

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ РАЗВЕРТКИ СИНТЕТИЧЕСКОГО ИМПЛАНТА ПРИ
ЛАПАРОСКОПИЧЕСКОЙ НЕФРОПЕКСИИ

А.А. СОКОЛОВ*, Н.Г. МАЗУР**, Н.Е. БЕНЯЕВ***

*ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, г. Москва, 125993, Россия

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли
им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН), Б.Грузинская ул., д. 10, стр. 1, г. Москва, 123242, Россия

***ННЦ токсикологической и биологической безопасности медицинских изделий,
ул. Касаткина, д. 3, г. Москва, 129301, Россия

Аннотация. Нефроптоз – часто встречаемое заболевание (от 0,07 до 10,6%), возникающее у пациентов наиболее трудоспособного возраста (20–40 лет) вследствие опущения патологически подвижной почки, требующее хирургического лечения. Наиболее эффективной и малотравматичной операцией в данном случае является лапароскопическая нефропексия, которая заключается в фиксации патологически подвижной почки в ее правильном физиологическом положении к относительно неподвижным структурам (расположенным вблизи) при помощи синтетического импланта. Методика нефропексии должна отвечать определенным требованиям: физиологичность, минимальная травматичность, гарантия от возникновения рецидива, обеспечивать предупреждение развития фибропластических процессов вокруг почки. Принимая во внимание, что имплант изготавливается из плоской синтетической сетки, а нижний сегмент почки (за который осуществляется фиксация) имеет объемную форму – целесообразно использовать при выкройке импланта математически обоснованную развертку на плоскость. При этом применение импланта оптимальной формы и размера, конкретного к каждой отдельно взятой почки значительно улучшает результаты лапароскопической нефропексии. Целью данной статьи является математическое обоснование оптимальной развертки синтетического сетчатого импланта на плоскость для надежной фиксации почки при лапароскопической нефропексии.

Ключевые слова: лапароскопия, нефропексия, синтетический имплант, эллипсоид, развертка, плоскость.

Нефроптоз (патологическая подвижность почки) – часто встречаемое заболевание (от 0,07 до 10,6%), возникающее у пациентов наиболее трудоспособного возраста (20–40 лет) [4]. В структуре урологических заболеваний занимает третье место после мочекаменной болезни и аденомы предстательной железы. При опущении почки происходит смещение и пережатие мочевыводящих путей, что приводит к нарушению уродинамики на стороне поражения. Заболевание сопровождается эпизодами интенсивного болевого синдрома, примеси крови в моче, которые вызваны затруднением адекватного оттока мочи из патологически подвижной почки. Клинические проявления усиливаются при физической нагрузке или долгом пребывании в положении стоя [5].

Нарушение уродинамики значительно увеличивает риск камнеобразования, хронического рецидивирующего пиелонефрита и приводит к постепенной гибели почечной паренхимы. У женщин, планирующих рождение ребенка, патологически подвижная почка осложняет нормальное течение беременности, а при наличии в анамнезе ранее перенесенного пиелонефрита повышает риск инфекционных осложнений, что на фоне блокированной почки приводит к необходимости экстренного дренирования чашечнолоханочной системы и назначения антибактериальной терапии.

Для купирования болевого синдрома, макрогематурии, профилактики камнеобразования, хронической инфекции, снижения риска гнойно-септических осложнений пациентам, страдающим нефроптозом необходимо обеспечить постоянный адекватный пассаж мочи из почек [2].

Консервативные методы лечения (ограничение

тяжелых физических нагрузок, ношение бандажа, комплексы лечебной физкультуры и др.) эффективны только в 13,6% случаев, поэтому основным методом лечения нефроптоза и его осложнений является хирургический метод [8].

Операция (нефропексия) предполагает собой фиксацию патологически подвижной почки в ее физиологическом положении к относительно неподвижным структурам, расположенным вблизи [13]. Методика нефропексии должна отвечать определенным требованиям: физиологичность, минимальная травматичность, гарантия от возникновения рецидива и предупреждение развития фибропластических процессов вокруг почки [1].

