а применяются в основном в условиях научных исследований [21].

Показания к операции

Европейские и российские национальные рекомендации о показаниях к хирургическому вмешательству при обструкции ПУС у новорожденных и младенцев включают: снижение дифференцированной почечной функции (ДФП) на 40% и менее, продолжающееся снижение дифференцированной почечной функции на 10% и более при последующих исследованиях, плохую выделительную функцию при выполнении диуретической ренографии (Т $\frac{1}{2}$ более 20 мин), увеличение ПЗД лоханки на более чем 20 мм или дилатацию III и IV степени по классификации Общества фетальной урологии (SFU) [22, 23]. Рекомендации других исследователей дополняют эти указания и уточняют некоторые спорные моменты, касающиеся нестандартных ситуаций. Одним из существенных уточнений для выполнения операции при одностороннем ГН V. Chandrasekhar (2015) называет не только увеличение переднезаднего диаметра лоханки > 20 мм, но и уменьшение толщины паренхимы менее $\frac{1}{2}$ в сравнении со здоровой почкой. При двухсторонней обструкции хирургической коррекции, на взгляд автора, в первую очередь должна подвергаться почка с наиболее нарушенной функцией. Контралатеральная почка может быть оперирована позже, если ГН нарастает во время наблюдения между операциями [24].

По мнению I. Erol (2019) для одностороннего ГН показания к пиелопластике выражаются следующим языком цифр: ПЗД лоханки > 20 мм, ДФП < 40% и ГН стадии III–IV по классификации SFU. Для двухстороннего ГН определение ДФП не имеет значения и показания к выбору стороны, на которой в первую очередь выполняется пиелопластика, основываются на измерении ПЗД лоханки, толщины паренхимы и индекса резистивности почечных сосудов, измеренного с помощью УЗИ. Если эти параметры сопоставимы, то рассматривается вопрос о симультанной пиелопластике с двух сторон [17].

Дополнительным показанием к хирургическому вмешательству по мнению J. Gatti расценивается рецидив ГН после выполненной пиелопластики, который устанавливается на основании определения после первичной операции снижения дифференциальной почечной функции и/или увеличения гидронефроза на УЗИ [25]. Еще одним уточнением к выработке показаний к хирургическому вмешательству у младенцев с обструкцией ПУС является симптоматическое течение заболевания, сопровождающееся признаками мочевой инфекции, боли, образованием камней и возникновением гематурии [26].

Таким образом, показаниями к операции являются снижение функции почек у пациентов с обструкцией оттока мочи, подтвержденные на радиоизотопной ренографии, комбинация уменьшения толщины паренхимы и увеличения диаметра лоханки на серийных УЗИ, либо комбинация любого из этих сочетаний с симптомами заболевания.

В настоящее время существует не так много споров вокруг вопроса о времени выполнения пиелопластики. Большая часть операций у детей с внутриутробно диагно-

стированным гидронефрозом должна проводиться в течение первых месяцев жизни. Как правило, младенцы, которым требуется операция, имеют серьезное препятствие в области ПУС, которое существует на протяжении всей внутриутробной жизни и к моменту рождения ребенка приводит к ухудшению или потере функции почки [17].

Лечение

Неинвазивные подходы

У части пациентов с врожденной обструкцией ПУС проблема ГН разрешается спонтанно [1, 3, 22, 23]. Предсказать, какие пациенты с ГН не потребуют хирургического вмешательства, достаточно трудно. Первая попытка прогнозирования инволюции ГН у детей была предпринята на примере определения некоторых ферментов, таких как N-ацетилглутамат (NAG), щелочная фосфатаза и гаммаглутамилтрансфераза (ГГТ). Концентрация этих веществ была значительно выше у пациентов с гидронефрозом, который требовал хирургического вмешательства. Поэтому было предположено, что повышенные уровни указанных ферментов могут быть использованы для того, чтобы выявить пациентов, нуждающихся в пиелопластике. Кроме того, стало известно, что уровень щелочной фосфатазы значительно падает после операции, поэтому концентрация этого фермента может быть использована в качестве дополнительного маркера улучшения почечной функции после пиелопластики [27]. Необходимо тщательное наблюдение маленьких детей в течение первых месяцев жизни, чтобы выявить детей с обструкцией, которая требует операции. Эта тактика представляется безопасным и рекомендуемым подходом для новорожденных с ГН.

Эндоурологические методы

Эндопиелотомия была впервые выполнена J. Ramsay в 1984 г. [28]. Эта процедура производится путем нанесения разреза на всю толщину мочеточника с его внутренней стороны. Разрез выполняется сбоку, чтобы не повредить возможные aberrантные сосуды. После эндопиелотомии устанавливается двойной J-стент, чтобы способствовать заживлению ПУС. Варианты эндопиелотомии зависят от используемых источников энергии (холодный или горячий нож), либо направления введения устройства (антеградный или ретроградный методы). Преимущества этой процедуры включают сокращенное пребывание пациентов в больнице и их более быстрое послеоперационное восстановление. С другой стороны, функциональные результаты эндопиелотомии хуже, чем у открытой, лапароскопической или роботизированной пиелопластики. Показатели эффективности эндопиелотомии составляют от 65 до 93% [29]. Результаты этой процедуры могут быть улучшены при тщательном отборе пациентов. Было показано, что пациенты с менее выраженным гидронефрозом (стадия II SFU) демонстрируют лучшие показатели антеградной эндопиелотомии, чем больные с более сложными случаями (стадия III–IV SFU). Протяженность стриктуры также является важным фактором послеоперационных исходов. Для стриктур длиной более 2 см результаты эндопиелотомии обычно неблагоприятны. Наиболее частое осложнение эндопиелотомии – кровотечение, которое возникает с частотой 2–4%. Другие осложнения включают травму мочеточника, инфекцию, стриктуры мочеточника и рубцы [30].

