

Раздел III

РАЗРАБОТКА ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ И ИНСТРУМЕНТАРИЯ. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 621.88; 615.477.85

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСА ТАКТИЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

В.М.БУДАНОВ**, Ю.Ю.КОЗОРЕЗОВ*, Ю.Г.МАРТЫНЕНКО*, Ю.Л.ПЕРОВ*, М.Э.СОКОЛОВ*, М. ФРЛЕТА*, Е.В.ФАРИОН*

Сегодня трудно себе представить план обследования гастроэнтерологического больного без применения эзофагогастро-дуоденофиброскопии или колоноскопии. Лапароскопические операции почти вытеснили полостные в хирургии неосложненной желчнокаменной болезни, женской половой сферы. Однако всем этим методам обследования присуще наличие одного общего недостатка. Все они позволяют только осмотреть полость либо применить прямую инвазию (пункционная биопсия или резекция органа). Информация, получаемая хирургом при тактильном контакте, может быть не менее существенной [1–3].

Группой специалистов Института механики, факультета фундаментальной медицины, факультета государственного управления, физфака Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, с участием практических врачей ЦКБ УД Президента РФ, сотрудников ряда производственных учреждений создан комплекс тактильной диагностики.

Комплекс предназначен для инструментальной имитации одного из человеческих чувств – осязания. Он представляет собой систему множества камер, заполненных передающей давление средой, закрепляемых на эндоскопическом инструменте. Такое расположение позволяет проводить «ощупывание» недоступных для обычной пальпации мест (внутри желудка, бронха, кишки, малого таза, брюшной полости, грудной клетки). Полученная информация преобразуется в электронный вид, обрабатывается и анализируется на компьютере. В дальнейшем сигнал может передаваться на другой компьютер по сети Интернет и восприниматься специальным устройством. Это устройство передает ощущение на руку исследователя или врача. Таким образом, контуры предмета, его неоднородность и плотность в реальном или усиленном (увеличенном) виде воспринимается наблюдателем, находящимся в непосредственной близости от предмета исследования или удаленного от него на любое расстояние. Полученные данные являются уникальными в мире, а сами исследования приоритетными. На базе уже созданного комплекса могут быть разработаны и внедрены как медицинские лечебные и диагностические аппараты, так и приборы для спасения людей в опасных для спасателей условиях внешней среды.

Вариантами медицинских комплексов могут быть: аппарат для использования во время хирургической операции (определения свойств подлежащей ткани, «мягкого» выделения органа из рубцов, определения свойств лимфатического узла). Снабженные осязательными датчиками эндоскопы (гастроскоп, колоноскоп, бронхоскоп), позволяющие определить свойства стенки полого органа, плотность прилегающих объектов, наличие флюктуации. Кроме того, становится возможным использование целого ряда инструментов с лечебными возможностями (массажер для предстательной железы, проведение «под контролем пальца» лазерного световода для разрушения опухоли). Передача осязания на расстояние может быть осуществленного для дистанционной диагностики при телемедицинской конференции (определении операбельности опухоли) и обучении студентов.

Цель работы – изучение плотности тканей органов брюшной полости и забрюшинного пространства.

Материал и методы исследований. Для выработки основных биотехнологических параметров тактильного телехирургического комплекса был создан экспериментальный комплекс [4].

Результаты исследования. Необходимо было сравнить объективные данные, «считанные» нашим датчиком и зафиксированные компьютером и субъективные данные, полученные при осязании исследователем. Все эти данные были получены при патолого-анатомическом исследовании: по белой линии живота рассечена кожа, подкожная клетчатка, апоневроз прямой мышцы живота. Проведено изучение плотности тканей органов брюшной полости и забрюшинного пространства. Передняя стенка желчного пузыря прошита двумя швами и взята на капроновые держалки. Между держалками рассечена стенка желчного пузыря. Стенка желчного пузыря пропальпирована исследователем и идентифицирована как мягкая эластическая пластина, несколько отечная. Участок желчного пузыря помещен в патентуемое устройство, осуществлено измерение № 1. На представленном графике (рис., № 1) все линии ниже оси абсцисс почти повторяют контур друг друга, отмечается «уголщение и уплотнение» стенки образца. Графики над осью абсцисс свидетельствуют об умеренной жесткости материала объекта (0,60 условных единиц). Данные сходны с ощущениями, полученными при пальпации.