Применением синтетических лент зачастую невозможно полностью устранить патологическую ротацию почки [11]. При этом возникает вероятность рецидива нефроптоза за счет соскальзывания ленты с нижнего сегмента почки, отсутствия тесного прилегания и риск отслаивания сетки от поверхности почечной капсулы [12]. Это может привести к развитию нарушения уродинамики за счет пережатия мочеточника сместившейся синтетической лентой [13].

Синтетический имплант используемый при нефропексии должен иметь определенную площадь контакта с поверхностью почки и поясничной мышцы для осуществления надежной фиксации органа [9,14]. Недостаточная площадь соприкосновения может привести к дислокации тканей, рецидиву нефроптоза, а при вовлечении лоханочно-мочеточникового сегмента – к блоку почки и необходимости экстренного наружного дренирования. При излишке используемой синтетической сетки возрастает риск местных гнойных осложнений и

развития фибропластического процесса в окружающих тканях. При этом геометрия внутренней поверхности сетки должна максимально точно соответствовать геометрии наружной поверхности нижнего сегмента почки. Тем самым, исключится вероятность попадания окружающих тканей между фиксирующей сеткой и почечной капсулой, что, в свою очередь, повышает надежность фиксации почки.

При условии, что стандартная синтетическая сетка в геометрическом смысле представляет собой плоскость, а наружный контур нижнего сегмента почки (за который осуществляется фиксация) имеет округлую форму, то применение прямоугольных или выкроенных иным линейным способом лент не позволит обеспечить необходимый контакт сетки с почкой: при этом будет сохраняться вероятность смещения синтетической ленты и риск рецидива нефроптоза.

Нижний сегмент почки не представляет собой правильную геометрическую фигуру, точно описываемую какой-либо аналитической формулой, однако, с учётом эластичности ткани почки, может быть представлен как нижняя половина поверхности эллипсоида с полуосями a , b и c (рис. 1).

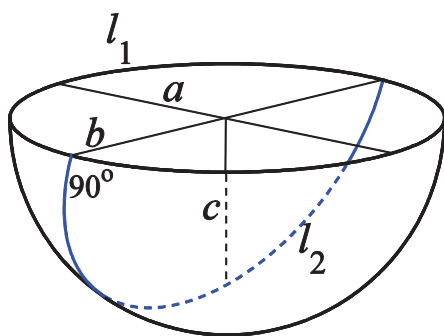


Рис. 1. Схема нижней поверхности эллипсоида как модель поверхности нижнего сегмента почки

Исходные данные для расчёта размера синтетического импланта для фиксации почки и развёртки его на плоскость получают при помощи УЗИ почки, выполненного на дооперационном этапе. Эти данные: высота (c) горизонтального сечения почки на уровне максимального выступа от мочеточника до нижнего полюса почки, ширина ($2a$) и толщина ($2b$) указанного горизонтального сечения.

При развёртке на плоскость с целью получения «выкройки» синтетического импланта для нижней половины эллипсоида синтетическая сетка подвергнется некоторой деформации, поскольку поверхность эллипсоида является неразвёртываемой поверхностью и поэтому развёртка может быть осуществлена лишь приближённо. В начертательной геометрии или картографии точность развёртки может быть неограниченно улучшена за счёт увеличения числа отдельных фрагментов и уменьшения каждого из них, вследствие того, что чем меньше фрагмент гладкой поверхности, тем ближе он к своей проек-

ции на касательную плоскость [3].

В случае создания синтетического импланта для фиксации почки возможность увеличения числа фрагментов существенно сужена – ведь количество разрезов поверхности (швов) должно быть минимально. В конкретном случае (для лапароскопической нефропексии) применим только один разрез. В связи с этим частично снижается точность развёртки. Однако это не так существенно, если учесть, что некоторая деформация при развёртке будет компенсирована эластичностью как материала синтетического импланта, так и паренхимы самой почки.

Для того чтобы синтетический имплант оптимально подходил для фиксации почки при нефропексии необходимо выполнение трёх условий:

(А). Длина эллипса в сечении на уровне c (т.е. с полуосями a и b) не должна измениться при развёртывании.