Еще одним эндоурологическим методом, обеспечивающим минимальную травму при лечении ГН, является дилатация ПУС баллоном высокого давления [31]. Один из отчетов, представленных A. Parente в 2013 г., демонстрирует, что эта процедура была эффективна у 45 из 50 детей,

чей возраст был менее 18 мес. Повторная дилатация потребовалась у 3 пациентов [32]. Однако более позднее исследование, сравнивающее ЛП и баллонную дилатацию, показало, что эффективность ЛП была выше при сравнении итогов операции через 24 мес (95,5% против 71%) [33].

Пиелопластика

Наиболее распространенным методом восстановления проходимости ПУС является расчлененная пиелопластика, которая также называется операцией Anderson-Hynes [34]. Так как этот вид хирургического вмешательства предполагает полное удаление патологического сегмента и сопровождается продольным рассечением суженного сегмента мочеточника вплоть до достижения его здоровой части, такой тип пластики является наиболее универсальным, благодаря чему повсеместно используется в мире и существует в двух вариантах – лапароскопическом (лапароскопическая пиелопластика (ЛП)) и открытом (открытая пиелопластика (ОП)). Метод Anderson-Hynes позволяет уменьшить размер лоханки, а также выполнить транспозицию ПУС при aberrантных сосудах. Этот метод однако не подходит для длинных или множественных стриктур мочеточника.

Другие способы реконструкции ПУС включают лоскутные процедуры, такие как Y-V-пластика Foley, спиральная пластика Culp-DeWeerd или вертикальная пластика Scardino-Prince. Наиболее часто среди них используется Y-V-пластика Foley [9]. Лоскутные процедуры подходят для длинных стриктур мочеточника с высоким впадением мочеточника в почечную лоханку. Сравнение лапароскопической пиелопластики Anderson-Hynes с лапароскопической Y-V-пиелопластикой показало, что при использовании Y-V-лоскута оперативное время было значительно короче и сопровождалось аналогичными послеоперационными результатами [Szydelko T., 2010]. В другом исследовании, в котором проспективно сравнивались показатели эффективности пластики Anderson-Hynes и Y-V-пластики, первый метод привел к более высокому уровню положительных результатов, чем Y-V-пиелопластика, но разница не была статистически значимой [35]. Пластика Fenger – другой и в тоже время самый простой подход для лечения ГН, который предполагает нанесение продольного разреза, проходящего через суженный сегмент ПУС, и его поперечное сшивание. Эта процедура может быть применена только для коротких стриктур в отсутствие высокого впадения мочеточника [36].

Случаи с пересекающимися aberrантными сосудами представляют собой терапевтическую дилемму. Нет единого мнения о том, необходима ли транслокация пересекающихся сосудов или необходимо перемещение ПУС (транспозиция) кпереди от них? Результаты операций с и без перемещения сосудов, как оказалось, не отличаются. Поэтому транспозиция указана для случаев со сложными анатомическими отношениями. Решение должно быть сделано во время операции. Транслокационная техника влечет за собой мобилизацию, перемещение и закрепление почечного сосуда в более высоком положении на уровне почечной лоханки так, чтобы он не касался ПУС [9, 37, 38].

Лапароскопические методы лечения обструкции ПУС

Лапароскопическое лечение ГН было впервые описано в 1993 г. W. Schuessler [39] и L. Kavoussi [40] у взрослых, а затем С. Peters у детей [41]. При использовании лапароскопии область стеноза мочеточника иссекается вместе с частью лоханки. Затем нормальный нестенозированный мочеточник после продольного рассечения анастомозируется со здоровыми тканями лоханки. Значительным пре-

имуществом лапароскопической пиелопластики является возможность ее применения в случаях перекрестных сосудов. ЛП может быть выполнена через трансперитонеальный или ретроперитонеальный (забрюшинный) доступ. Для большего рабочего пространства и более знакомой анатомии хирурги чаще выбирают позадилобостомический или трансмезентериальный трансперитонеальные доступы. В рандомизированном исследовании, сравнивающем трансперитонеальный и забрюшинный доступы, не было обнаружено никакой разницы с точки зрения функциональных результатов, но было зарегистрировано увеличение длительности операции при использовании забрюшинного подхода [42].

