

Экспериментальное обоснование гемостатических швов при резекции почки по поводу опухоли

В.М. Попков¹, А.Н. Понукалин¹, Д.Ю. Потапов¹, Ю.А. Малышева²

¹ГБОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России;

²ГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского»

Контакты: Дмитрий Юрьевич Потапов potapovmed@rambler.ru

Исследование посвящено изучению биомеханических свойств тканей почки и сравнению различных методик гемостатических швов, применяемых при резекции почки по поводу опухоли. Проведенное экспериментальное исследование позволяет рекомендовать обязательное включение в гемостатический шов с двух сторон почечную капсулу как наиболее прочную и пластичную часть органа. Модуль упругости (модуль Юнга) служит интегральным показателем деформационно-прочностных свойств тканей почки, что позволяет рекомендовать его для более широкого использования в экспериментальных и клинических исследованиях. Предлагаемый модифицированный шов позволяет сократить до минимума число послеоперационных кровотечений из паренхимы почки, уменьшить время операции и тем самым улучшить результаты органосохраняющего лечения больных раком почки.

Ключевые слова: резекция почки, деформационно-прочностные свойства тканей почки, лигатурные методики гемостаза

Experimental rationale for hemostatic sutures during resection of the kidney for its tumor

V.M. Popkov¹, A.N. Ponukalin¹, D.Yu. Potapov¹, Yu.A. Malysheva²

¹V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Ministry of Health of Russia;

²N.G. Chernyshevsky Saratov State University

The investigation deals with the study of the biomechanical properties of renal tissues and the comparison of different hemostatic suture procedures used during resection of the kidney for its tumor. The performed experimental study allows one to recommend that a renal capsule as the organ's most stable and plastic part must be necessarily inserted into the hemostatic suture on both sides. The elastic modulus (Young's modulus) serves as an integral indicator of the deformation-strength properties of renal tissues, which enables it to be recommended for the wider use in experimental and clinical studies. The proposed modified suture can minimize the number of postoperative bleedings from the renal parenchyma and reduce the time of surgery, thereby improving the results of organ-saving treatment in patients with kidney cancer.

Key words: kidney resection, deformation-strength properties of renal tissues, hemostatic ligature procedures

Введение

Согласно рекомендациям Европейского общества урологов (EAU, 2010) резекция почки признана «золотым стандартом» лечения рака почки стадии T1 [1]. При выполнении резекции почки ключевым моментом операции является надежная остановка кровотечения из паренхимы органа [2]. Почти всегда для этой цели используются различные варианты гемостатических швов, как изолированно, так и в сочетании с другими методиками гемостаза [3–6]. Известно множество видов швов, применяемых при РП [2, 7–10]. Это говорит об отсутствии универсальной методики, что обуславливает актуальность поиска новых лигатурных способов окончательной остановки кровотечения при резекции почки.

Цель исследования — изучение биомеханических свойств тканей почки и сравнение различных методик гемостатических швов, применяемых при резекции почки по поводу опухоли.

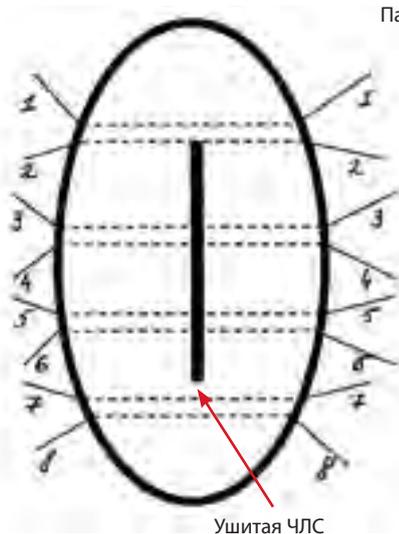
Материалы и методы

Работа состоит из 2 частей: экспериментальной и клинической. Экспериментальное исследование име-