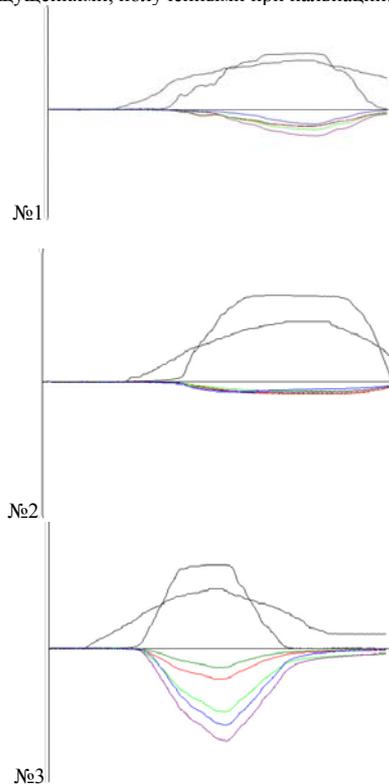


Рис. Измерения посредством патентуемого устройства

Поджелудочная железа пропальпирована исследователем, определена дольчатая равномерная структура. Произведено измерение № 2 посредством патентуемого устройства. На представленном графике (рис., № 2) все линии ниже оси абсцисс почти повторяют контур друг друга, отмечается их незначительное расхождение в области расположения более плотного участ-

** ЦКБ Управления дел Президента РФ
* Институт механики и факультет фундаментальной медицины им. М.В. Ломоносова

ка. Графики над горизонтальной линией свидетельствуют об умеренной жесткости материала объекта (0,63 условных единиц).

Селезенка пропальпирована исследователем и идентифицирована как мягкая дольчатая структура с участком жесткого вкрапления. Произведено измерение №3. На графике (рис., №3) все линии ниже оси абсцисс расходятся, что соответствует расположению участка значительной плотности. Графики над горизонтальной линией свидетельствуют о включении в объект участка высокой жесткости (кальцинат) (1,32 условные единицы).

Эти примеры показывает возможности нашего аппарата при проведении лапароскопического исследования.

Выводы. Экспериментальная апробация отдельных элементов тактильного телехирургического комплекса показывает возможности изучения плотности тканей органов брюшной полости и забрюшинного пространства.

Литература

1. А.С. Бронштейн // Эндоскопия, эндохирургия, литотрипсия.– М.: Медпрактика, 2002.– 124 с.
2. С.И. Емельянов. Иллюстрированное руководство по эндоскопической хирургии.– М.: Медицинское информационное агентство, 2004.– 218 с.
3. И. В. Федоров и др. Эндоскопическая хирургия / Под ред. В. С. Савельева, В. И. Сергиенко.– М.: ГЭОТАР Медицина, 1998.– 351 с.
4. В.М. Буданов и др. // ВНМТ.– ТХИИ, №1.– С. 126.

УДК 612.88;612.386

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТАКТИЛЬНОГО ТЕЛЕХИРУРГИЧЕСКОГО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ВЕРХНИХ ОТДЕЛОВ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА

В.М. БУДАНОВ, Ю.Ю. КОЗОРЕЗОВ, Ю.Г. МАРТЫНЕНКО, Ю.Л. ПЕРОВ, М.Э. СОКОЛОВ, М. ФРЛЕТА

Введение. С 70-х гг. 20 века эндоскопические исследования, выполняемые гибкими оптоволоконными инструментами, заняли прочное место в диагностике и лечении заболеваний органов ЖКТ, мочеполовой системы, бронхиального дерева.

Операции по поводу желчно-каменной болезни, заболевания женской половой сферы, хронического аппендицита и многие другие сегодня почти повсеместно выполняются с использованием лапароскопического инструментария [1]. Все многообразие эндоскопических операций и манипуляций, выполняемых как внутри органов (гастроскопия, бронхоскопия), так и с проникновением в полость с повреждением кожных покровов (лапароскопия, торакоскопия) выполняются только под визуальным контролем [3–4]. Но значительный объем информации оказывается невосприимчивой исследователем, т.к. она может быть получена при осязании органа и ткани с оценкой ее однородности и плотности. Поэтому необходима научно-практическая разработка и теоретическое исследование задач телехирургии, связанных с созданием манипуляционных систем с силомоментным чувствлением. Надо построить математическую модель и прототип телетактильного робототехнического комплекса для диагностических и лечебных манипуляций, создать алгоритмы управления робототехническим комплексом и провести их отработку на реальных прототипах. Необходимо внедрение технологии виртуальной реальности для дистанционной передачи в реальном времени тактильных ощущений. Проект требует подхода с учетом медицинского, физического, биотехнологического и управленческого аспектов проблемы.

