

ID: 2013-04-1276-A-2715

Оригинальная статья

Попков В.М., Понукалин А.Н., Потапов Д.Ю., Дурнов Д.А.

Биомеханические свойства тканей почки в свете применения гемостатических швов при резекции почки по поводу опухоли*ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И.Разумовского Минздрава России, НИИ фундаментальной и клинической уронефрологии*

Popkov V.M., Ponukalin A.N., Potapov D.Yu., Durnov D.A.

Biomechanical properties of tissue in renal due to the use of hemostatic sutures during partial nephrectomy for renal tumors*Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Scientific Research Institute of Fundamental and Clinical Urology***Резюме**

На основании анализа результатов клинко-экспериментального изучения деформационно-прочностных свойств капсулы, паренхимы и лоханки почки, а также сравнения различных методик гемостатических швов, применяемых при резекции почки, установлено, что включение в гемостатический шов с двух сторон почечной капсулы позволяет сократить до минимума число послеоперационных кровотечений из паренхимы почки, уменьшить время операции и, тем самым, улучшить результаты органосохраняющего лечения больных с раком почки.

Ключевые слова: резекция почки, биомеханические свойства тканей почки, гемостатические швы

Введение

Согласно рекомендациям Европейского общества урологов (EAU, 2010) резекция почки (РП) является «золотым стандартом» лечения рака почки стадии T₁. [1] При выполнении РП ключевым моментом операции является надёжная 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. [3,4,5,6] Известны множество видов швов, применяемых при РП. [2,7,8,9,10] Это говорит об отсутствии универсальной методики обуславливает актуальность поиска новых лигатурных способов окончательной остановки кровотечения при резекции почки.

Наше исследование посвящено изучению биомеханических свойств тканей почки и сравнению различных методик гемостатических швов, применяемых при резекции почки по поводу опухоли.

Материал и методы

В работе присутствуют две части – экспериментальная и клиническая. Экспериментальное исследование имело 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 часов после смерти, причины которой не были связаны с заболеваниями органов мочевой системы. До исследования кусочки 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 производилось одноосное растяжение образцов между клеммами испытательной машины. Скорость растяжения равнялась 10 мм/мин.

При испытании измерялись начальная длина образца, конечная длина образца, 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) – б, данная величина характеризует прочность тканей. Также для каждого опыта автоматически строилась график кривой напряжение (в МПа)- деформации (в %). Полученные результаты анализировались с помощью статистических методов.

В клиническую часть исследования включено 58 больных, которым в клинике урологии КБ им. С.Р. Миротворцева СГМУ 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 непрерывный обвивной шов, а также модифицированный нами двойной лигатурный шов (свидетельство о рац.предложении № 2881 от 6.12.2011г. выдано СГМУ 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 одном канале проводили двойные лигатуры на расстоянии 2-2,5 см друг от друга. Затем, используя подкладки из паранефрального жира, лигатуры завязывали с двух сторон, после чего свободные концы соседних швов связывали между собой по передней и задней поверхности почки для обеспечения дополнительного гемостаза. В заключении резецированная поверхность органа дополнительно укрывалась пластиной «Тахокомб». Во время операции почка обкладывалась стерильным льдом. Временный гемостаз у 90% больных осуществлялся путём отжатия почечной артерии. Продолжительность ишемии составляла от 7 до 30 минут. Схематично применяемый нами способ наложения гемостатического шва изображён на примере плоскостной резекции почки на рисунке 1.

