

ЭЗОФАГЕАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ЗОНД ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ ФУНДОПЛИКАЦИИ

EZOPHAGEAL MEASURING PROBE FOR CONDUCTING OPERATIONS OF THE FUNDOPLICATION

**A. Berdnikov
M. Burmistrov**

Summary. Treatment of functional disorders of the esophagus associated with gastroesophageal reflux disease (GERD) is carried out with the help of drug therapy, or in an operative way. The main goal of the treatment is to restore the normal function of the cardia of the stomach and lower esophageal sphincter (NPS). To date, the main method of surgical treatment of GERD is laparoscopic or open fundoplication.

Keywords: Operations, fundoplication, cylinder, measuring channel.

Бердников Алексей Владимирович

*К.т.н., доцент, КНИТУ-КАИ им. А. Н. Туполева
alex-berd@mail.ru*

Бурмистров Михаил Владимирович

*Д.м.н., профессор, Казанская государственная
медицинская академия*

Аннотация. Лечение функциональных нарушений пищевода, связанных с гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью (ГЭРБ), осуществляется с помощью медикаментозной терапии, либо оперативным путем. При этом основной целью лечения является восстановление нормальной функции кардии желудка и нижнего пищеводного сфинктера (НПС). На сегодняшний день основным методом хирургического лечения ГЭРБ является лапароскопическая или открытая фундопликация.

Ключевые слова: Операции, фундопликация, цилиндр, измерительный канал.

К основным антирефлюксным операциям, выполняемым с помощью лапароскопической техники, относятся фундопликация по Ниссену (Nissen), при этом дно желудка на 360° оборачивается вокруг внутрибрюшного отдела пищевода в виде манжеты; фундопликация по Toupet, при которой дно желудка на 270° оборачивается вокруг внутрибрюшного отдела пищевода по задней поверхности и кардиопексия с использованием круглой связки печени. Чаще всего в клинической практике применяется фундопликация по Nissen по методике, описанной DeMeester для открытых операций. При этом дно желудка оборачивается в виде манжеты длиной 2 см вокруг внутрибрюшного отдела пищевода на 360°. В пищеводе при этом должен находиться дилататор — пищеводный зонд Ø33–36 Fr или буж, например «Maloney N56–60 Fr16», для ограничения степени затягивания манжеты [2].

При этом для исключения возможных послеоперационных осложнений, обусловленных субъективным определением усилия затягивания операционного шва предлагается методика проведения лапароскопической фундопликации с одновременным контролем усилия прижатия и величины давления в формируемом кольце

Измерение радиального усилия сжатия формируемого при операции кольца эзофагеального сфинктера решается за счет применения миниатюрного тензодинамометра (датчика усилия) и деформируемого элемента, передающего радиальное возмущение на тензодатчик (Рис. 1).

Схематично в плоскости, расположенной нормально по отношению к оси зонда модель измерительного пре-

образователя канала динамометра может быть представлена следующим образом (Рис. 2):

Если толщина стенок цилиндра зонда мала по сравнению с радиусом R , то в соответствии с рис. 3 выражение для тангенциальных касательных напряжений имеет вид, определяемый уравнением Лапласа [3].

$$P = \frac{\sigma_{\alpha} \cdot h}{R_{\alpha}} + \frac{\sigma_{\beta} h}{R_{\beta}},$$

где σ_{α} , σ_{β} — величины напряжений, h — толщина деформируемого материала, p — давление внутри.

Для тонкостенного цилиндра, подвергнутого внутреннему давлению можно при вычислениях считать напряжения, равномерно распределенными по толщине стенки. С учетом конфигурации цилиндра, полагаем $R_{\beta} \rightarrow \infty$ и выражение упрощается

$$P = \frac{\sigma_{\alpha} \cdot h}{R}$$

Стягивающее усилие F приложено к поперечному сечению ленты с толщиной h и длиной l (порядка 30 мм на практике), и в точке касания равно величине поверхностного напряжения. Отсюда величина давления внутри оболочки определяется как