(В). Длина полуэллипса с полуосями a и c , соответствующего разрезу для шва, также не должна измениться при развёртывании.

(С). Прямой угол при пересечении этих двух кривых на эллипсоиде при развёртывании должен остаться прямым.

Выполнение данных условий предупреждает пережатие почки верхней кромкой импланта и швом и, с другой стороны, исключает излишний люфт нижнего сегмента почки внутри импланта.

Формула для длины (периметра) эллипса имеет

$$\text{вид } L = 4aE(e) = 4a \int_0^{\pi/2} \sqrt{1 - e^2 \sin^2 t} dt, \quad (1)$$

где $E(e)$ – полный эллиптический интеграл второго рода, a – большая полуось эллипса, b – его малая полуось и $e = \sqrt{1 - b^2/a^2}$ – эксцентриситет эллипса. Вместо этой точной формулы можно использовать, например, приближённую формулу Раманджана $L(a, b) = \pi \left[3(a + b) - \sqrt{(3a + b)(a + 3b)} \right]$, погрешность которой очень мала. Функция $E(e)$ протабулирована [6, 7].

Развёртывание моделей полусферы из эластичных материалов (разделённой пополам разрезом для шва) показывает, что «выкройка» для импланта имеет вид, показанный на рис. 2.

При этом, хотя кривые, ограничивающие эту фигуру, не являются в точности дугами окружностей, можно для простоты расчёта считать их таковыми, так как ввиду эластичности почки это небольшое различие полностью нивелируется. Заметим, что разрез поверхности эллипсоида проведен до конца, разделяя её на две отдельные части только для упрощения теоретического расчёта, а реальный разрез для шва не доходит до конца, ввиду близости (касания) двух внутренних дуг выкройки (штриховая линия на рис. 2). Длины внешних и внутренних дуг выкройки, в соответствии с условиями (А) и (В), рассчитываются по формуле (1):

$$l_1 = \frac{1}{2}L(a,b), \quad l_2 = \frac{1}{2}L(b,c).$$

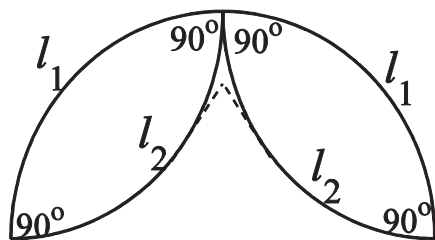


Рис. 2. Схематическое изображение развертки синтетического импланта на плоскости

Для полного построения выкройки необходимо найти радиусы окружностей на рис. 2 и их центры. Рассмотрим сначала более простой частный случай, когда $a=b=c=r$, то есть имплант представляет собой полусферу радиуса r . В этом случае $l_1 = l_2 = l = \pi r$.

Рассмотрим один из двух одинаковых «лепестков», составляющих выкройку (рис. 3). В этом частном случае «лепесток» имеет как горизонтальную, так и вертикальную оси симметрии.

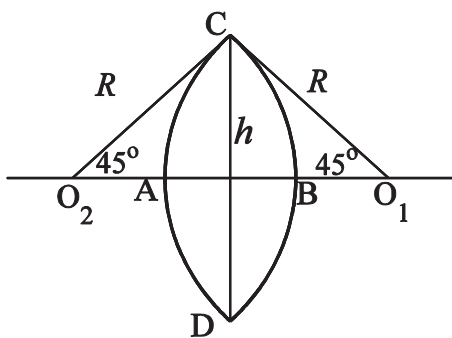


Рис. 3. Схематическое изображение развертки «лепестка» синтетического импланта на плоскости

В силу этого центры дуг – искомые точки O_1 и O_2 – лежат на горизонтальной оси симметрии. Радиусы O_1C и O_2C , проведенные в точку пересечения дуг, например, в верхнюю точку C , перпендикулярны в этой точке каждой своей дуге – по известной теореме элементарной геометрии. Принимая во внимание условие (C), мы видим, что эти радиусы образуют между собой прямой угол. Теперь из прямоугольного равнобедренного треугольника O_1CO_2 , у которого углы при основании равны 45° , то есть $\pi/4$ радианов, легко найти все искомые длины. Известна длина дуги $l = \pi r$, её соответствующая углу 45° половина $l/2 = (\pi/4)R$, откуда находим радиус дуги: $R = 2r$. Расстояние между центрами O_1 и O_2 : $D = R\sqrt{2} = (2\sqrt{2})r$. Этих данных достаточно для изготовления развертки импланта, если учесть дополнительно, что в рассматриваемом частном случае угол между осями «лепестков» на рис. 2 равен $2(\pi/4) = \pi/2$, то есть он – прямой.