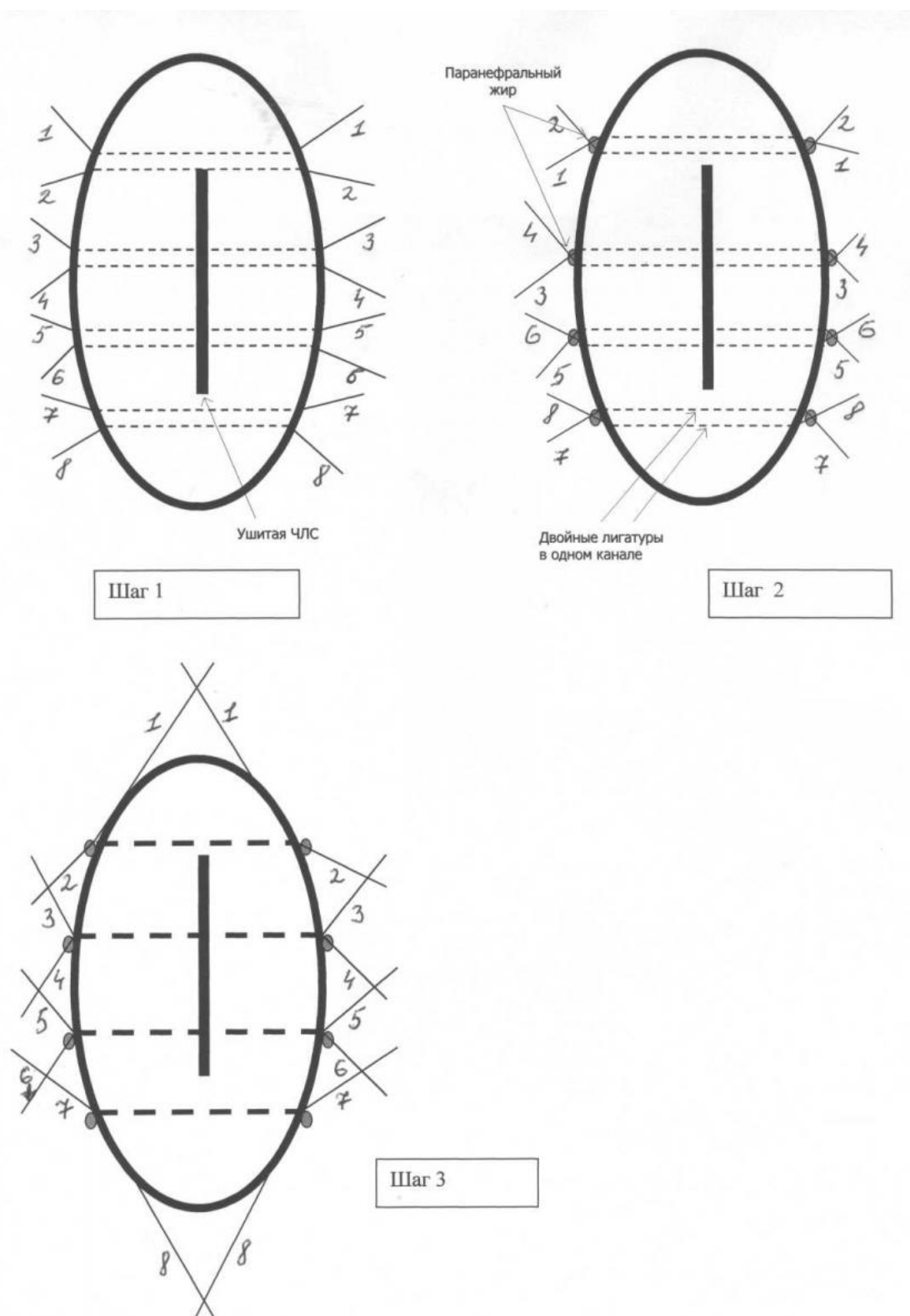


Рис. 1. Схема наложения двойного гемостатического шва

В зависимости от применяемых кровоостанавливающих швов все больные были разделены на 2 группы: анализируемую, куда вошли 23 больных, у которых применялись двойные швы, и контрольную, состоящую из 35 пациентов, в качестве гемостатического шва у которых применяли стандартные П-образные или обвивные непрерывные швы. Достоверность различий между группами, как в клинической, так и в экспериментальной части, проверяли статистически 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, указанных в таблице 1.

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

Таблица 1. Сравнение основной и контрольной групп по некоторым анализируемым признакам.

	Пол (%)	Средний возраст (годы)	Средняя длительность анамнеза (месяцы)	Доля больных с единственной почкой (%)	Средний размер опухоли (см)
Основная группа	Мужчины 12(52,2%) Женщины 11(47,8%)	54,3 года	14,2 месяца	6(26,1%)	5,1 см
Контрольная группа	Мужчины 21(60%) Женщины 14(40%)	55,4 года	16,2 месяца	8(22,9%)	3,9 см
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

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 (б), 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

Результаты и обсуждение

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

Результаты изучения биомеханических свойств лоханки почки представлены в таблице 3.

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

Анализ полученных результатов выявил следующие закономерности. Среднее значение модуля упругости 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 трёх анализируемых групп. Критерий Стьюдента (t) при сравнении «капсула–лоханка» составил 7,627 (p = 0,000), при сравнении «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). В то же время оказались недостоверными различия усилия начала разрыва при сравнении «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 имелось у лоханки почки. Объясняется это тем, что в расчётах 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). Тогда как критерий Стьюдента для групп «капсула-лоханка» составил 0,423 (p = 0,675) и объясняется это также различием объёма испытываемой ткани вследствие различной средней толщины образцов. Таким образом, самой прочной и одновременно самой эластичной является фиброзная капсула почки, что диктует обязательное её включение в состав гемостатического шва как с передней, так и с задней поверхности почки.