Из-за того, что лапароскопия влечет за собой меньший уровень боли, а также имеет сопоставимую эффективность и лучшие косметические результаты, чем открытая операция, и значительно лучшие функциональные результаты, чем эндоурологические подходы, она постепенно стала новым золотым стандартом в лечении ГН у детей и взрослых [43]. Было показано, что ЛП – наилучший вариант лечения как для очень маленьких детей (< 1 года), так и для пожилых людей (70 лет и старше) [44–46]. ЛП также продемонстрировала лучшие эффекты лечения у пациентов с подковообразными почками [47]. В больших по числу пациентов исследованиях успех ЛП находится в диапазоне от 95 до 100% [48, 49]. Однако, по сравнению с открытой пиелопластикой или эндопиелотомией, лапароскопическая пиелопластика требует передовых лапароскопических навыков, в основном, из-за сложности наложения эндохирургических швов в условиях малого анатомического пространства. Это означает, что ЛП выполняется преимущественно в центрах, которые специализируются на лапароскопии как основном методе выполнения большого спектра операций у детей. ЛП также более длительная процедура, чем открытая пиелопластика, по данным большинства опубликованных исследований. Тем не менее, некоторые авторы сообщают, что продолжительность ЛП может быть короче времени, необходимого для производства открытой операции [50]. К сожалению, большинство доступных данных, сравнивающих лапароскопический и открытый методы приходится на нерандомизированные исследования. Во взрослой популяции существует одна рандомизированная серия, изучавшая 62 пациента после ЛП, результаты которой были аналогичны итогам ретроспективных исследований [51]. Р. Menon (2016) в исследовании 112 пациентов с ДПФ ≤ 20% обнаружил, что обструкция была устранена у 96 пациентов, однако улучшение клинической картины произошло только у 85 [52]. Исследования, выполненные у детей, также установили, что послеоперационные результаты ЛП схожи с исходами обычных открытых процедур [53–58]. J. Gatti (2017) в проспективном рандомизированном контролируемом исследовании представил сравнение ЛП и ОП, которое показало, что эти два метода были сопоставимы по эффективности. Различия касались большей длительности ЛП в сравнении с ОП (139,5 против 122,5 мин), но демонстрировали более короткое пребывание пациентов в госпитале после лапароскопии (25,9 против 28,2 ч) [25]. В исследовании А. Hendron, при сравнении двух когорт открытой и лапароскопической пиелопластики, частота рецидивов была идентичной и составляла 4 %. В целом, 89% пациентов после ОП и 85% после ЛП продемонстрировали улучшение функции почек. У оставшихся больных фиксировалось ухудшение или стабильное функционирование прооперированной почки. Эффективность лечения, определяемая с помощью ультразвука или скинтиграфии почек, в других исследованиях составляла от 96 до 100% [37, 59–62].

Обобщая выводы, касающиеся применения ЛП и ОП у детей, можно констатировать, что они эквивалентны с позиций функциональных итогов операций. Однако ЛП предлагает ускоренное восстановление пациентов после хирургических процедур и непревзойденный косметический эффект [24, 63, 64]. Сравнение ЛП и РП демонстрирует, что оба метода являются безопасными и характеризуются сопоставимыми результатами, не зависимо от выбранного доступа. Забрюшинный метод имеет более низкую частоту осложнений, но сопровождается повышенной скоростью поглощения CO₂ и может приводить к гиперкарбии, к которой особенно чувствительны маленькие дети. Трансперитонеальный подход имеет преимущество, состоящее в том, что он обеспечивает большое рабочее пространство, позволяющее комфортно выполнить пиелопластику даже у новорожденных детей. Дополнительное преимущество ЛП над забрюшинным доступом заключается в лучших возможностях визуализации и транслокации перекрестных аберрантных сосудов.

Однопортовая ЛП

С момента первого упоминания о проведении ЛП у детей в 1995 г. [41], принятие минимально инвазивного подхода как стандартного для лечения младенцев с ГН неуклонно растет [55]. Несколько исследований представили описание однопортовой лапароскопии в лечении ГН у детей. Н. Laydner (2012) проанализировал 28 исследований, содержащих упоминания о 146 случаях однопортовой пиелопластики. Он сообщил, что средняя длительность операции составила 215 мин. Автор рекомендовал использовать этот метод пиелопластики только в высококвалифицированных хирургических центрах с большим опытом выполнения лапароскопических операций [65]. D. Liu в 2017 г. продемонстрировал, что несмотря на лучшую косметичность, однопортовая пиелопластика сопровождается удлинением времени операции и техническими трудностями, что позволило ему сделать заключение о том, что мультипортовая лапароскопия является более простой техникой для лечения обструкции ПУС [66]. Кроме того, единый лапароскопический доступ (ЕЛД) имеет существенные недостатки, состоящие в потере принципа триангуляции инструментов, столкновении рукояток инструментов снаружи, необходимости владения принципом перекрестного манипулирования инструментами [26]. Кроме того, ЕЛД требует более длительной кривой обучения, чтобы адаптировать эту технологию среди начинающих лапароскопических хирургов. Таким образом, применение однопортовой ЛП у детей возможно только в многопрофильных хирургических центрах, где распространены и выполняются в большом объеме другие минимально инвазивные операции и где есть виртуозные хирурги, способные реализовать сложную технику манипулирования инструментами, установленными через один разрез в пупке.

Робот-ассистированная лапароскопическая пиелопластика (РАЛП)

Роботизированные системы компенсируют ограничения лапароскопии благодаря трехмерному изображению, расширенной мобильности инструментов и устранению тремора рук. Между тем, существуют и негативные стороны применения роботов в хирургии, связанные с тем, что при их использовании отсутствует тактильная обратная связь, увеличивается общее время работы, возрастают расходы на лечение, обусловленные высокой стоимостью базового оборудования и расходных материалов. Тем не менее, если это оборудование доступно в госпитале, роботизированная пиелопластика, вероятно, будет предпо-

читательным подходом для лечения ГН, поскольку несет элементы новых технологий, которые облегчают выполнение эндохирургического шва. Клинические исследования показали, что роботизированная пиелопластика является безопасной, выполнимой и эффективной процедурой при лечении ГН [67]. РАЛП – хорошая альтернатива лапароскопии, однако у маленьких детей она мало пригодна из-за больших размеров оптической системы (12 мм) и рабочих инструментов (8,5 мм), стоимости базового роботизированного оборудования, внешнего столкновения рук робота из-за ограниченной рабочей зоны. Н. Yu (2012) сравнил открытую, стандартную лапароскопию и робот-ассистированную хирургию в лечении обструкции ПУС. Автор пришел к выводу, что оба лапароскопических подхода имеют сопоставимые показатели эффективности лечения в сравнении с открытыми вмешательствами и более короткие сроки пребывания пациентов в стационаре, но роботизированная лапароскопия имеет более высокую стоимость в расчете на пациента [68]. В ретроспективном многоцентровом исследовании S. Lucas оценил результаты лечения 759 пациентов, которым выполнена ЛП (274 операции) и РАЛП (465 операций), и показал, что оба вышеупомянутых метода были эффективными в лечении ГН, в том числе у детей [69].

