

Глава 5

Результаты клинической апробации лечебно- диагностического комплекса

5.1. СТЕРИЛИЗАЦИЯ И ПОДГОТОВКА КОМПЛЕКСА К ИНТРАОПЕРАЦИОННОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ

Хирургический инструментарий для интраоперационного использования требует соблюдения ряда технических условий, возможности стерилизации. Для стерилизации тактильного механорецептора применяется низкотемпературный плазменный метод.

Стерилизация основана на использовании химического дезинфекционного (стерилизующего) средства, которое представляет собой бесцветную прозрачную жидкость со слабым специфическим запахом, содержащую в качестве действующего вещества 58–59,5% перекиси водорода. Средство обладает бактерицидными, вирулицидными, фунгицидными и спороцидными свойствами. Оно экологически безвредно, так как под воздействием света, тепла, щелочей разлагается на кислород и воду.

Средство предназначено для использования в виде паров перекиси водорода в сочетании с ее низкотемпера-

турной плазмой для стерилизации изделий медицинского назначения (включая эндоскопы) в лечебно-профилактических учреждениях.

Низкотемпературная плазма перекиси водорода создается в стерилизационной камере при пониженном давлении (на первом этапе цикла — 300 мм. рт.ст.; на втором — 500 мм. рт.ст.) под действием электромагнитного поля.

Перед стерилизацией изделия должны быть подвергнуты предстерилизационной очистке согласно действующим инструктивно-методическим документам, регламентирующим условия очистки изделий средствами, которые разрешены для применения в Российской Федерации в установленном порядке.

Изделия можно использовать сразу по завершении цикла стерилизации без дополнительной дегазации. В упаковке изделие сохраняет стерильность 6 мес.

Тактильный механорецептор нормально переносит неоднократную стерилизацию. Все аппараты постоянно подвергались стандартному контролю (посевы) на стерильность.

5.2. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТАКТИЛЬНОГО МЕХАНОРЕЦЕПТОРА В ГРУДНОЙ ХИРУРГИИ

На клиническом этапе вначале использовали несколько модификаций тактильного эндоскопического прибора. Уже первые клинические испытания показали, что «проводные» формы аппаратов не совсем удобны во время операции. Провод мешает работе бригады, а применение однополярной коагуляции нередко приводит к сбою компьютерных программ. Кроме того, «трубчатая» система передачи информации могла реагировать на стерилизацию. В связи с этим был разработан и внедрен беспроводной прибор.

Хирургические вмешательства с использованием такой техники были проведены в МНИОИ им. П.А. Герцена, ГКБ № 31 Москвы, КБ № 119 МЗ РФ, НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, РОНЦ им. Н.Н. Блохина, Центре охраны материнства и детства. Прибор предназначен для использования в обычных городских и районных больницах, поэтому для нас особенно ценен опыт, полученный в Электростальской центральной городской больнице.

В МНИОИ им. П.А. Герцена отобранные пациенты формировали исследовательскую группу. Больным выполнялось запланированное хирургическое вмешательство. Одно исследование состояло в том, что хи-

рург интраоперационно с помощью стерильного беспроводного прибора для тактильной диагностики надавливал на интересующую часть органа или ткань, которые в дальнейшем удалялись. Каждые 100 мс осуществлялась регистрация показаний всех 19 датчиков давления.

В режиме реального времени оператор имел возможность просмотреть данные исследования в цифровом и графическом видах, а после проведения эксперимента — задать имя файла и сохранить его на жестком диске компьютера. Сохранялась возможность просмотра ранее записанных файлов.

По завершении операции, в соответствии с ее планом, ткань или орган, подвергнутые тактильной диагностике, удалялись, затем фрагменты тканей фиксировались формалином и подвергались стандартному гистологическому исследованию. После получения гистологического заключения проводилось его сравнение с результатами тактильного анализа ткани с помощью прибора [1].

В ходе работы был создан алгоритм для автоматического определения наличия патологического очага в легочной ткани. Согласно методике, оперирующий хирург сначала плавно надавливал беспроводным прибором на интересующий участок органа или ткани, а затем плавно отводил прибор, завершая эксперимент. Соответственно самым информативным будет кадр в тот момент времени, когда давление, оказываемое прибором на анализируемую ткань, максимально. При сохранении результатов эксперимента на жестком диске компьютера программа создает файл формата txt, в котором отображается величина давления в каждой камере каждые 100 мс. Нас интересуют значения давлений каждой камеры в момент наиболее информативного кадра. Мы узнаем его, просуммировав результаты давления в 19 камерах в каждый момент времени, а затем выбрав наибольшее значение суммы. Таким образом, после каждого эксперимента мы имеем 19 значений давлений каждой камеры.