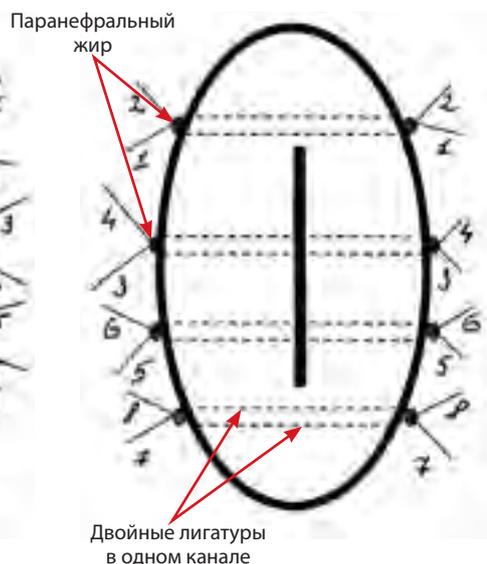
ло целью изучить деформационно-прочностные свойства капсулы, паренхимы и лоханки почки. В качестве оборудования применялась испытательная машина TiraTest 28005. Испытание проводилось на базе отдела биомеханики Образовательно-научного института наноструктур и биосистем ГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского».

Исследование проведено на 20 почках трупов людей обоего пола в возрасте 48–65 лет. Ткани почки исследовали не позднее 24 ч после смерти, причины которой не были связаны с заболеваниями органов мочевой системы. До исследования фрагменты почек хранились в 0,89 % растворе NaCl при температуре 4 °С. Взятие и подготовку тканей к исследованию проводили по следующей методике. По общепринятым правилам стандартного патологоанатомического исследования извлекали комплекс органов брюшной полости и забрюшинного пространства. Почки выделялись из околопочечного жира, после чего из среднего сегмента органа в поперечном направлении вырезались кусочки органа, содержащие капсулу, паренхиму и лоханку. В последующем проводилось одноосное растяжение образцов между клеммами

Шаг 1



Шаг 2



Шаг 3

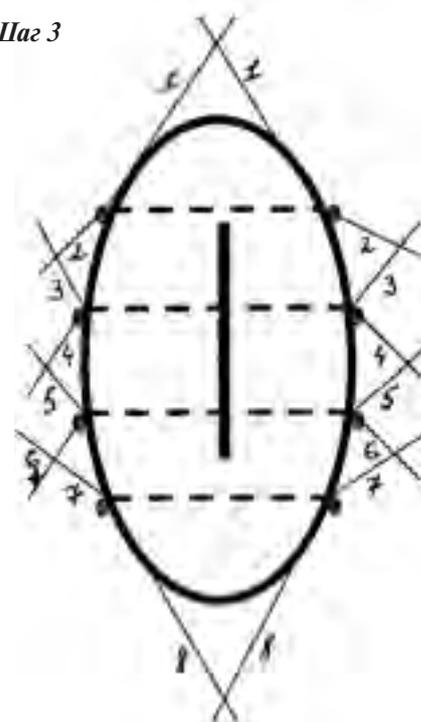


Рис. 1. Схема наложения двойного гемостатического шва

испытательной машины. Скорость растяжения — 10 мм/мин.

При испытании измерялись начальная длина образца, конечная длина, усилие начала разрыва ткани. На основании полученных данных автоматически рассчитывались для каждого эксперимента следующие показатели: относительная деформация образца, в процентах (ϵ), как отношение начальной длины ($\epsilon_{нач}$) к конечной длине ($\epsilon_{кон}$); напряжение тканей, в мегапаскалях (МПа) — δ , данная величина характеризует прочность тканей. Также для каждого опыта автоматически строился график кривой «напряжение—деформация». Полученные результаты анализировались с помощью статистических методов.

В клиническую часть исследования включено 58 больных, которым в клинике урологии КБ им. С.Р. Миротворцева Саратовского ГМУ выполнена резекция почки по поводу опухоли. В качестве метода окончательного гемостаза мы всегда применяли гемостатические швы в комбинации с гемостатической пластиной Тахокомб, укладываемой на место резецированной ткани почки. Из лигатурных методик применяли стандартные П-образные и непрерывные обвивные швы, а также модифицированный нами двойной лигатурный шов (свидетельство о рационализаторском предложении № 2881 от 06.12.2011 г. выдано Саратовским ГМУ им. В.И. Разумовского). Этот шов накладывали по следующей методике. После выполнения плоскостной или фронтальной резекции