Далее, вычислим высоту h треугольника ABC – это позволит оценить деформацию полусферы при развёртывании (иначе говоря, отличие поверхности, получаемой при сшивании построенной выкройки, от полусферы). Очевидно, $h = R\sqrt{2}/2$, то есть вертикальная ось «лепестка» имеет длину $2h = R\sqrt{2}$; эта вертикальная ось соответствует на полусфере полуокружности большого круга, наклонённого под углом 45° к горизонту, которая имеет длину $\pi r = \pi R/2$. Находим отношение этих длин:

$$2h / \pi r = \sqrt{2} / (\pi / 2) \approx 1,4142 / 1,5708 \approx 0,90030.$$

Таким образом, полуокружность большого круга, наклонённого под углом 45° , при развёртывании на плоскость у нас сжимается, но не сильно, всего на 10%. Учитывая, что необходимо допускать некоторый люфт в кромке импланта и в длине шва, используются длины дуг, ограничивающих «лепестки», немного большие, чем $l = \pi r$, – на 5%. Следовательно и сжатие при развёртывании полуокружности большого круга, наклонённого под углом 45° , будет меньше, тоже примерно на 5%.

При рассмотрении общего случая, когда полуоси эллипсоида не обязательно совпадают, «лепесток», получаемый развёртыванием половины импланта на плоскость, имеет вид, показанный на рис. 4. Осталась только горизонтальная ось симметрии, а радиусы дуг R_1 и R_2 различны. Однако эти радиусы, проведенные в верхнюю точку пересечения дуг C , по-прежнему перпендикулярны, поскольку это является следствием условия (C).

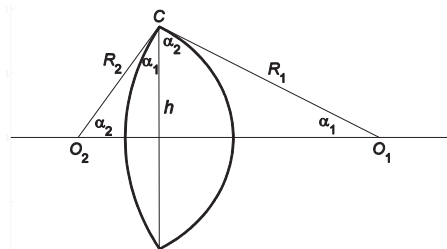


Рис. 4. Схематическое изображение развертки «лепестка» синтетического импланта на плоскости для общего случая.

Используя равенство углов со взаимно перпендикулярными сторонами, как это показано на рис. 4, получаем систему 4-х уравнений для 4-х неизвестных $R_1, R_2, \alpha_1, \alpha_2$:

$$\begin{aligned} l_1 &= 2R_1\alpha_1, \quad l_2 = 2R_2\alpha_2, \\ \alpha_1 + \alpha_2 &= \pi/2, \\ R_1 \sin \alpha_1 &= R_2 \sin \alpha_2 \end{aligned} \quad (2)$$

Выражая R_1 и R_2 из первых двух уравнений и подставляя их в последнее уравнение, получаем соотношение

$$\frac{l_1}{2\alpha_1} \sin \alpha_1 = \frac{l_2}{2\alpha_2} \sin \alpha_2.$$

Учитывая, что сумма углов α_1 и α_2 составляет прямой угол (третье уравнение системы (2), то есть $\sin \alpha_2 = \cos \alpha_1$ и мы приходим к уравнению

$$\frac{\pi/2 - \alpha_1}{\alpha_1} \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{l_2}{l_1}, \quad (3)$$

решая которое определяем угол α_1 .

График функции угла α_1 в левой части этого уравнения приведён на рис. 5. С его помощью можно графически приближенно (с не очень большой точностью) найти угол α_1 . Для этого надо на оси ординат отметить известное значение отношения l_2/l_1 , провести через эту точку горизонтальную прямую вправо до пересечения с графиком, после чего провести вертикальную прямую вниз до пересечения с осью абсцисс. На рис. 5 показана эта процедура для примера, когда $l_2/l_1 = 1$.