Если исследуемая ткань не изменена либо весь анализируемый участок однородно патологически изменен, то значения давлений во всех 19 камерах должны иметь небольшие различия.

Однако если анализируемый участок будет представлять собой два или более разнородных по тактильным данным объектов, возможно распознать границу «здоровая ткань — патологический процесс». Разброс значений давлений будет значительным. В табл. 5.1 представлены величины давлений 19 камер в одном из экспериментов.

В каждой из 19 камер параметры давления колебались в пределах от 65 до 4993, в связи с этим встала математическая задача определения границы.

Таблица 5.1. Результаты суммы давлений в одном из экспериментов

	Номер камеры																			Σ	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Момент времени, где каждая единица соответствует 0,1 с	1	1336	4086	3786	3143	3858	3172	3669	3938	3101	3453	3489	3497	3950	3560	3908	3393	3595	4149	4039	67 122
	2	1335	4092	3785	3128	3859	3176	3676	3937	3103	3449	3495	3503	3950	3554	3915	3387	3602	4149	4034	67 129
	3	1330	4090	3783	3146	3856	3180	3673	3937	3102	3464	3493	3500	3951	3550	3915	3380	3600	4158	4038	67 146
	4	1331	4080	3792	3134	3852	3175	3676	3946	3099	3469	3484	3497	3943	3566	3921	3378	3603	4147	4035	67 128
	5	1334	4076	3792	3135	3858	3180	3677	3941	3102	3474	3478	3505	3945	3558	3914	3384	3605	4150	4047	67 155
	6	1332	4101	3790	3133	3862	3173	3678	3943	3103	3456	3484	3506	3947	3553	3915	3378	3597	4152	4052	67 155
	7	1329	4097	3794	3141	3862	3174	3674	3939	3108	3466	3485	3509	3952	3553	3914	3376	3597	4154	4046	67 170
	8	1329	4085	3786	3138	3861	3187	3689	3953	3100	3463	3486	3506	3951	3569	3920	3375	3597	4150	4038	67 183
	9	1332	4090	3784	3137	3856	3175	3677	3941	3100	3455	3489	3502	3942	3558	3916	3378	3597	4157	4047	67 133
	10	1335	4094	3773	3135	3861	3171	3672	3940	3101	3460	3491	3496	3942	3551	3915	3386	3597	4154	4041	67 115
	11	1335	4091	3785	3135	3862	3184	3673	3948	3097	3457	3481	3509	3945	3549	3913	3382	3597	4149	4033	67 125

Момент времени, где каждая единица соответствует 0,1 с

Было предложено 2 варианта обработки: разность максимального и минимального значений давлений и их частное. Оказалось, что более достоверным оказался вариант с частным. Он и был выбран в качестве основного.

В результате интраоперационно проведенных испытаний «инструментальной пальпации» было подвергнуто 27 образцов легочной ткани, из них 12 содержали патологически измененную ткань.

Также с помощью беспроводного комплекса тактильной диагностики были исследованы неизменные образцы тканей и образцы, изменения которых соответствуют возрастной норме для данных пациентов (15 образцов). Для удобства восприятия мы разделили всю базу данных на две категории: неизменных образцов тканей и образцов, изменения которых соответствуют возрастной норме для данных пациентов, и категорию образцов тканей с патологическими очагами. В табл. 5.1 представлены результаты давлений камер в одном из экспериментов. Для нахождения момента наиболее информативного кадра просуммируем давления камер в каждый момент времени. И тот момент, в который сумма принимает наибольшее значение, считаем искомым.