и ушивания полостной системы через всю толщину почки в 1 канале проводили двойные лигатуры на расстоянии 2–2,5 см друг от друга. Затем, используя подкладки из паранефрального жира, лигатуры завязывали с 2 сторон, после чего свободные концы соседних швов связывали между собой по передней и задней поверхности почки для обеспечения дополнительного гемостаза. В заключительной части резецированная поверхность органа дополнительно укрывалась пластиной Тахокомб. Во время операции почка обкладывалась стерильным льдом. Временный гемостаз у 90 % больных осуществлялся путем отжатия почечной артерии. Продолжительность ишемии составляла от 7 до 30 мин. Схематично применяемый нами способ наложения гемостатического шва изображен на примере плоскостной резекции почки (рис. 1).

В зависимости от применяемых кровоостанавливающих швов все пациенты были разделены на 2 группы: основную, в которой применяли двойные швы ($n = 23$), и контрольную — с применением в качестве гемостатического шва стандартных П-образных или обвивных непрерывных швов ($n = 35$). Достоверность различий между группами как в клинической, так и в экспериментальной части проверяли с помощью t -критерия Стьюдента для количественных и z -критерия для качественных признаков. Различия считали достоверными, если $t \geq 2$ и $z \geq 2$, при $p < 0,05$. Следует отметить, что основная и контрольная группы были сопоставимы по ряду признаков (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение основной и контрольной групп

Группа	Число пациентов, n (%)	Средний возраст, лет	Средняя длительность анамнеза, мес	Пациенты с единственной почкой, n (%)	Средний размер опухоли, см
Основная	Муж. 12 (52,2) Жен. 11 (47,8)	54,3	14,2	6 (26,1)	5,1
Контрольная	Муж. 21 (60) Жен. 14 (40)	55,4	16,2	(22,9)	3,9
Критерий достоверности различий (t или z)	$z = 0,316$ $p = 0,75$	$t = 0,39$ $p = 0,7$	$t = 0,256$ $p = 0,8$	$z = 0,035$ $p = 0,972$	$t = 1,9$ $p = 0,062$

В ходе дальнейшего анализа были выявлены преимущества модифицированного гемостатического шва, сделана попытка их теоретического обоснования.

Результаты и их обсуждение

Результаты изучения биомеханических свойств фиброзной капсулы почки представлены в табл. 2.

Результаты изучения биомеханических свойств лоханки почки представлены в табл. 3.

Результаты изучения биомеханических свойств образцов паренхимы почки представлены в табл. 4.

Анализ полученных результатов выявил следующие закономерности. Среднее значение модуля упру-

гости для капсулы почки составило 28,5 МПа, для лоханки – 1,18 МПа, а для образцов паренхимы – 0,12 МПа. Таким образом, выявлены достоверные различия величины модуля Юнга для всех 3 анализируемых структур. Критерий Стьюдента (t) при сравнении «капсула–лоханка» составил 7,627 ($p = 0,000$), при сравнении показателей «лоханка–паренхима» t оказался равным 7,794 при $p = 0,0000$.

Средние значения усилия начала разрыва составили: для капсулы – 3,53 Н, для лоханки – 9,28 Н, для паренхимы почки – 2,18 Н. Критерий Стьюдента для групп «капсула–лоханка» составил 3,626 ($p = 0,0000$), для групп «лоханка–паренхима» 4,74 ($p = 0,0000$).

Таблица 2. Биомеханические свойства фиброзной капсулы почки

Номер образца	Длина начальная ($\epsilon_{нач}$), мм	Длина конечная ($\epsilon_{кон}$), мм	Относительная деформация (ϵ), %	Усилие начала разрыва, Н	Модуль упругости (δ), МПа
1	24	31,7	75,7	4,75	14,23
2	38	46,7	81,4	6,96	15,72
3	9	12,3	73,2	2,54	10,82
4	38	45,2	84,1	3,94	40,36
5	32	36,5	87,7	2,81	19,34
6	36	39,6	90,9	1,56	37,93
7	23	47,4	48,5	13,29	20,14
8	36	43,6	82,6	3,97	24,95
9	18	23,8	75,6	4,15	26,38
10	31	34,1	90,9	0,31	4,06
11	39	44,9	86,9	0,38	8,42
12	40	42,8	93,5	0,36	4,29
13	21	24,4	86,1	1,81	44,35
14	23	29,9	76,9	4,36	35,72
15	11	13,4	82,1	2,63	55,99
16	16	19,0	84,2	2,13	51,6
17	26	28,6	90,9	2,33	28,43
18	38	49,0	77,6	5,54	43,15
19	36	41,8	86,1	3,78	45,69
20	20	23,8	84,0	2,9	38,35