Другой мета-анализ роботизированной, лапароскопической и открытой пиелопластики у детей показал, что роботизированная пиелопластика может предложить более короткое пребывание пациентов в больнице, более низкие потребности в обезболивании и сокращение кровопотери [70]. Окончательный фактор успеха для нового хирургического подхода – его сравнение с золотым стандартом лечения, которым до недавних пор являлась открытая пиелопластика, а теперь – лапароскопия. Два параметра определяют эффективность этой процедуры – число рецидивов и степень улучшения почечной функции. Было показано, что при наблюдении в течение 2 лет после операции, только 5% пациентов, которые получили РАЛП требовали повторных операций, по сравнению с 13% больных после ЛП [69]. А. Neheman (2018) также представил данные о частоте осложнений и длительности операций, которые были сопоставимы между РАЛП и ЛП. Несмотря на то, что сообщения о применении РАЛП у детей существуют, они не затрагивают новорожденных, поскольку размер оптических систем и инструментов слишком велик для них [71]. Эта новейшая технология с одной стороны предлагает более быструю кривую обучения и может быть легче принята опытными лапароскопическими хирургами, но с другой – имеет ограничения по доступности самого робота. Таким образом, некоторые недостатки, такие как высокая стоимость базового оборудования и увеличенные расходы на разовые инструменты, ограничивают использование РАЛП у маленьких детей. Кроме того, использование лапаропортов большого диаметра может привести к формированию грыж в месте стояния порта, которые требуют повторной операции для их закрытия [72].

ЛП у детей раннего возраста

Несколько авторов ранее отметили, что пренатальный диагноз снизил возраст пациентов, которым выполняется пиелопластика. Сначала R. Sutherland сообщил, что процент пиелопластик, выполненных у младенцев, увеличился с 24 (с 1975 по 1980 г.) до 69% (с 1990 по 1994 г.) [73]. Затем R. Capello проанализировал все пиелопластики, произведенные с 1984 по 2002 г., и установил, что, в то время как общий показатель пиелопластик не изменился за эти 19 лет, была обнаружена существенная тенденция к выполнению операций в более раннем возрасте [74].

ЛП у новорожденных и младенцев приобрела заметную популярность в последние годы. Разработка микроинструментов, передовых камер высокого и ультравысокого разрешения, технических модификаций (мини-лапароскопия, робот-ассистированная хирургия и однопортовая хирургия) превратили ЛП в еще более выполнимую и эффективную операцию, даже у новорожденных [75, 76]. Развитие индустрии производства миниатюрных инструментов создало новое измерение в лапароскопической хирургии и заметно усилило возможность выполнять идеальный лоханочно-мочеточниковый анастомоз. Размер мочеточника у новорожденного и младенца, даже при его продольном расщеплении (расчленении) является основным ограничивающим фактором, создающим препятствия многим хирургам выполнять лапароскопию по поводу ГН у младенцев. Использование микроинструментов способствует уменьшению размеров, устанавливаемых лапароскопических троакаров, что значительно снижает послеоперационную боль и радикально улучшает косметический результат [77].

В литературе существует ряд сообщений о роли ЛП у младенцев. Н. Тап [1999] в свое время предостерег от использования ЛП у детей младше 6 мес, однако позже сообщил о хорошей эффективности ЛП у младенцев [62]. А. Kutikov продемонстрировал 100% эффективность ЛП у восьми детей младше 6 мес и заявил, что ЛП технически возможна у маленьких детей [78]. J. Fuchs выполнил ЛП у 26 младенцев, из которых 24 были успешными. В этой серии было одно серьезное интраоперационное осложнение в виде коагуляционного повреждения толстой кишки, которое привело к повторной операции и нефрэктомии [79]. P. Szavay опубликовал в 2010 г. отчет о лечении 70 пациентов раннего возраста, 26 из которых были младше 1 года жизни. Через 1 год все пациенты демонстрировали восстановление поврежденной функции почки и только 1 осложнение (уринома), которое потребовало установки дренажа в паранефральное пространство [37]. V. Chandrasekhar в 2015 г. сообщил о 162 пиелопластиках, выполненных у 150 младенцев. Этот отчет является одной из самой больших персональных серий ЛП у детей раннего возраста. В ходе исследования было зарегистрировано 8 осложнений, одно интраоперационное и семь послеоперационных. У одного ребенка с утолщенной лоханкой на фоне перенесенной мочевой инфекции при ее рассечении отмечалось диффузное кровотечение, которое было остановлено путем аппликации кровоостанавливающей субстанции. Семь оставшихся неудач были связаны с обструкцией пиелостомы (4 пациента) и формированием уриномы (3 пациента). Все эти осложнения потребовали установки двойного J-стента. Только в одном случае была необходимость в повторной операции [24]. Позже I. Erol в 2019 г. сообщил о 20 пациентах, оперированных в 1 год жизни, и обнаружил, что только у 1 больного с преоперативным значением ДФП 11% пришлось выполнить нефрэктомиию через год после пиелопластики. У остальных детей функция почки улучшилась. A. Neheman сравнил ЛП с открытой пиелопластикой у детей весом менее 10 кг и обнаружил, что послеоперационные результаты при использовании двух подходов были сопоставимы, за исключением того, что ЛП заняла больше времени, чем открытая операция [80]. M. Metzelder в 2006 г. сравнил ЛП в трех возрастных группах детей (< 1 года, 1–7 лет и 7–18 лет). Он установил, что длительность операции и функциональные результаты были сопоставимы во всех трех группах, в то время как в группе младенцев был отмечен 100% успех [44]. Таким образом, показатели эффективности ЛП у младенцев, представленные в литературе, варьируют от 87 до 100% [17].