Таблица 5.2. Результаты разности и частного максимального и минимального давлений

	1	2	3	4	5	6	7	8
Max-Min	2730	2959	2697	3073	3102	2872	2833	2821
Max/Min	5,963	3,08	5,136	3,113	3,11	3,149	3,12	3,122
	...20	21	22	23	24	25	26	27
Max-Min	...2803	2846	2828	2856	2769	2775	2776	2833
Max/Min	...6,815	7,107	9,293	10,212	10,23	14,875	22,858	26,998

Таблица 5.3. Результаты отношения максимального и минимального давлений для образцов с наличием границы и без нее

Границы нет (Max/Min)	3,088	3,113	3,119	3,120	3,122	3,149	3,184	3,579
Граница есть (Max/Min)	6,782	9,2932	10,212	10,274	11,298	14,875	18,938	18,985
Границы нет (Max/Min)	4,011	5,136	5,963	6,678	6,815	7,107	7,228	
Граница есть (Max/Min)	22,858	23,004	26,99	43,307				

В табл. 5.2 показаны результаты разности и частного максимального и минимального давлений. Как легко заметить, значения колебались в широких пределах, поэтому этот вариант обработки данных и был выбран в качестве основного.

В табл. 5.3 представлены результаты отношения максимального и минимального давлений, причем в первой строке — для образцов, не имеющих границу «патологический очаг — здоровая ткань», а во вто-

рой — для образцов, имеющих границу. Значения в каждой строке расположены в порядке возрастания. Проанализировав их, можно заметить, что частное, равное 8, отличает первое множество от второго. Таким образом можно установить порог, равный 8. В этом случае ложноположительных результатов не было, ложноотрицательный результат встретился в 1 случае из 12. Однако ошибка такого рода будет минимальна, если хирург увеличит количество надавливаний (и, соответственно, экспериментов) при исследовании подозрительного участка.

Сравнение информации, накопленной в банке данных гистологического исследования, и соответствующих им тактильных признаков позволяет объективно судить о достоверности механорецепторной диагностики. По результатам проведенных экспериментов можно сделать вывод, что беспроводной комплекс тактильной диагностики способен интраоперационно в реальном времени выявлять участки с наибольшей вероятностью поражения патологическим процессом.

Искусственный тактильный механорецептор не претендует на замену рук врача при пальпации, но позволяет проводить такое обследование там, где стандартная пальпация невозможна, а также формализовать результаты обследования. Это ключевой шаг к автоматизации обработки результатов обследования, в частности основанной на обследовании объективной диагностики [2]. Описанная методика обработки полученных данных может стать теоретической основой системы распознавания образов для автоматизации и формализации тактильной диагностики.

В дальнейшем для более эффективного проведения обследований с использованием беспроводного тактильного механорецептора был разработан и реализован специальный программный комплекс, который может использоваться на всех стадиях обследования: от снятия данных с датчиков механорецептора до визуализации результатов обследования [3].

Непосредственное обследование и сохранение его результатов осуществляется с помощью специального программного обеспечения. В данном варианте прибора реализованы различные виды двумерной визуализации результатов с возможностью одновременного просмотра их различных видов. Графически результаты оценивались по цветной шкале, где зеленый цвет соответствовал сигналу с участка наименьшей плотности, темно-зеленый и бурый — с участка повышенной плотности, а красный — с участков максимальной плотности.

Исследовательскую группу сформировали пациенты, которым была показана хирургическая операция. В эксперименте приняли участие 17 мужчин и 5 женщин с различной патологией легких. Средний возраст

испытуемых — $61,4 \pm 8$ лет. Распределение нозологий по полу представлено в табл. 5.5.

В ходе обследования «инструментальной пальпации» было подвергнуто 15 образцов неизмененных тканей или тканей, изменения которых соответствуют возрастной норме для данных пациентов. Все образцы обладали однородной структурой и умеренно пониженной плотностью, что соответствует представлениям о плотности и неоднородности неизменной ткани легкого согласно гистологическим заключениям (в табл. 5.4 образец № 1, см. вклейку).

В ходе исследования «инструментальной пальпации» было подвергнуто 22 образца тканей с патологическими очагами.

По данным «инструментальной пальпации», максимальной плотностью обладал образец № 2, который представлен легочной тканью с участком, пораженным опухолью (согласно гистологическому заключению), — область расположения опухолевого узла имела границы, четко определяемые пальпаторно.

При исследовании образца № 3 четко определялась граница опухолевого узла, расположенного на главном бронхе. Получен участок с почти максимальной плотностью (подтверждено гистологическим заключением).

При исследовании образца № 4 границы опухолевых узлов также четко определялись и имели максимальную, хотя и чуть сниженную по сравнению с образцом № 2 плотность. Согласно гистологическим заключениям, данный образец был представлен фрагментами ткани различных сегментов легкого с участками опухолевого роста, чем можно объяснить значительно повышенную плотность некоторых сегментов в зонах, подвергшихся «инструментальной пальпации».