Таблица 3. Биомеханические свойства лоханки почки

Номер образца	Длина начальная ($\epsilon_{нач}$), мм	Длина конечная ($\epsilon_{кон}$), мм	Относительная деформация (ϵ), %	Усилие начала разрыва, Н	Модуль упругости (δ), МПа
1	19	22,8	83,3	1,73	0,72
2	13	16,4	79,3	2,84	0,53
3	17	21,6	78,7	6,34	0,36
4	13,5	15,8	85,4	12,82	1,79
5	18	23,4	76,9	17,63	1,86
6	14	17,8	78,9	14,04	1,53
7	18	21,1	85,3	12,29	1,38
8	17,5	26,1	67,0	22,96	0,82
9	18	21,2	84,1	1,4	0,29
10	9	11,3	79,6	14,3	0,97
11	18	23,4	76,9	19,67	1,32
12	19	20,3	93,4	4,76	1,49
13	18	22,0	81,8	11,84	1,07
14	20	25,2	79,4	10,52	1,5
15	13	14,2	91,5	3,33	0,36
16	20	21,2	94,3	0,93	0,49
17	19	20,9	90,9	5,07	1,76
18	18	24,3	74,1	12,14	1,45
19	14	15,3	91,5	3,89	2,19
20	17	19,0	89,5	7,08	2,19

Таблица 4. Биомеханические свойства паренхимы почки

Номер образца	Длина начальная ($\epsilon_{нач}$), мм	Длина конечная ($\epsilon_{кон}$), мм	Относительная деформация (ϵ), %	Усилие начала разрыва, Н	Модуль упругости (δ), МПа
1	13	13,5	96,3	0,69	0,15
2	15	16,8	89,3	2,93	0,2
3	19	22,8	83,3	3,45	0,1
4	19	20,9	90,9	1,73	0,2
5	18	18,4	97,8	0,04	0,21
6	20	24,0	83,3	2,98	0,16
7	13,5	14,3	94,4	0,33	0,05
8	20	22,0	90,9	1,17	0,08
9	24	28,1	85,4	1,01	0,08
10	19	19,5	97,4	1,3	0,17
11	13	14,4	90,3	0,7	0,09
12	9	11,5	78,3	2,39	0,08
13	12	12,6	95,2	0,91	0,08
14	14	16,2	86,4	3,07	0,05
15	19	21,1	90,0	2,16	0,09
16	26	26,2	99,2	5,62	0,11
17	16	17,4	92,0	1,21	0,07
18	12	13,6	88,2	2,9	0,1
19	18	21,1	84,9	2,23	0,08
20	30	33,0	90,9	6,69	0,21

В то же время оказались недостоверными различия усилия начала разрыва при сравнении показателей «капсула–паренхима» ($t = 1,8$ при $p = 0,079$).

Обращает на себя внимание некоторое «противоречие» полученных данных: самый большой модуль упругости оказался у капсулы, а большее среднее усилие начала разрыва отмечено у лоханки почки. Объясняется это тем, что в расчетах усилия начала разрыва не учитывалась средняя толщина образца, которая для капсулы почки составила, по данным литературы, 0,05 мм, а для лоханки — 4 мм. Таким образом, для исследования деформационно-прочностных свойств тканей почки целесообразнее использовать модуль упругости (модуль Юнга).