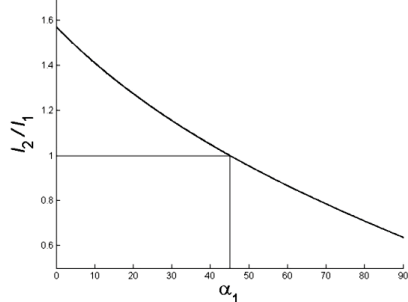


Рис. 5. График функции угла α_1 в левой части уравнения (3)

Таблица значений левой части уравнения (3) для α_1 в промежутке от 0° до 90° прилагается; с помощью этой таблицы можно находить решение уравнения (3) с точностью до 1° , т.е. $\pi/180 \approx 0,017$ радиана. В первом столбце таблицы стоят значения α_1 в радианах, во втором столбце – значения левой части уравнения (3) для этого α_1 , в третьем столбце – α_1 в градусах. Для решения уравнения (3) надо просто найти уже известное число l_1/l_2 (правую часть (3)) во втором столбце и посмотреть, какой в этой строчке приведён угол α_1 .

Зная α_1 , можно теперь легко с помощью уравнений (2) последовательно найти все остальные неизвестные: $R_1 = l_1/(2\alpha_1)$, $\alpha_2 = \pi/2 - \alpha_1$, $R_2 = l_2/(2\alpha_2)$.

Расстояние между центрами дуг O_1 и O_2 определяется из треугольника на рис. 4:
 $D = R_1(\cos \alpha_1)^{-1} = l_1/(2\alpha_1 \cos \alpha_1)^{-1}$.

Полученных данных достаточно для построения синтетического импланта, если учесть дополнительно, что в общем случае угол между осями симметрии «лепестков» на рис. 2 равен $2\alpha_1$.

Следует отметить, что решение уравнения (3)

содержится в промежутке $0 < \alpha_1 < \pi/2 = 90^\circ$ только при условии, что правая часть этого уравнения заключена между $2/\pi \approx 0,637$ и $\pi/2 \approx 1,571$.

Если отношение l_2/l_1 , уменьшаясь, приближается к значению $2/\pi$ (при этом угол стремится к 90°), то глубина синтетического импланта (рис. 1) стремится к нулю, а лепестки на выкройке рис. 2 превращаются в два полукруга с общим диаметром l_2 расположенным на рис. 2 вертикально. Значения l_2/l_1 , меньшие $2/\pi$, т.е. углы, большие 90° , в данном контексте не имеют смысла. С другой стороны, если увеличивать отношение l_2/l_1 , то при $l_2/l_1 = \pi/2$ имеем $\alpha_1 = 0$, и дуги l_1 на рис. 2 превращаются в прямолнейные отрезки, расположенные горизонтально. Дальнейшее увеличение l_2/l_1 (отрицательные значения угла α_1) приводит к тому, что дуги l_1 на рис. 2 становятся вогнутыми кверху.

Среднее число – известное отношение l_2/l_1 ; справа от него – α_1 в градусах, слева – в радианах. Учитывая, что для расчетов удобно использование угла 1° и для уменьшения размера таблицы вместо стандартного шага в $0,1^\circ$ взят шаг в 10 раз больше (1°).

Также группой авторов разработана компьютерная программа, в которую вводятся данные a , b и c , позволяющая в кратчайшее время на дооперационном этапе получить все нужные параметры выкройки импланта и построить развертку синтетического импланта на плоскости для конкретной почки при лапароскопической нефропексии.

Выводы. Использование выкроенного по вышеизложенным расчетам (ручным способом или с помощью компьютерной программы) синтетического имплантата улучшает результаты лапароскопической нефропексии, позволяет обеспечить максимально точное геометрическое соответствие внутренней поверхности синтетической сетки к наружной поверхности нижнего сегмента почки, что делает возможным изменять пространственное положение почки во всех плоскостях, при этом полностью исключается возможность соскальзывания нижнего сегмента почки из импланта благодаря лучшему прилеганию синтетической сетки к поверхности нижнего сегмента почки. Таким образом, прогнозируется снижение травматичности и продолжительности операции, сокращение сроков пребывания больного в стационаре, ускорение социальной реабилитации больного.