Созданный инструментальный комплекс соответствует всем требованиям ГОСТ, предъявляемым к медицинской технике. Он изготовлен из материалов, разрешенных для использования в ходе операции.

Предоперационная и послеоперационная обработка инструментария, его стерилизация позволяют соблюсти самые строгие требования к стерильности. На основании результатов исследования и сопоставления их с результатами гистологического заключения можно сделать вывод, что беспроводной комплекс тактильной диагностики способен интраоперационно в реальном времени определять плотность и однородность легочной ткани, что позволяет оценивать ее пальпаторные свойства и выявлять участки с наибольшей вероятностью поражения патологическим процессом.

Областью применения беспроводной версии тактильного механорецептора может стать исследование тканей в ходе операции, значительно

превосходящее по скорости срочное гистологическое исследование, членом операционной бригады без привлечения других специалистов.

С помощью искусственного тактильного механорецептора можно проводить обследование там, где стандартная пальпация невозможна. Формализация результатов обследования — ключевой шаг к автоматизации обработки результатов обследования, в частности основанной на обследовании объективной диагностики [2].

В ходе выполнения поставленных задач были сделаны принципиально важные шаги на пути к достижению цели исследования — изучению возможности применения тактильной диагностики в торакоскопической хирургии. Организация и проведение экспериментов на базе такого крупного клинического центра, как МНИОИ им. П.А. Герцена, вместе с полученными результатами подтверждают возможность и целесообразность применения разработанного диагностического комплекса в современных хирургических стационарах.

5.3. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТАКТИЛЬНОГО МЕХАНОРЕЦЕПТОРА В АБДОМИНАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ

Другим аспектом нашей работы стало изучение принципиальной возможности применения метода тактильной диагностики в открытой и лапароскопической абдоминальной хирургии, в первую очередь коло ректальной, для прецизионного определения локализации опухоли, ее границ и метастатического поражения лимфатических узлов.

В наших исследованиях инструментальная тактильная диагностика была направлена на определение локализации и границ поражения, в том числе воспалительного или опухолевого, а также обнаружения метастатического поражения лимфатических узлов и печени.

С мая по октябрь 2011 г. в хирургическом отделении клиники ГКБ № 31 были прооперированы 23 больных (12 лапароскопических и 11 открытых операций) с применением метода интраоперационной инструментальной тактильной диагностики. Клиническая характеристика больных представлена в табл. 5.5. Пациенты были в возрасте от 17 до 91 года; средний возраст составил 65 ± 18 лет. Мужчин было 10, женщин — 13.

Предоперационная диагностика включала комплекс лучевых и эндоскопических методов, включающих в себя наряду с рутинными УЗИ, КТ, гастро- и колоноскопией с гистологической верификацией диагноза эндоскопическую ультрасонографию, видеокапсульную и однобаллонную энтероскопию.

Таблица 5.5. Клиническая характеристика оперированных больных

Нозология	Пол	Воз- раст	Стадия процесса	Характер операции
Подслизистая опухоль (ГИСО) желудка	М	63		Лск клиновидная резекция желудка
Подслизистая кавернозная гемангиома тонкой кишки	Ж	36		Лск резекция кишки
Фиброзный полип тонкой кишки	Ж	78		Резекция кишки
Болезнь Крона подвздошной кишки	М	17		Лск резекция илеоцекального угла
Дивертикулез сигмовидной кишки	М	28		Лск резекция кишки
Дивертикулез сигмовидной кишки	Ж	64		Резекция кишки
Умер. диф. аденокарцинома слепой кишки	Ж	87	T4N2M0	ПГЭ
Низкодиф. аденокарцинома восходящей ободочной кишки	М	73	T4N0M0	Расш. ПГЭ
Низкодиф. аденокарцинома восходящей ободочной кишки	Ж	52	T4N2M1	ПГЭ
Умер. диф. аденокарцинома восходящей ободочной кишки	Ж	75	T4N1M0	Лск ПГЭ
Умер. диф. аденокарцинома восходящей ободочной кишки	Ж	72	T4N2M1	ПГЭ
Низкодиф. аденокарцинома поперечной ободочной кишки	М	61	T4aN0M0	Расш. ЛГЭ
Умер. диф. аденокарцинома нисходящей ободочной кишки	М	58	T3N0M0	Лск ЛГЭ
Умер. диф. аденокарцинома нисходящей ободочной кишки	М	91	T3N1M0	Лск ЛГЭ
Умер. диф. аденокарцинома нисходящей ободочной кишки	Ж	71	T3N1M0	Лск ЛГЭ
Умер. диф. аденокарцинома нисходящей ободочной кишки	Ж	73	T3N1M0	ЛГЭ
Умер. диф. аденокарцинома нисходящей ободочной кишки	Ж	83	T3N0M0	Лск ЛГЭ
Умер. диф. аденокарцинома сигмовидной кишки	М	63	T3N0M0	Лск резекция сигмовидной кишки
Умер. диф. аденокарцинома сигмовидной кишки	М	64	T3N1M0	Лск резекция сигмовидной кишки
Умер. диф. аденокарцинома сигмовидной кишки	Ж	85	T4N3M1	Обструктивная резекция сигмовидной кишки
Умер. диф. аденокарцинома сигмовидной кишки	Ж	54	T3N0M0	Лск резекция сигмовидной кишки
Умер. диф. аденокарцинома ректосигмоидного отдела	М	78	T3N0M0	Передняя резекция прямой кишки
Рецидив рака прямой кишки	Ж	61	T4N2M1	Неоперабельная опухоль. Петлевая трансверзостомия