Средняя относительная деформация для капсулы почки составила 83,09%, для лоханки — 81,94%, а для паренхимы органа — 90,22%. Таким образом, самой ригидной и «хрупкой» частью органа оказалась паренхима. При сравнении с помощью методов статистики выявлены достоверные различия между группами «капсула–паренхима» и «лоханка–паренхима» ($t = 3,305$ ($p = 0,002$) и ($t = 3,514$ ($p = 0,001$) соответственно). Критерий Стьюдента при этом для групп «капсула–лоханка» составил 0,423 ($p = 0,675$), и объясняется это также различием объема испытуемой ткани вследствие различной средней толщины образцов. Таким образом, самой прочной и одновременно самой эластичной является фиброзная капсула почки, что диктует обязательное ее включение в состав гемостатического шва как с передней, так и с задней поверхности почки.

Всего в клиническую часть исследования включено 58 больных с почечно-клеточным раком (ПКР), которым была выполнена резекция почки. Проявления ПКР диагностированы в 60 почках, т. е. у 2 пациентов диагностированы двусторонние опухоли. Стадия T1N0M0 подтверждена в 51 (85%) случае, T2N0M0 — в 8 (13,3%), T3aN0M0 — в 1 (1,7%) наблюдении. При этом стадия опухоли T1aN0M0 была в 38 (63,3%), стадия T1bN0M0 в 13 (21,7%), T2a N0M0 — в 3 (5%), T2bN0M0 — в 5 (8,3%) случаях. По абсолютным показаниям оперировано 15 (25,9%) больных, по относительным — 19 (32,8%), а по электроактивным показаниям резекция почки выполнена 24 (41,3%) пациентам. Следует отметить, что нами оперировано 13 больных с опухолью единственной почки, что составило 22,4% от общего числа больных. Причиной ранее выполненной нефрэктомии в 8 (61,5%) случаях была опухоль почки, в 3 (23,1%) — терминальный гидронефроз, туберкулезное поражение и аплазия контралатеральной почки были у 2 (по 7,7%) пациентов. Всего 58 пациентам выполнено 62 резекции почки. При этом плоскостная резекция выполнена в 18 (29,0%) случаях, когда опухоль располагалась в полюсе почки, клиновидная резекция выполнялась в 7 (11,3%) случаях.

Фронтальная резекция почки по методике Ю.Г. Аляева выполнена нами 26 (41,9%) больным при интрапаренхиматозном расположении опухоли или опухоли среднего сегмента почки. И, наконец, атипичная резекция почки при краевых опухолях небольших размеров выполнялась в 11 (17,8%) случаях.

Осложнения после операции отмечены у 6 (9,7%) больных, причем все они были оперированы по абсолютным показаниям. В группах пациентов, оперированных по относительным и электроактивным показаниям, осложнений не выявлено, летальных исходов после резекций также не было. Среди послеоперационных осложнений кровотечения из оперированной почки наблюдались у 3 (4,8%) пациентов, в 2 случаях они были остановлены консервативными мероприятиями, в 1 случае выполнялась ангиографическая эмболизация сегментарной артерии почки, которая явилась источником кровотечения после операции. Повторных операций и нефрэктомий не потребовалось. В 2 (3,2%) случаях после операции диагностированы желудочные кровотечения из острых стрессорных язв желудка и двенадцатиперстной кишки, которые были остановлены эндоскопически и оперативного вмешательства не потребовали. У 2 (3,2%) пациентов после операции возникли такие осложнения, как острый нетрансмуральный инфаркт миокарда и ишемический инсульт, которые также не потребовали дополнительных инвазивных методик лечения. У больных, оперированных по абсолютным показаниям, в ближайшем послеоперационном периоде наблюдалось повышение уровня креатинина и мочевины крови на 30–40% от исходного, что было компенсировано консервативными мероприятиями; необходимости в проведении острого гемодиализа у этих пациентов не возникло.

Контрольную и основную группы сравнивали по следующим критериям: расположение опухоли в почке, стадия опухоли, вид выполненной резекции, среднее время операции, среднее время ишемии почки, а также частота послеоперационных кровотечений из почки и частота снижения функции почки в ближайшем послеоперационном периоде.