Цель работы – расширение возможностей исследования подлежащей ткани, находящейся в зоне эндоскопического осмотра, на предмет ее однородности и плотности с созданием у исследователя эффекта, сходного с непосредственным осязанием осматриваемого объекта путем создания тактильного телехирургического робототехнического комплекса [2, 5–6].

Задачи исследования на 1-м этапе: изучение условий и определение параметров функционирования комплекса тактильной диагностики; создание преобразователя тактильных ощущений в

электрический сигнал; создание компьютерной программы оценки полученной информации; экспериментальная апробация ряда элементов тактильного телехирургического комплекса

Материал и методы исследований. Для определения биотехнологических параметров тактильного телехирургического комплекса был создан опытный комплекс. На его контактирующей поверхности установлены датчики, выполненные в виде упругих камер, заполненных воспринимательной средой, причем эти камеры-датчики размещены по площади так, что фиксируют отдельно плотность и неоднородность участков биоткани с эффектом «осязания», регистрируемого «цифровым» способом компьютерной системой фиксации и обработки данных с возможностью динамического сопоставления.

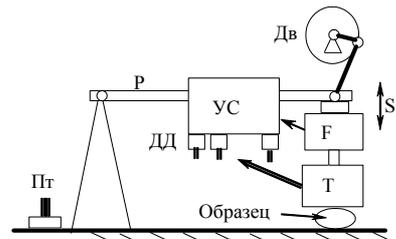


Рис.1 Принципиальная схема устройства: Пт – потенциометр, Дв – двигатель, Р – рычаг, F – тензометрический однокомпонентный силоизмерительный датчик, Т – тактильный датчик, ДД – миниатюрными датчиками давления, УС – усилитель.

На рис. 1 представлена блок-схема устройства для реализации способа, а именно та его часть, которая связана с получением первичных данных и их регистрацией. С помощью потенциометра Пт оператор управляет положением выходного вала двигателя Дв и перемещением правого конца рычага Р через кривошипно-шатунную передачу. Длина рычага велика по сравнению с размером кривошипа, рычаг находится вблизи горизонтального положения, поэтому движение его правого (рабочего) конца близко к вертикальному, к которому жестко прикреплены последовательно тензометрический однокомпонентный силоизмерительный датчик F и тактильный датчик Т. Тактильный датчик имеет 5 полостей, соединенных с миниатюрными датчиками давления ДД. Усилитель УС наращивает слабые электрические сигналы датчиков давления и силоизмерительного до величин, лежащих в рабочем диапазоне аналого-цифрового преобразователя контроллера, используемого в составе системы. Потенциометром задается вертикальное перемещение тактильного датчика, через который идет механическая деформация образца. Есть возможность регистрации давлений в полостях тактильного датчика и вертикальной компоненты силы, приложенной к объекту.

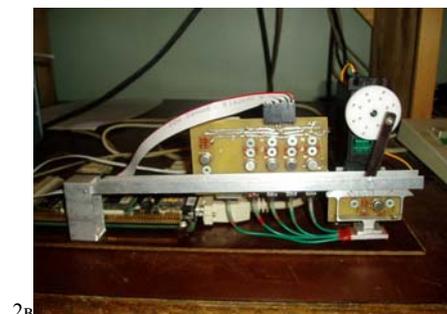
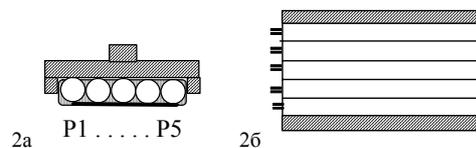


Рис. 2. Устройство тактильного элемента (2а – сечение, перпендикулярное плоскости рис. 1; 2б – вид снизу; 2в – общий вид)

Датчик (рис.2) выполнен из мягких полимерных трубок, наклеенных на пластину. С одной стороны трубки запаяны, а с другой – соединяются с датчиками давления посредством более