Все больные были оперированы в плановом порядке. Трое пациентов оперированы по поводу неопухолевых заболеваний: тонкой кишки (1 — стенозирующая форма болезни Крона) и сигмовидной кишки (2 — дивертикулез с дивертикулитом и перенесенной микроперфорацией в анамнезе). Двадцать остальных пациентов были оперированы по поводу опухолей, преимущественно злокачественных: желудка [гастроинтестинальная стромальная опухоль (ГИСО) с низким уровнем злокачественного потенциала — 1]; тонкой кишки (2; фиброзный полип — 1, кавернозная гемангиома — 1); толстой кишки (17; распространенные злокачественные эпителиальные опухоли всех отделов ободочной кишки — 16; рак прямой кишки — 1).

Механорецепторная оценка внутрибрюшных тканевых структур проводилась с помощью медицинского тактильного эндохирургического комплекса, подробно описанного ранее [4].

Синхронная видеорегистрация тактильного исследования и визуальных изображений позволила получить и сохранить в базе данных объективную информацию для дальнейшего анализа и работы по формированию автоматизированного диагноза.

Перед каждым использованием медицинский эндотактильный прибор проходил полный цикл стерилизации в соответствии со всеми требованиями санитарно-эпидемиологического надзора.

Тактильная диагностика стала важным этапом ревизии брюшной полости в открытой хирургии после мануальной пальпации и в лапароскопической после «инструментальной пальпации» тканей в зоне интереса неприспособленным инструментом (атравматичным зажимом или диссектором). Все тактильные исследования проводились одним хирургом.

Техника проведения тактильного исследования состояла в последовательном прикосновении торцевой частью зонда к патологически измененному участку, а затем и к неизменным отделам желудка, тонкой или толстой кишки с равномерным усилием на всем протяжении исследуемого органа.

Тактильное исследование проводили в проксимальном и дистальном направлениях, при этом особое внимание обращали на регистрацию показателей плотности тканей в предположительно переходной зоне между нормальными и патологически измененными тканями. Затем проводили инструментально-тактильную оценку брыжейки кишки в поисках метастатически пораженных лимфатических узлов.

Тактильную интраоперационную диагностику завершали инструментальной механорецепторной «пальпацией» печени.

После оценки и регистрации данных прибора вновь проводилась мануальная либо инструментальная пальпаторная оценка предположительно измененных тканей, что позволяло еще раз сравнить показатели прибора и тактильные ощущения оперирующего хирурга. Во всех проводимых исследованиях, как правило, принимали участие наиболее опытные специалисты клиники.

Дальнейшая верификация данных осуществлялась с помощью стандартного гистологического исследования.

В ходе клинической апробации прибора тактильной диагностики были проведены 23 хирургических вмешательства с интраоперационным инструментально-тактильным исследованием пораженных тканей. Первые исследования были проведены во время открытых хирургических вмешательств, а затем, после подтверждения диагностической значимости и безопасности, прибор стал активно использоваться и во время лапароскопических вмешательств.

Среднее время инструментального тактильного исследования составило $5 \pm 1,7$ мин (от 4 до 9 мин). Отказов работы аппаратуры, каких-либо побочных и нежелательных эффектов, а также осложнений в процессе и после проведения инструментально-тактильного исследования мы не наблюдали.