Существует несколько доказанных преимуществ ЛП у детей. Первое заключается в ускоренном восстановлении больных после операции. Второе состоит в косметическом превосходстве ЛП над ОП. Однако ЛП по-прежнему считается одной из сложных операций в педиатрической практике. Существует выраженная кривая обучения, необходимая для освоения ЛП, особенно у маленьких детей. Применимость РАЛП у маленьких детей в настоящее время проходит испытания. Главным ограничением для распространения этой технологии в младшей возрастной группе является оборудование для роботизированной хирургии, которое намного больше в размерах (12 мм оптическая система и 8 или 5 мм инструменты), чем 3 мм лапароскопические инструменты. Растущий интерес и энтузиазм детских хирургов в желании получить доступ к РАЛП, поддерживается известными преимуществами роботизированной хирургии в исполнении эндохирургических швов – трехмерное изображение и отсутствие тремора, которые в итоге дают возможность наложить прецизионный пиелоретеральный анастомоз.

Заключение

Настоящий обзор литературы показал, что перед тем как выполнять реконструктивные операции на почках у младенцев хирург должен обладать опытом выполнения многих других передовых лапароскопических процедур, сопровождающихся наложением эндохирургических швов. Лапароскопия предлагает много больше преимуществ, чем просто сокращение пребывания пациента в больнице или меньшее использование наркотических средств. Увеличение, обеспечиваемое технологией телевидения высокого (HD) или ультравысокого разрешения (UHD или 4K), делает эти операции более точными, благодаря лучшей визуализации таких микрообъектов и их слоев, как мочеточник младенца, который имеет диаметр слегка превосходящий 2 мм. Другое преимущество лапароскопии состоит в том, что она позволяет наиболее адекватно выполнить оценку ситуации в случае с гидронефрозом так как она есть на самом деле, чем при использовании открытой хирургии.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА

(п.п. 1–30, 32–37, 39–42, 44, 45, 47, 48 см. в References)

- Зоркин С.Н., Губарев В.И., Сальников В.Ю., Филинов И.В., Петров Е.И., Маликов Ш.Г., Пономарчук И.Н. Эндоскопическая баллонная дилатация высокого давления как метод лечения обструкции лоханочно-мочеточникового сегмента у детей. *Вестник урологии*. 2017; 2: 5-11.
- Коварский С.Г., Захаров А.И., Соттаева З.З., Текотова А.Н., Склярова Т.А., Агеева Н.А., Галибин И.Е., Струянский К.А., Смолянкин А.А. Вазопексия при гидронефрозе у детей. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2016; 4: 175-7.
- Каганцов И.М., Минин А.Е., Санников И.А. Лапароскопическая пиелопластика – современный стандарт лечения врожденного гидрофроза у детей. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2012; 2: 15-20.
- Бондаренко С.Г., Абрамов Г.Г. Лапароскопическая пиелопластика у детей грудного возраста. *Детская хирургия*. 2013; 6: 7-10
- Врублевский С.Г., Шмыров О.С., Врублевская Е.Н., Лазишвили М.Н., Кулаев А.В., Корочкин М.В., Врублевский А.С. Лапароскопическая пиелопластика у детей: техника, дренирование, осложнения. *Детская хирургия*. 2017; 21: 299-302.

REFERENCES

- Krajewski W., Wojciechowska J., Dembowski J., Zdrojowy R., Szydelko T. Hydronephrosis in the course of ureteropelvic junction obstruction: An underestimated problem? Current opinions on the pathogenesis, diagnosis and treatment. *Adv Clin Exp Med*. 2017;26:857-64.