Данные табл. 5 показывают наличие достоверно меньшей продолжительности операции (93 мин против 116 мин) при применении модифицированного гемостатического шва, что говорит о его технической простоте и высокой эффективности. Кроме того, при использовании модифицированного шва мы не отметили кровотечений из оперированной почки, в группе же больных с П-образным швом они отмечены в 3 случаях. Отсутствие достоверных различий по данному признаку связано, вероятно, с небольшим количеством наблюдений. Отсутствие различий по всем остальным признакам свидетельствует о схожести сравниваемых групп по большинству параметров, что повышает достоверность полученных различий.

В качестве примера эффективности модифицированного гемостатического шва приводим протокол операции резекции почки.

Пациентка И., 60 лет, оперирована 25.07.2009 г. по поводу опухоли верхнего полюса единственной левой почки. Под наркозом проведена люмболапаротомия слева с резекцией XI ребра. При вскрытии брюшной полости констатирована опухоль левой почки размерами 15 × 15 × 13 см, исходящая из верхнего полюса. Почки подвижна. К париетальному листку брюшины на большом протяжении припаян большой сальник, поэтому решено операцию продолжить внебрюшинно.

Почка мобилизована вместе с клетчаткой (рис. 2). Размеры опухоли превышают размеры почки, но опухоль

расположена большей частью экстраренально. На почечную артерию был наложен сосудистый зажим. С отступом от края опухоли на 0,5 см выполнена плоскостная электрорезекция верхнего полюса левой почки (рис. 3). При этом была резецирована верхняя чашка. Шейка ее ушита непрерывным швом нитью Полисорб 3-0. Наложены отдельные Z-образные швы на сосуды паренхимы по линии резекции. После наложения стандартных П-образных швов гемостаз неудовлетворительный: сильное кровотечение с плоскости резекции. Принято решение осуществить окончательную остановку кровотечения двойными лигатурами, проведенными в 1 канале (рис. 4). Резецированная поверхность почки укрыта пластиной Тахокомб и околопочечным жиром,

Таблица 5. Сравнительная характеристика больных в зависимости от применяемых методик гемостаза

Признак	Модифицированный двойной узловой шов	П-образный и простой узловой шов	Критерии достоверности различий, t или z
Расположение опухоли в почке, n (%)			
верхний сегмент	5 (21,7)	8 (22,9)	$z = 0,206, p = 0,837$
средний сегмент	6 (26,1)	15 (42,9)	$z = 1,053, p = 0,292$
нижний сегмент	11 (47,9)	10 (28,6)	$z = 1,257, p = 0,209$
несколько опухолей	1 (4,3)	4 (11,4)	$z = 0,49, p = 0,629$
Стадия опухоли, n (%)			
T1a	14 (60,9)	24 (64,9)	$z = 0,037, p = 0,97$
T1b	6 (26,1)	7 (18,9)	$z = 0,336, p = 0,737$
T2a	1 (4,3)	2 (5,4)	$z = 0,42, p = 0,675$
T1b	2 (8,7)	3 (8,1)	$z = 0,399, p = 0,69$
T3a	0	1 (2,7)	$z = 0,243, p = 0,808$
Вид резекции, n (%)			
плоскостная	8 (34,8)	10 (25,6)	$z = 0,481, p = 0,63$
фронтальная	10 (43,5)	16 (41,0)	$z = 0,074, p = 0,941$
клиновидная	3 (13,0)	4 (10,3)	$z = 0,091, p = 0,928$
атипичная	2 (8,7)	9 (23,1)	$z = 1,089, p = 0,276$
Среднее время операции, мин	93	116	$t = 2,575, p = 0,013^*$
Среднее время ишемии почки во время операции, мин	21,5	22	$t = 0,22, p = 0,827^*$
Частота снижения функции почки в послеоперационном периоде, n (%)	6 (26,1)	8 (22,9)	$z = 0,023, p = 0,982$
Частота послеоперационных кровотечений, n (%)	0	3 (7,7%)	$z = 0,757, p = 0,449$

* Достоверные различия между сравниваемыми группами.