Таблица 3. Биомеханические свойства лоханки почки

Номер образца	Длина начальная ($\epsilon_{нач}$),		Длина конечная ($\epsilon_{кон}$),		Относительная деформация (ϵ), %	Усилие начала разрыва, Н	Модуль упругости (b), МПа
	мм	мм	мм	мм			
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 ($\epsilon_{нач}$),		Длина конечная ($\epsilon_{кон}$),		Относительная деформация (ϵ), %	Усилие начала разрыва, Н	Модуль упругости (b), МПа
	мм	мм	мм	мм			
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		83,3	2,98	0,16
7	13,5		14,3		94,4	0,33	0,05
8	20		22		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

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 двух пациентов диагностированы двусторонние опухоли. Стадия $T_{1N0}M_0$ была в 51(85%), стадия $T_{2N0}M_0$ в 8(13,3%), стадия $T_{3aN0}M_0$ – в одном (1,7%) случаев. При этом стадия опухоли $T_{1aN0}M_0$ была в 38(63,3%), стадия $T_{1bN0}M_0$ – в 13(21,7%), стадия $T_{2aN0}M_0$ – в 3(5%), стадия $T_{2bN0}M_0$ – в 5(8,3%) случаях. По абсолютным показаниям оперировано 15(25,9%) больных, по относительным показаниям оперировано 19(32,8%), а по элективным показаниям РП выполнена 24(41,3%) пациентам. Следует отметить, что нами оперировано 13 человек с опухолью единственной почки, что составило 22,4% от общего количества больных. Причиной ранее выполненной нефрэктомии в 8(61,5%) случаях была опухоль почки, в 3(23,1%) случаях терминальный гидронефроз, туберкулёзное поражение и аплазия контрлатеральной почки были у двух (по 7,7%) пациентов. Всего 58 больным выполнено 62 РП. 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%) при интрапаренхиматозном расположении опухоли или опухоли среднего сегмента почки. И, наконец, атипичная РП при краевых опухолях небольших размеров выполнялись в 11(17,8%). Осложнения после операции встретились у 6(9,7%) больных, причём все они были у пациентов, оперированных по абсолютным показаниям. В группах пациентов, оперированных по относительным и элективным показаниям, осложнений диагностировано не было, летальных исходов после выполнения РП также не было. Среди послеоперационных осложнений кровотечения из оперированной почки встретились у 3 (4,8%) пациентов, в двух случаях они были остановлены консервативными мероприятиями, а в одном случае выполнялась ангиографическая эмболизация сегментарной артерии почки, которая явилась источником кровотечения после операции. Повторных операций и нефрэктомий не потребовалось. В двух (3,2%) случаях после операции диагностированы желудочные кровотечения из острых стрессорных язв желудка и 12-перстной кишки, которые были остановлены эндоскопически и оперативного вмешательства не потребовали. У двух (3,2%) пациентов после операции возникли такие осложнения как острый нетрансмуральный инфаркт миокарда и ишемический инсульт, которые также не потребовали дополнительных инвазивных методов 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. Все оперированные больные по видам применяемых гемостатических швов были разделены на две группы. В первую включены 23 больных, у которых с целью окончательной остановки кровотечения применялся модифицированный двойной шов, во вторую вошли 35 пациентов, у которых применяли стандартные П-образные и простые узловые швы. 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. Сравнение групп по вышеуказанным критериям представлено в таблице 5.

Данные таблицы показывают наличие достоверно меньшей продолжительности операции (93 минуты против 116 минут) 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 встретились 3 раза; отсутствие достоверного различия по данному признаку связано, вероятно, с небольшим количеством наблюдений. Отсутствие различий по всем остальным признакам свидетельствует о схожести сравниваемых групп по многим параметрам и, тем самым, повышает достоверность полученных различий.

В качестве примера эффективности модифицированного гемостатического шва можно привести протокол операции резекции почки пациентки И., 60 лет, оперированной 25.07.2009г. по поводу опухоли верхнего полюса единственной левой почки: Под ЭТН произведена люмболапаротомия слева с резекцией 11 ребра. При вскрытии брюшной полости констатирована опухоль левой почки размерами 15*15*13 см., исходящая из верхнего полюса. Почка подвижна. К париетальному листку брюшины на большом протяжении припаян большой сальник, поэтому решено операцию продолжить внебрюшинно.