2. Fernbach SK, Maizels M, Conway JJ. Ultrasound grading of hydronephrosis: introduction to the system used by the Society for Fetal Urology. *Pediatr Radiol.* 1993;23:478-80.
3. Klahr S, Morrissey J. Obstructive nephropathy and renal fibrosis. *Am J Physiol Renal Physiol.* 2002;283:F861-75.
4. Szydelko T, Tuchendler T, Litarski A, Urbanczyk G, Apoznanski W, Janczak D. Laparoscopic Anderson-Hynes procedure as a treatment of ureteropelvic junction obstruction caused by fibroepithelial polyp. *Wideochir Inne Tech Malo Inwazyjne.* 2013;8:361-3.
5. Pan P, Sachdeva N. Immunohistochemistry and morphometric analysis of pelviureteric junction complexes in children with hydronephrosis. *Indian J Pathol Microbiol.* 2019;62:49-53.
6. Gee FW, Kiviat MD. Ureteral response to partial obstruction – Smooth muscle hyperplasia and connective tissue proliferation. *Invest Urol.* 1975; 12: 309.
7. Starr NT, Maizels M, Chou P, Brannigan R, Shapiro E. Microanatomy and morphometry of the hydronephrotic “obstructed” renal pelvis in asymptomatic infants. *J Urol.* 1992;148:519-24.
8. Cheng EY, Maizels M, Chou P, Hartanto V, Shapiro E. Response of the newborn ureteropelvic junction complex to induced and later reversed partial ureteral obstruction in the rabbit model. *J Urol.* 1993;150:782-9.
9. Knerr I, Dittrich K, Miller J, et al. Alteration of neuronal and endothelial nitric oxide synthase and neuropeptide Y in congenital ureteropelvic junction obstruction. *Urol Res.* 2001;29:134-40.
10. Subramaniam R, Lama T, Chong CY. Pelviureteric junction obstruction as sequelae of Kawasaki disease. *Pediatr Surg Int.* 2004;20: 553-5.
11. Mitterberger M, Pinggera GM, Neururer R, et al. Comparison of contrast-enhanced color Doppler imaging (CDI), computed tomography (CT), and magnetic resonance imaging (MRI) for the detection of crossing vessels in patients with ureteropelvic junction obstruction (UPJO). *Eur Urol.* 2008;53:1254-60.
12. Garcia-Peña BM, Keller MS, Schwartz DS, Korsvik HE, Weiss RM. The ultrasonographic differentiation of obstructive versus nonobstructive hydronephrosis in children: a multivariate scoring system. *J Urol.* 1997;158:560-5.
13. Ramaswamy K, Marien T, Mass A, Stifelman M, Shah O. Simplified approach to estimating renal function based on computerized tomography. *Can J Urol.* 2013;20:6833-9.
14. O'Reilly P, Aurell M, Britton K, Kletter K, Rosenthal L, Testa T. Consensus on diuresis renography for investigating the dilated upper urinary tract. *J Nucl Med.* 1996;37:1872-6.
15. Conway JJ, Maizels M. The «well tempered» diuretic renogram: a standard method to examine the asymptomatic neonate with hydronephrosis or hydroureteronephrosis. A report from combined meetings of The Society for Fetal Urology and members of The Pediatric Nuclear Medicine Council–The Society of Nuclear Medicine. *J Nucl Med.* 1992;33:2047-51.
16. Lam W, Fernando A, Issa R, et al. Is routine postoperative diuresis renography indicated in all adult patients after pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction? *Urology.* 2015;85(1):246-51.
17. Erol İ., Karamik K., İslamoğlu M., Ateş M., Savaş M. Outcomes of infants undergoing laparoscopic pyeloplasty: A single-center experience. *Urologia.* 2019;86:27-31.
18. Almodhen F, Jednak R, Capolicchio JP, Eassa W, Brzezinski A, El-Sherbiny M. Is routine renography required after pyeloplasty? *J Urol.* 2010; 184: 1128e31.
19. Cost NG, Prieto JC, Wilcox DT. Screening ultrasound in follow up after pediatric pyeloplasty. *Urology.* 2010; 76: 175e80.
20. Johnston RB, Porter C. The Whitaker test. *Urology journal.* 2014; 11:1727-30.
21. Shokeir AA. Role of urinary biomarkers in the diagnosis of congenital upper urinary tract obstruction. *Indian J Urol.* 2008;24:313-9.
22. <https://uroweb.org/guideline/paediatric-urology/#30>
23. <https://www.oourou.ru/public/uploads/ROU/Files/KP19%20Гидронефроз.pdf>
24. Chandrasekhar V. Laparoscopic pyeloplasty in infants: single-surgeon experience. *J Pediatr Urol.* 2015; 11: 272.e1-5.
25. Gatti JM, Amstutz SP, Bowlin PR, Stephany HA, Murphy JP. Laparoscopic vs. open pyeloplasty in children: results of a randomized, prospective, controlled trial. *J Urol.* 2017;197:792-7.
26. Simforoosh N., Abedi A., Sharifi S., Zamany P., Rezaeetalab G., Obayd K., Soltani M., Comparison of surgical outcomes and cosmetic results between standard and mini laparoscopic pyeloplasty in children younger than 1 year of age. *J Pediatr Urol.* 2014;10:819-23.
27. Rathod KJ, Samujh R, Agarwal S, Kanojia RP, Sharma U, Prasad R. Hydronephrosis due to pelviureteric junction narrowing: Utility of urinary enzymes to predict the need for surgical management and follow-up. *J Indian Assoc Pediatr Surg.* 2012;17:1-5.
28. Ramsay JW, Miller RA, Kellett MJ, Blackford HN, Wickham JE, Whitfield HN. Percutaneous pyelolysis: indications, complications and results. *Br J Urol.* 1984 Dec;56(6):586-8.