$$p = \frac{F}{l \cdot R}.$$

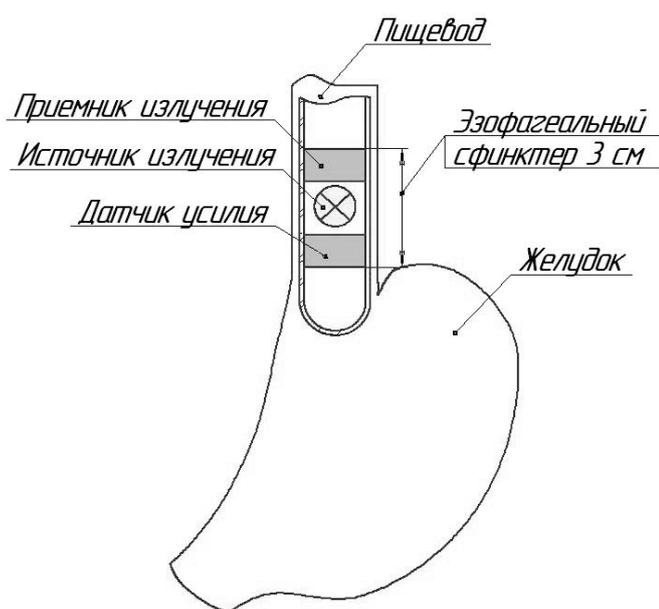


Рис. 1. Пищеводный зонд с вмонтированными в него измерительными каналами

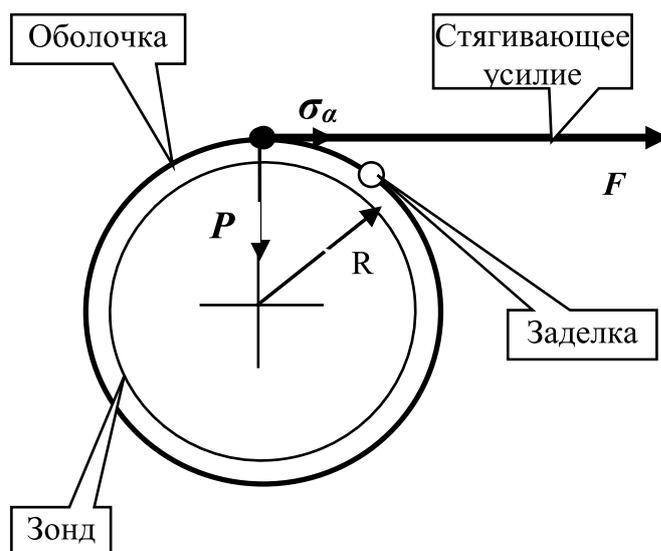


Рис. 2. Модель зонда в нормальном сечении

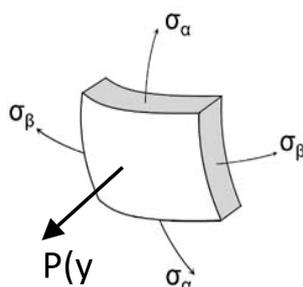


Рис. 3. Элементарный участок поверхности

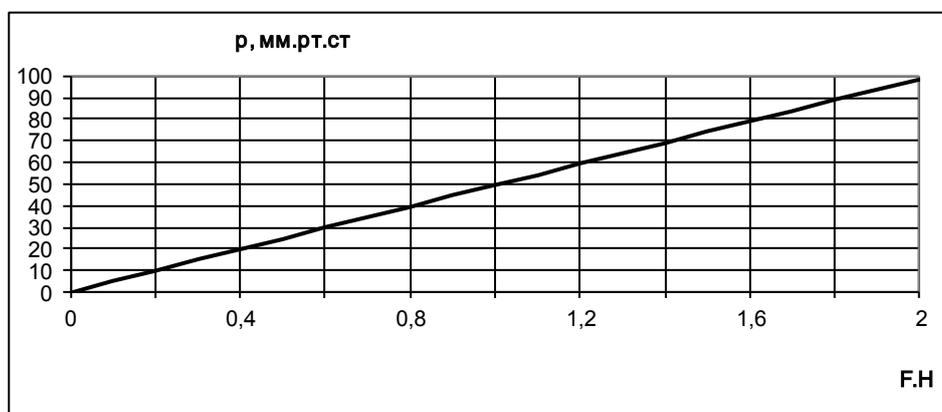


Рис. 4. Зависимость давления от усилия затягивания операционного шва в формируемом эзофагеальном сфинктере