MATHEMATICAL SUBSTANTIATION OF THE OPTIMAL SCANNING OF SYNTHETIC IMPLANT IN LAPAROSCOPIC NEPHROPEXIA

A.A. SOKOLOV*, N.G. MAZUR**, N.E. BENYAEV***

*FGBOU DPO RMANPO Ministry of Health of Russia, Moscow, Barrikadnaya str., 2/1, building 1, 125993, Russia

**Federal State Budgetary Institution of Science. O.Yu. Schmidt Institute of the Russian Academy of Sciences (IPE RAS), Moscow, B. Gruzinskaya str., 10, p. 1, 123242, Russia

***NNC toxicological and biological safety of medical devices, Moscow, Kasatkina str., 3, 129301, Russia

Abstract. Nephroptosis is a common disease (from 0.07 to 10.6%) that occurs in patients of the most able-bodied age (20-40 years) due to the omission of a pathologically motile kidney requiring surgical treatment. The most effective and low-traumatic surgery

in this case is laparoscopic nephropexia, which consists of fixing the pathologically moving kidney in its correct physiological position to relatively immobile structures (located near) by synthetic implant. The nephropexia technique requires the following: physiology, minimal invasiveness, a guarantee against relapse, to ensure the prevention of the development of fibroplastic processes around the kidney. Taking into account that an implant is made of a flat synthetic mesh, and the lower segment of the kidney (for which fixation is performed) has a three-dimensional shape, it is advisable to use a mathematically grounded sweep on the plane when the implant is made. In this case, the use of an optimal shape and size implant, specific to each kidney taken, significantly improves the results of laparoscopic nephropexia. The purpose of this article is the mathematical justification for the optimal sweep of the synthetic reticular implant on the plane for reliable fixation of the kidney during laparoscopic nephropexia.

Keywords: laparoscopy, nephropexia, synthetic implant, ellipsoid, scan, plane.