Результаты исследования плотностной характеристики тканей, которые на данном этапе работы мы оценивали визуально на графическом мониторе, установленном непосредственно в операционной, подтвердили результаты ранее проведенных экспериментальных исследований.

Неизменная здоровая ткань, вне зависимости от ее гистологического строения, определялась на экране монитора в едином зеленом цвете, соответствующем мягкой консистенции, независимо от силы давления на нее (рис. 5.1, а, см. вклейку).

Любые отклонения плотности ткани за счет воспалительных, рубцовых, опухолевых поражений отображались на экране монитора в ином, отличающемся от нормального виде; в зависимости от плотности изучаемых тканей — в темно-зеленом или красном диапазоне спектра.

В частности, инструментальная тактильная оценка состояния тонкой кишки у пациента со стенозирующей формой болезни Крона (рис. 5.1, б, см. вклейку) показала, что при наличии неспецифического воспаления получаемое изображение отличалось от изображения неизменной ткани, характеризуясь смещением визуального отображения информации о плотности тканей в сторону темно-зеленого цвета. Как было показано в ходе дальнейшего исследования, такой характер изменений не встречался ни в одной из картин опухолевого поражения.

Результаты инструментальной тактильной оценки опухолей толстой кишки в большинстве случаев характеризовались еще большей плотностью, что отображалось на экране монитора в красных тонах.

Бугристый характер опухоли по данным инструментальной тактильной оценки характеризовался неоднородной («пестрой») визуальной картиной (рис. 5.1, в, см. вклейку): красный цвет соответствует большей плотности. Это позволяло судить о наличии в изучаемой ткани образований неодинаковой плотности.

Полученные данные позволяют предположить, что воспалительные изменения органов и тканей при исследовании прибором тактильной механорецепторной диагностики представлены менее плотной тканью, чем опухолевые изменения, и при визуальном отображении — промежуточным (темно-зеленым, оранжевым) цветом, что позволит в дальнейшем с помощью инструментальной пальпации достоверно дифференцировать «нормальную», воспаленную и опухолевую ткани. Такая информация, полученная хирургом непосредственно во время вмешательства, способна повлиять на принятие тактического решения о ходе вмешательства. Особенно актуальной эта информация может оказаться при решении вопроса об объеме оперативного вмешательства в условиях экстренной онкологической операции.

Вместе с тем следует отметить, что определенное воздействие на показатели прибора оказывали анатомическое строение изучаемого органа, в частности наличие у него свободной брыжейки либо ее отсутствие; подвижность изучаемых полых органов и характеристика тканей, служащих плотным основанием («подложкой») при проведении измерений в зоне интереса. Одним из вариантов решения такой задачи может стать введение специальной лопатки (типа «защитника», используемого в кардиохирургии) или дополнение самого механорецептора опорной площадкой.

Локализовать расположение опухоли с помощью прибора эндотактильной диагностики удалось у 95,6% (22 из 23) пациентов. Лишь в одном случае, при расположении 15-миллиметровой опухоли по брыжеечному краю сигмовидной кишки, обнаружить патологические изменения прибором не получилось. Однако следует признать, что даже очень опытному хирургу не удалось определить пальпаторно точную локализацию этой небольшой и достаточно мягкой тубулярно-ворсинчатой опухоли с малигнизацией.

Для определения местоположения опухоли потребовалась интраоперационная колоноскопия, что еще раз подчеркивает значение создания чувствительных приборов для тактильной механорецепции.

Определить границы обнаруженных опухолей с помощью прибора эндотактильной диагностики удалось у всех 100% (22 из 22) пациентов. Это позволило с большей степенью объективности выявить границы резекции.

В частности, у пациента с болезнью Крона (табл. 5.6, № 3, см. вклейку) удалось четко локализовать воспаленный участок кишки и его границы, что позволило более аргументированно выбрать объем хирургического вмешательства.

Подвздошная кишка была удалена в пределах здоровых тканей, при этом объем резекции удалось сократить до необходимого минимума. Такой результат позволяет надеяться не только на снижение ранних послеоперационных осложнений у этой весьма сложной категории пациентов, но и хорошие отдаленные последствия, связанные с сохранением всасывания в оставленных «жизнеспособных» частях кишки. Эта проблема очень актуальна и при мезентериальных тромбозах.