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

Признак	Модифицированный двойной узловой шов, n (%)	П-образный и простой узловой шов, n (%)	Критерии достоверности различий, t или z
Расположение опухоли в почке			
- 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			
T _{1a}	14 (60,9%)	24 (64,9%)	Z = 0,037, p = 0,97
T _{1b}	6 (26,1%)	7 (18,9%)	Z = 0,336, p = 0,737
T _{2a}	1 (4,3%)	2 (5,4%)	Z = 0,42, p = 0,675
T _{1b}	2 (8,7%)	3 (8,1%)	Z = 0,399, p = 0,69
T _{3a}	0	1 (2,7%)	Z = 0,243, p = 0,808
Вид резекции			
- 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	93 мин	116 мин	T = 2,575, p = 0,013
Среднее время ишемии почки во время операции	21,5 мин	22 мин	T = 0,22, p = 0,827
Частота снижения функции почки в п/о периоде	6 (26,1%)	8 (22,9%)	Z = 0,023, p = 0,982
Частота послеоперационных кровотечений	0	3 (7,7%)	Z = 0,757, p = 0,449

Примечание: * - жирным шрифтом показаны достоверные различия между сравниваемыми группами

Почка мобилизована вместе с клетчаткой (рис. 2). Размеры опухоли превышают таковые почки, но опухоль расположена большей частью экстраренально. На почечную артерию был наложен сосудистый зажим. Отступя от края опухоли на 0,5 см выполнена плоскостная электрорезекция верхнего полюса левой почки (рис. 3). При этом была резецирована верхняя чашка. Шейка её 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 – отмечается сильное кровотечение с плоскости резекции. Принято решение осуществить окончательную остановку кровотечения двойными лигатурами, проведенными в одном канале (рис. 4). Резецированная поверхность почки укрыта пластиной «Тахокомб» и околопочечным жиром, над которыми завязаны концы гемостатических лигатур (рис. 5). Сосудистый зажим снят через 20 минут. Гемостаз удовлетворительный. Забрюшинное пространство дренировано 2 трубками. Интраоперационная кровопотеря составила не более 100 мл. Длительность операции – 100 минут. Послеоперационный период протекал без осложнений, больная выписана из стационара в удовлетворительном состоянии 13.08.2009 г.

Заключение

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



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

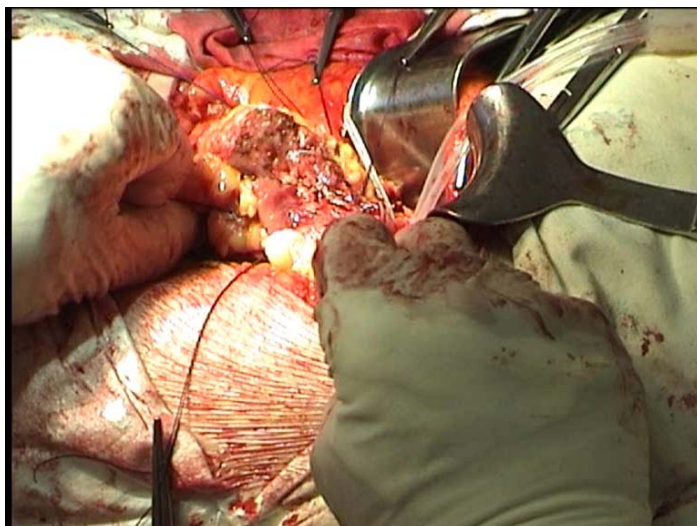


Рис. 4. Наложение модифицированного гемостатического шва: завязывание швов на кусочках паранефрального жира

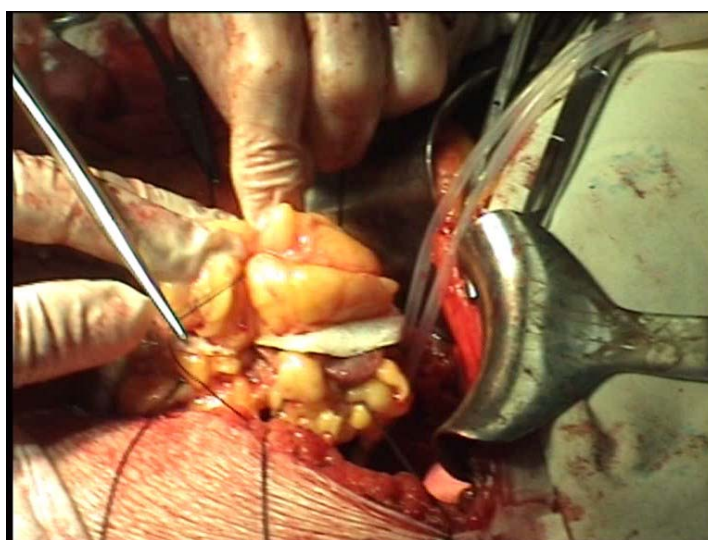


Рис. 5. Окончательный вид шва, гемостаз удовлетворительный.

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. / А.В. Айвазян – 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. *European Urology* 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. Резекция почки при раке / Ю.Г. Аляев, А.А. Крапивин - М.: Медицина, 2001 – 224 с.: ил.
8. Умовист М.Н., Шишкина В.В., Замятин С.С. и др. Сравнительная морфофункциональная оценка некоторых лигатурных способов гемостаза при резекции почки. *Клиническая 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.