Литература / References

1. Абоян И.А. Эндоскопическая нефропексия // Урология и нефрология. 2004. № 2. С. 47–50 / Aboyan IA. Endoskopicheskaya nefropeksiya [Endoscopic nephropexy]. Urologiya i nefrologiya. 2004;2:47–50. Russian.
2. Давыдов А.А., Крапивин Б.В., Шульц В.Е., Мохраков Ю.Б. Сравнительные ближайшие результаты открытой и лапароскопической нефропексии при симптоматическом нефроптозе // Эндоскопическая хирургия. 2000. № 2. С. 29–30 / Davydov AA, Krapivin BV, Shul'ts VE, Mokhrakov YuB. Sravnitel'nye blizhayshie rezul'taty otkrytoy i laparoskopicheskoy nefropeksii pri simptomaticheskom nefrop-toze [Comparative short-term results of open and laparoscopic nephropexy in symptomatic nephroptosis]. Endoskopicheskaya khirurgiya. 2000;2:29–30. Russian.
3. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М. А. «Курс начертательной геометрии». М.: Наука, 1973. / Gordon VO, Sementsov-Ogievskiy MA. «Kurs nachertatel'noy geometrii» [The course of descriptive geometry]. Moscow: Nauka; 1973. Russian.
4. Лопаткин Н.А. Нефроптоз: руководство по клинической урологии. М.: Медицина, 1998. С. 320–339. / Lopatkin NA. Nefroptoz: rukovodstvo po klinicheskoy urologii [Nephroptosis: a guide to clinical urology]. Moscow: Meditsina; 1998. Russian.
5. Материалы 10-го Российского съезда урологов. М., 2002. / Materialy 10-go Rossiyskogo s"ezda urologov [Materials of the 10th Russian Congress of urologists]. Moscow; 2002. Russian.
6. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Том 2. М.: Физматлит, 2003. 177 с. / Fikhtengol'ts GM. Kurs differentsial'nogo i integral'nogo ischisleniya. Tom 2 [Course of differential and integral calculus. Volume 2]. Moscow: Fizmatlit; 2003. Russian.
7. Янке Е., Эмде Ф., Лёш Ф. Специальные функции (формулы, графики, таблицы). М.: Наука, 1968. 96 с. / Yanke E, Emde F, Lesh F. Spetsial'nye funktsii (formuly, grafiki, tablitsy) [Special functions (formulas, graphs, tables)]. Moscow: Nauka; 1968. Russian.
8. Bansal D., Defoor W.R. Jr, Noh P.H. Pediatric robotic assisted laparoscopic nephropexy: case study // Springerplus. 2013. Vol. 2. P. 321 / Bansal D, Defoor WR Jr, Noh PH. Pediatric robotic assisted laparoscopic nephropexy: case study. Springerplus. 2013;2:321.
9. Castle S.M., Karnjanawanichkul W., Leveillee R.J. Application of "cinch/tie" technique to robotic-assisted nephropexy for posterior abdominal wall fixation // J Robot Surg. 2012. Vol. 6(2). P. 155–157 / Castle SM, Karnjanawanichkul W, Leveillee RJ. Application of "cinch/tie" technique to robotic-assisted nephropexy for posterior abdominal wall fixation. J Robot Surg. 2012;6(2):155–7.
10. Güneri C., Tunç L., Kiraç M., Biri H., Bozkirli I. Laparoscopic nephropexy with polymer clips // JSLS. 2014. Vol. 18(1). P. 116–119 / Güneri C, Tunç L, Kiraç M, Biri H, Bozkirli I. Laparoscopic nephropexy with polymer clips. JSLS. 2014;18(1):116–9
11. El-Moula M.G., Izaki H., Kishimoto T., Takahashi M., Fukumori T., Kanayama H.O. Laparoscopic nephropexy // J Laparoendosc Adv Surg Tech A. 2008. Vol. 18(2). P. 230–236 / El-Moula MG, Izaki H, Kishimoto T, Takahashi M, Fukumori T, Kanayama HO. Laparoscopic nephropexy. J Laparoendosc Adv Surg Tech A. 2008;18(2):230–6.
12. El-Shazly M.A. Laparoscopic nephropexy using polypropylene mesh // Surg Laparosc Endosc Percutan Tech. 2011. Vol. 21(3). P. 188–190 / El-Shazly MA. Laparoscopic nephropexy using polypropylene mesh. Surg Laparosc Endosc Percutan Tech. 2011;21(3):188–90.
13. Hofer M.D., Aguilar-Cruz H.J., Singla N., Cordon B.H., Scott J.M., Morey A.F. Expanding Applications of Renal Mobilization and Downward Nephropexy in Ureteral Reconstruction // Urology. 2016. Vol. 94. P. 232–236 / Hofer MD, Aguilar-Cruz HJ, Singla N, Cordon BH, Scott JM, Morey AF. Expanding Applications of Renal Mobilization and Downward Nephropexy in Ureteral Reconstruction. Urology. 2016;94:232–6.
14. Rehman J., Hoenig D.M. Laparoscopic nephropexy // J. Endourol. 2000. Vol. 14 (10). P. 881–887 / Rehman J, Hoenig DM. Laparoscopic nephropexy. J. Endourol. 2000;14(10):881–7.

Библиографическая ссылка:

Соколов А.А., Мазур Н.Г., Беньяев Н.Е. Математическое обоснование оптимальной развертки синтетического импланта при лапароскопической нефропексии // Вестник новых медицинских технологий. 2019. №2. С. 96–100. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-15807.

Bibliographic reference:

Sokolov AA, Mazur NG, Benyaev NE. Matematicheskoe obosnovanie optimal'noy razvertki sinteticheskogo implanta pri laparoskopicheskoy nefropeksii [Mathematical substantiation of the optimal scanning of synthetic implant in laparoscopic nephropexia]. Journal of New Medical Technologies. 2019;2:96–100. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-15807. Russian.