У пациентов с злокачественной опухолью нисходящего отдела ободочной кишки (табл. 5.6, № 1, см. вклейку) и ГИСО желудка (табл. 5.6, № 2, см. вклейку) эндотактильная диагностика также позволила объективно и достоверно определить границы опухолевого поражения и границы резекции, что особенно важно при выполнении органосберегающих операций, например таких как клиновидная резекция желудка и при низких раках прямой кишки. В этих случаях правильное проведение линии резекции, сохранение даже самых незначительных участков здоровой ткани может способствовать хорошему заживлению наложенного анастомоза и стать залогом выживания и выздоровления больного.

Для непосредственного интраоперационного подтверждения достоверности полученных с прибора данных все они сравнивались с результатами мануальной (при открытой операции) либо инструментальной (во время лапароскопического вмешательства) пальпации.

Расхождений в определении границ опухолевого поражения выявлено не было. Достоверность полученных результатов была подтверждена последующей морфологической верификацией удаленных препаратов. Во всех случаях проксимальная и дистальная границы резекции прошли в пределах здоровых тканей на расстоянии, гарантирующем онкологическую полноту вмешательства.

В исследуемой группе по данным послеоперационного морфологического исследования метастатическое поражение регионарных лимфоузлов имелось у 10 пациентов.

С помощью инструментальной механорецепторной диагностики прибора у двух пациентов выявлены метастазы, которые не были обна-

ружены при тщательном дооперационном обследовании, включающем компьютерную томографию и УЗИ. На фоне однородной визуальной картины неизменной брыжейки пораженные узлы отображались при цифровой обработке как более плотные структуры (красный цвет на мониторе; табл. 5.6, № 1, см. вклейку). При сравнительной пальпаторной оценке хирургом лимфатические узлы также казались более плотными.

Подтверждение метастатического поражения было получено гистологическим методом в обоих описанных случаях.

При современном уровне развития миниинвазивных методик в хирургии важно создание методов, позволяющих сохранить преимущества открытых вмешательств, в том числе пальпаторную диагностику. Несмотря на широкое обсуждение в литературе видов тактильных сенсоров, опыт их клинического использования минимален. Нами была оценена возможность использования аппарата эндотактильной диагностики в абдоминальной, преимущественно колоректальной хирургии. Было показано, что чувствительность аппарата не уступает пальпаторной чувствительности руки человека. Аппарат может быть широко использован в миниинвазивной хирургии как объективный метод интраоперационной диагностики для определения границ опухолевого поражения и распознавания метастатического поражения лимфатических узлов.

5.4. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТАКТИЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ДРУГИХ ВАРИАНТАХ ПАТОЛОГИИ

Мы исследовали в числе прочего ряд отдельных операций, выполненных у больных с гинекологической патологией. Особенно перспективным нам представляется использование прибора для выявления микромиом матки во время подготовки женщины к экстракорпоральному оплодотворению. Визуально определить их не представляется возможным, а при применении обязательной в этом случае гормонотерапии рост обнаруженных опухолей чреват неудачей всего сложного лечебного проекта. При исследовании, проведенном с использованием аппаратуры в Центре материнства и детства, такие опухоли нам удалось выявить во время лапароскопии.

Положительным оказался и опыт, полученный во время эндоскопической операции в КБ № 119. Прибор четко определил наличие опухолевых узлов в матке, отсутствие регионарных метастазов. При гистологическом исследовании информация была полностью подтверждена.

В настоящее время уроандрология является одной из наиболее динамично развивающихся областей медицинской науки. Разработка и использование современных методик лечения уроандрологических заболеваний позволили практически полностью обеспечить арсенал современного врача уролога-андролога для лечения заболеваний, подлежащих оперативному вмешательству. Современная диагностика практически в 99% случаев позволяет установить точный диагноз и принять правильное решение по лечебной тактике.

Остается ряд проблем, которые имеются у каждого из использующихся в настоящее время диагностических и оперативных методов. Например, за возможность меньшей инвазии в организм на фоне лучшей интраоперационной визуализации лапароскопические методы диагностики и лечения вынуждены расплачиваться снижением тактильной чувствительности рук хирурга в операционном поле.

Использование комбинаций лапароскопического инструментария (например, системы SAMURAY или DaVinci) является эволюционным витком инженерной мысли, использующим разные подходы к решению одной и той же проблемы. В данной ситуации применение возможностей комплекса тактильной диагностики является еще одним принципиальным вариантом.