Рис. 2. Почка с опухолью верхнего сегмента, этап мобилизации



Рис. 3. Выполнена плоскостная резекция верхнего полюса, временный гемостаз пережатием ножки почки, проведена первая двойная лигатура



Рис. 4. Наложение модифицированного гемостатического шва: завязывание швов на фрагментах паранефрального жира

над которыми завязаны концы гемостатических лигатур (рис. 5). Сосудистый зажим снят через 20 мин. Гемостаз — удовлетворительный. Забрюшинное пространство дренировано 2 трубками. Интраоперационная кровопотеря составила не более 100 мл. Длительность операции — 100 мин. Послеоперационный период протекал без осложнений, больная выписана из стационара в удовлетворительном состоянии 13.08.2009 г.

Заключение

Проведенное экспериментальное исследование позволяет рекомендовать обязательное включение в гемостатический шов с 2 сторон почечную капсулу как наиболее прочную и пластичную часть органа. Модуль упругости (модуль Юнга) является интегральным показателем деформационно-прочностных свойств тканей почки, что позволяет рекомендовать его для более широкого использования в экспериментальных и клинических исследованиях. Предлагаемый модифицированный шов позволяет сократить до минимума число послеоперационных кровотечений

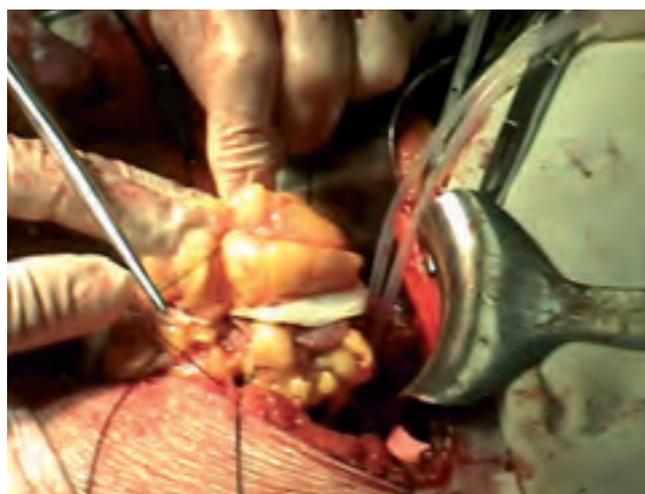


Рис. 5. Окончательный вид шва, гемостаз — удовлетворительный

из паренхимы почки, уменьшить время операции и тем самым улучшить результаты органосохраняющего лечения больных раком почки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ljungberg B., Cowan N.C., Hanbury D.C. et al. EAU Guidelines on Renal Cell Carcinoma: The 2010 Update. *European Urology* 2010;58:398–406.
2. Айвазян А.В. Гемостаз при операциях на почке. 2-е доп. изд. М.: Наука, 1982. 280 с.
3. Breda A., Stepanian S.V., Lam J.S. et al. Use of haemostatic agents and glues during laparoscopic partial nephrectomy: a multi-institutional survey from the United States and Europe of 1347 cases. *Eur Urol* 2007; 52(3):798–803.
4. Msezane L.P., Katz M.H., Gofrit O.N. et al. Hemostatic agents and instruments in laparoscopic renal surgery. *J Endourol* 2008;22(3):403–8.
5. Johnston W.K., Montgomery J.S., Seifman B.D. et al. Fibrin glue v sutured bolster: lessons learned during 100 laparoscopic partial nephrectomies. *J Urol* 2005;174(1):47–52.
6. Матвеев В.Б., Матвеев Б.П., Волкова М.И. и др. Роль органосохраняющего хирургического лечения рака почки на современном этапе. *Онкоурология* 2007;2:5–11.
7. Аляев Ю.Г., Крапивин А.А. Резекция почки при раке. М.: Медицина, 2001. 224 с.
8. Умовист М.Н., Шишкина В.В., Замятин С.С. и др. Сравнительная морфофункциональная оценка некоторых лигатурных способов гемостаза при резекции почки. *Клин хирургия* 1987;12:30–32.
9. Rubinstein M., Colombo J.R., Finelli A. et al. Laparoscopic partial nephrectomy for cancer: techniques and outcomes. *Int Braz J Urol* 2005;31:100–4.
10. Петров С.Б., Шпилена Е.С., Кукушкин А.В. и др. Усовершенствованная техника достижения гемостаза при резекции почки с новообразованием. *Онкоурология* 2009;1:14–19.