29. Manikandan R, Saad A, Bhatt RI, Neilson D. Minimally invasive surgery for pelviureteral junction obstruction in adults: A critical review of the options. *Urology.* 2005;65:422-432
30. Biyani CS, Minhas S, el Cast J, Almond DJ, Cooksey G, Hetherington JW. The role of Acucise endopyelotomy in the treatment of ureteropelvic junction obstruction. *Eur Urol.* 2002; 41:305-10; discussion 310-01.
31. Zorkin S. N., Gubarev V. I., Salmikov V. Yu., Filinov I. V., Petrov E. I., Malikov sh. G., Pono-Marchuk I. N. Endoscopic balloon dilation of high pressure as a method of treatment of pelvic-ureteral segment obstruction in children. *Vestnik Urologii.* 2017; 2: 5-11. (in Russian)
32. Parente A., Angulo L., Romero R., Rivas S., Burgos L., Tardaguila A. Management of ureteropelvic junction obstruction with high-pressure balloon dilatation: long-term outcome in 50 children under 18 months of age. *Urology.* 2013;82:1138-43.
33. Xu N., Chen S., Xue X., Zheng Q., Wei Y., Jiang T., Li X., Huang J., Cai H. Comparison of Retrograde Balloon Dilatation and Laparoscopic Pyeloplasty for Treatment of Ureteropelvic Junction Obstruction: Results of a 2-Year Follow-Up. *PLoS One.* 2016;11:e0152463.
34. Anderson JC, Hynes W. Retrocaval ureter; a case diagnosed pre-operatively and treated successfully by a plastic operation. *Br J Urol.* 1949; 21: 209-14.
35. Szydelko T, Kasprzak J, Lewandowski J, Apoznanski W, Dembowski J. Dismembered laparoscopic Anderson-Hynes pyeloplasty versus nondismembered laparoscopic Y-V pyeloplasty in the treatment of patients with primary ureteropelvic junction obstruction: A prospective study. *Journal of Endourology/Endourological Society.* 2012;26:1165-70.
36. Polok M, Chrzan R, Veenboer P, et al. Nondismembered pyeloplasty in a pediatric population: Results of 34 open and laparoscopic procedures. *Urology.* 2011;78:891-4.
37. Szavay PO, Luithle T, Seitz G, Warmann SW, Haber P, Fuchs J. Functional outcome after laparoscopic dismembered pyeloplasty in children. *J Pediatr Urol.* 2010;6:359e63.
38. Kovarsky S. G., Zakharov A. I., Sottaeva Z. Z., Tekotova A. N., Sklyarova T. A., Ageeva N. A., Galibin I. E., Struyansky K. A., Smolyankin A. A. Vasopexia in children with hydronephrosis. *Rossiyskiy vestnik detskoy khirurgii, anesteziologii i reanimatologii.* 2016; 4: 175-7. (in Russian)
39. Schuessler WW, Grune MT, Tecuanhuey LV, Preminger GM. Laparoscopic dismembered pyeloplasty. *J Urol.* 1993;150:1795-9.
40. Kavoussi LR, Peters CA. Laparoscopic pyeloplasty. *J Urol.* 1993; 150: 1891-4.
41. Peters CA, Schlüssel RN, Retik AB. Pediatric laparoscopic dismembered pyeloplasty. *J Urol.* 1995; 153: 1962-5.
42. Shoma AM, El Nahas AR, Bazeed MA. Laparoscopic pyeloplasty: A prospective randomized comparison between the transperitoneal approach and retroperitoneoscopy. *J Urol.* 2007;178:2020-4; discussion 2024.
43. Kagantsov I.M., Minin A.E., Sannikov I.A. Laparoscopic pyeloplasty is an modern standard of treatment of congenital gidroparo in children. *Rossiyskiy vestnik detskoy khirurgii, anesteziologii i reanimatologii.* 2012; 2: 15-20. (in Russian)
44. Metzelder ML, Schier F, Petersen C, Truss M, Ure BM. Laparoscopic transabdominal pyeloplasty in children is feasible irrespective of age. *J Urol.* (2006) 175:688-91.
45. Giri SK, Murphy D, Costello AJ, Moon DA. Laparoscopic pyeloplasty outcomes of elderly patients. *J Endourol.* 2011;25:251-6.
46. Bondarenko S. G., Abramov G. G. Laparoscopic pyeloplasty in infants. *Detskaya khirurgiya.* 2013; 6: 7-10. (in Russian)
47. Lallas CD, Pak RW, Pagnani C, et al. The minimally invasive management of ureteropelvic junction obstruction in horseshoe kidneys. *World J Urol.* 2011;29:91-5.
48. Autorino R, Eden C, El-Ghoneimi A, et al. Robot-assisted and laparoscopic repair of ureteropelvic junction obstruction: A systematic review and meta-analysis. *Eur Urol.* 2014;65:430-52.
49. Vrublevsky S.G., Shmyrov O.S., Vrublevskaya E.N., Lazishvili M.N., Kuraev A.V., Korochkin M.V., Vrublevsky A.S. Laparoscopic pyeloplasty in children: technique, drainage, complications. *Detskaya khirurgiya.* 2017; 21: 299-302. (in Russian)
50. Zhang X, Li HZ, Ma X, et al. Retrospective comparison of retroperitoneal laparoscopic versus open dismembered pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction. *J Urol.* 2006;176:1077-80.
51. Mei H, Pu J, Yang C, Zhang H, Zheng L, Tong Q. Laparoscopic versus open pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction in children: a systematic review and meta-analysis. *J Endourol.* 2011;25:727-36.
52. Menon P, Rao KL, Bhattacharya A, et al. Outcome analysis of pediatric pyeloplasty in units with less than 20% differential renal function. *J Pediatr Urol.* 2016; 12: 171.e1-171.e7.