Потенциал у подобных разработок огромный, так как при условии существенной миниатюризации создается аналог тактильной чувствительности у механических объектов. Это имеет огромное значение не только для диагностических возможностей методов, основанных на физикальном воздействии, но и для лечебного и реабилитационного процессов. В качестве примера может быть рассмотрено использование данного метода в диагностике таких заболеваний, как обструктивное бесплодие у мужчин, болезнь Пейрони и др.

Кроме того, расположение тактильных датчиков на боковой поверхности ультразвукового датчика позволит усилить диагностические возможности трансректального УЗИ или пальцевого ректального исследования, если они будут находиться на аналоге перчатки, используемой для этих исследований. Это может многократно повысить чувствительность данных методов при диагностике урологических заболеваний.

Интересные результаты, с нашей точки зрения, можно будет получить при использовании принципа механорецепторной диагностики в области уроандрологического протезирования для обеспечения тактильной чувствительности у людей, имеющих такие заболевания, как недержание мочи или протезы кавернозных тел полового члена. Это значительно улучшит результаты реабилитации данных пациентов.

В настоящее время хирургическая вертебрология активно развивается благодаря внедрению новых методов диагностики заболеваний позвоночника, их хирургического лечения. Для диагностики воспалительных заболеваний позвоночника широко применяются как традиционный метод лучевой визуализации — рентгенография, так и более современные — УЗИ, КТ, МРТ. Однако, несмотря на столь широкий спектр диагностических возможностей современной медицины, существует определенная неудовлетворенность хирургов данными клинического и лучевого исследований. Это привело к активному развитию интервенционных методов диагностики заболеваний позвоночника (чрескожной биопсии позвонков), а также торакоскопических.

Торакоскопия также предполагает визуальную оценку изменений паравертебральных тканей и позвонков. Ни один из этих методов не позволяет провести тактильную оценку тканей интересующей области, зарегистрировать объективно эти данные, с их учетом планировать предстоящее оперативное вмешательство.

При распространенных поражениях позвоночника — именно такой тип поражения встречается в случае туберкулезных спондилитов, осложненных большими абсцессами, зачастую распространяющимися в смежные регионы тела человека, а также при поражении позвоночника в его переходных зонах пространство для манипуляций хирурга ограничено. Это заставляет использовать специальный инструментарий: зонды, длинные пинцеты, длинные зажимы, костные ложки, долота для определения протяженности патологического процесса, распространенности абсцессов, границ резекции тел позвонков, что создает определенные неудобства и скрывает («скрадывает») столь необходимую тактильную информацию.

Аналогичные трудности испытывает хирург при оценке протяженности резекции задней стенки позвонков для декомпрессии спинного мозга. В ряде случаев пространство не позволяет пропальпировать место перехода костной стенки тела позвонка к твердой мозговой оболочке.

В хирургии позвоночника серьезную проблему представляет интраоперационная дифференциальная диагностика воспалительных и опухолевых поражений. Применение тактильного механорецептора позволило бы на основании различных характеристик плотности тканей проводить дифференциальную диагностику во время операции с целью определения протяженности и объема резекции, а также тактики послеоперационного ведения больных.

В заключение хочется отметить, что разработка отечественных приорочувствительных устройств является важной медицинской задачей. Использование принципов данного устройства обусловит новый виток эволюции медицинской диагностической, лечебной и реабилитационной техники, а врачам позволит значительно расширить арсенал помощи пациенту.

Литература

1. Буданов В.М., Соколов М.Э., Мартыненко Ю.Г. и др. Способ и устройство для оценки плотности и неоднородности биологической ткани // Патент на изобретение №2299011. — 14.04.2005.
2. Сурин А.В., Соколов М.Э., Гаркавенко В.А., Трубачев Н.А. Инновационный проект в медицинской науке: развитие передовых технологий. Современное здравоохранение: возможности и пределы настоящего. — М.: Изд-во МГУ, 2008. — С. 130–141.
3. Буданов В.М., Козорезов Ю.Ю., Мартыненко Ю.Г. и др. Практические возможности комплекса тактильной диагностики // Вестник новых медицинских технологий. — 2006. — Т. XIII, №1. — С. 125–126.
4. Садовничий В.А., Буданов В.М., Галатенко А.В. Математические задачи и методы в тактильной диагностике: метод. разраб. М.: МАКС Пресс, 2008.