53. Tan HL., Roberts J.P. Laparoscopic dismembered pyeloplasty in children: preliminary results. *Br J Urol.* 1996;77:909.
54. Schier, F.: Laparoscopic Anderson-Hynes pyeloplasty in children. *Pediatr Surg Int*, 13: 497, 1998
55. Tan HL. Laparoscopic Anderson-Hynes dismembered pyeloplasty in children. *J Urol.* 1999; 162: 1045e7.
56. Yeung CK, Tam YH, Sihoe JD, Lee KH, Liu KW. Retroperitoneoscopic dismembered pyeloplasty for pelvi-ureteric junction obstruction in infants and children. *BJU Int.* 2001;87:509–13.
57. El-Ghoneimi A, Farhat W, Bolduc S, Bagli D, McLorie G, Aigrain Y, et al. Laparoscopic dismembered pyeloplasty by a retroperitoneal approach in children. *BJU Int.* 2003;92:104–8; discussion 108.
58. Casale, P., Grady, R. W., Joyner, B. D., Zeltser, I. S., Figueroa T. E. and Mitchell, M. E.: Comparison of dismembered and nondismembered laparoscopic pyeloplasty in the pediatric patient. *J Endourol.* 2004;18: 875.
59. Bonnard A, Fouquet V, Carricaburu E, Aigrain Y, El-Ghoneimi A. Retroperitoneal laparoscopic versus open pyeloplasty in children. *J Urol.* 2005;173:1710e3. Discussion 1713.
60. Piaggio LA, Franc-Gumond J, Noh PH, Wehry M, Figueroa TE, Barthold J, Gonzales R. Transperitoneal laparoscopic pyeloplasty for primary repair of ureteropelvic junction obstruction in infants and children: comparison with open surgery. *J Urol.* 2007;178:1579–83.
61. Penn HA, Gatti JM, Hoestje SM, DeMarco RT, Snyder CL, Murphy JP. Laparoscopic versus open pyeloplasty in children: preliminary report of a prospective randomized trial. *J Urol.* 2010; 184: 690e5.
62. Cascio S, Tien A, Chee W, Tan HL. Laparoscopic dismembered pyeloplasty in children younger than 2 years. *J Urol.* 2007;177:335–8.
63. Ciftci H, Akın Y, Savaş M, et al. Functional results of laparoscopic pyeloplasty in children: single institute experience in long term. *Urol Int.* 2016; 97 (2): 148-52.
64. Kovarsky S.L., Vrublevsky S.G., al-Mashat N.A., Zakharov A.I., Shmyrov O.S. the First experience of laparoscopic pyeloplasty in children with hydronephrosis. *Rossiyskiy vestnik detskoy khirurgii, anesteziologoo I reanimatologii.* 2011; 2:102-6. (in Russian).
65. Laydner HK, Pedrosa JA, Khanna R, Isac W, Stein RJ. LESS pyeloplasty and other reconstructive procedures. *Arch Esp.* 2012;65:329e35.
66. Liu D, Zhou H, Ma L, Xie H, Tao T, Cao H, et al. . Transumbilical multiport laparoscopic pyeloplasty versus transumbilical single-site laparoscopic pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction in children: a retrospectively comparative study. *J Pediatr Urol.* 2017;13:618.e1–5.
67. Uberoi J, Disick GI, Munver R. Minimally invasive surgical management of pelvic-ureteric junction obstruction: Update on the current status of robotic-assisted pyeloplasty. *BJU Int.* 2009;104: 1722–9.
68. Yu HY, Hevelone ND, Lipsitz SR, Kowalczyk KJ, Hu JC. Use, costs and comparative effectiveness of robotic assisted, laparoscopic and open urological surgery. *J Urol.* 2012;187:1392e8.
69. Lucas SM, Sundaram CP, Wolf Jr JS, Leveillee RJ, Bird VG, Aziz M, et al. Factors that impact the outcome of minimally invasive pyeloplasty: results of the multi-institutional laparoscopic and robotic pyeloplasty collaborative group. *J Urol.* 2012;187:522e7.
70. Chang SJ, Hsu CK, Hsieh CH, Yang SS. Comparing the efficacy and safety between robotic-assisted versus open pyeloplasty in children: A systemic review and meta-analysis. *World J Urol.* 2015; 33(11): 1855–65.
71. Neheman A, Kord E, Zisman A, et al. Comparison of robotic pyeloplasty and standard laparoscopic pyeloplasty in infants: a bi-institutional study. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2018; 28 (4): 467-70.
72. Avery DI, Herbst KW, Lendvay TS, Noh PH, Dangle P, Gundeti MS, et al. Robot-assisted laparoscopic pyeloplasty: Multi-institutional experience in infants. *J Pediatr Urol.* 2015; 11: 139, e1–5.
73. Sutherland RW, Chung SK, Roth DR, Gonzales ET. Pediatric pyeloplasty: outcome analysis based on patient age and surgical technique. *Urology.* 1997; 50: 963e6.
74. Capello SA, Kogan BA, Giorgi LA, Kaufman RP. Prenatal ultrasound has led to earlier detection and repair of ureteropelvic junction obstruction. *J Urol.* 2005; 174: 1425e8.
75. Lindgren BW, Hagerty J, Meyer T, Cheng EY. Robot-assisted laparoscopic reoperative repair for failed pyeloplasty in children: a safe and highly effective treatment option. *J Urol.* 2012;188:932e7.
76. Tsai YC, Lin VC, Chung SD, Ho CH, Jaw FS, Tai HC. Ergonomic and geometric tricks of laparoendoscopic single-site surgery (LESS) by using conventional laparoscopic instruments. *Surg Endosc.* 2012; 26: 2671e7.
77. Pini G, Porphiglia F, Micali S, Rassweiler J. Minilaparoscopy, needlescopy and microlaparoscopy: decreasing invasiveness, maintaining the standard laparoscopic approach. *Arch Esp Urol.* 2012;65:366e83.
78. Kutikov A, Resnick M, Casale P. Laparoscopic pyeloplasty in the infant younger than 6 months is it technically possible? *J Urol.* 2006; 175: 1477e9.
79. Fuchs J, Luthle T, Warmann SW, Haber P, Blumenstock G, Szavay P. Laparoscopic surgery on upper urinary tract in children younger than 1 year: technical aspects and functional outcome. *J Urol.* 2009; 182: 1561e8.
80. Neheman A, Noh PH, Piaggio L, Gonzalez R. The role of laparoscopic surgery for urinary tract reconstruction in infants weighing less than 10 kg: a comparison with open surgery. *J Pediatr Urol.* 2008; 4: 192e6.

Поступила 13 апреля 2020

Принята 22 июня 2020