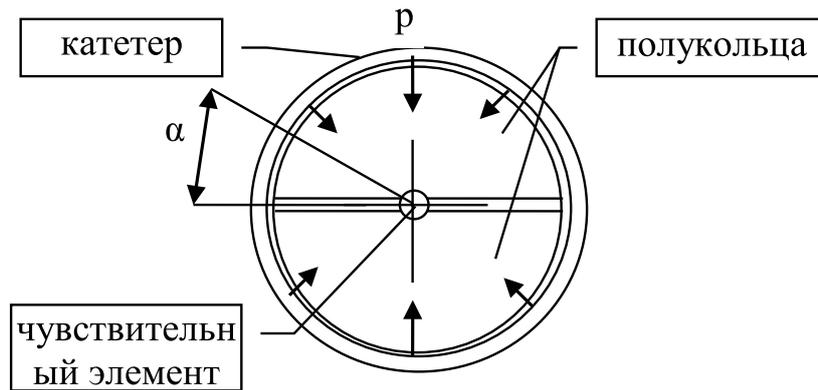


Рис. 5. Механическая модель измерительного канала

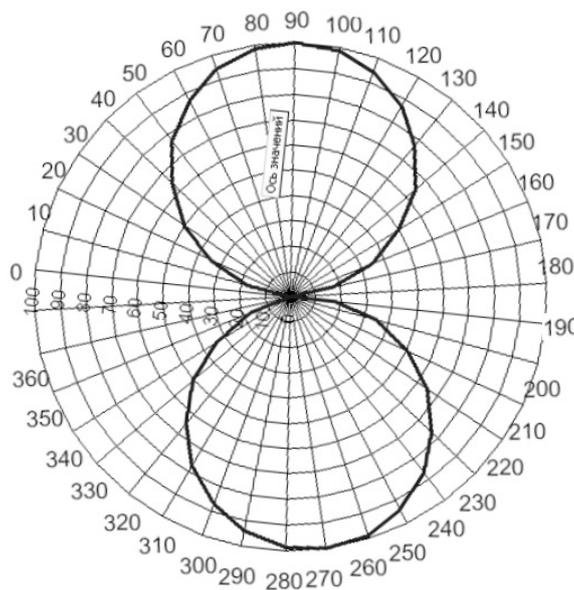


Рис. 6. Угловая характеристика измерительного канала

На рис. 4. представлена передаточная характеристика модели преобразователя, дающая вполне достоверные результаты, не смотря на целый ряд допущений, принятых при ее построении и позволяющая перейти ко второму этапу преобразования избыточного давления в электрический сигнал.

Физико-математическая модель преобразования может быть представлена следующим образом (рис. 5):

Преобразование избыточного давления внутри катетера в усилие, воспринимаемое тензодатчиком [4] описывается выражением:

$$F_d = 2 * \int_0^{\frac{\pi}{2}} p(F) * \sin \alpha \, d\alpha ,$$

и полученный измерительный канал имеет угловую характеристику вида, представленную на рис. 6.

Особенности угловой характеристики определяют специфику методики проведения измерения прижатия эзофагеального сфинктера в процессе проведения оперативного вмешательства.

Большое количество работ, посвященных проблемам измерения давления в пищеводе, а также значительный разброс результатов получаемых измерений во многом определяют методику тарировки разработанного измерительного канала. Окончательное решение о соответствии натяжения шовного материала, оптимальной величине прижатия формируемого перехода определяет, в конечном счете, хирург на ос-

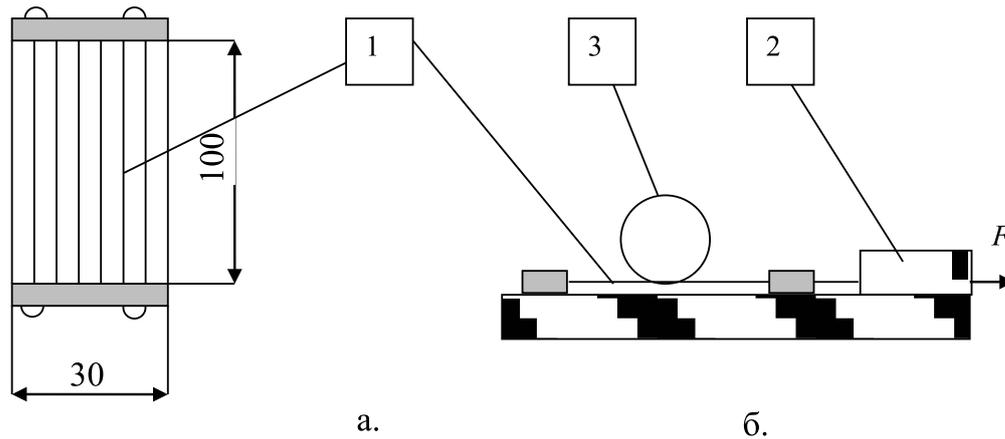


Рис. 7. Ленточный натяжитель (а) и схема станда (б)

новании имеющегося у него положительного опыта проведения подобных манипуляций [5]. Статистически фиксируемые при этом показатели усилия прижатия и давления в пищеводно-желудочном переходе становятся объективным критерием эффективности операции при ее выполнении менее опытным хирургом. В этой связи задачи тарировки и последующей поверки измерительного тракта состоят в создании тарировочного и поверочного оборудования, а также соответствующих методов.

В данном случае могут быть предложены два варианта оборудования для тарировки измерителя — с ленточной петлей — динамометром (Рис. 7) и с компрессионной камерой.

Ленточная петля-натяжитель (1) представляет собой две рамки, расположенные на расстоянии 100 мм с натянутыми между ними шнурами, причем при охвате измерительной части катетера (3) шнуры переплетаются через один. Одна из рамок фиксируется на по-

верхности, а ко второй подключается образцовый динамометр (2).

Тарировка канала производится по сопоставлению показаний образцового динамометра и тарируемого устройства. В процессе тарировки на каждом шаге изменения тарируемого усилия необходимо проведение не менее 4 измерений для различной ориентации измерительной части зонда по отношению к ленточному натяжителю с шагом 90°.

Тарировка измерителя с компрессионной камерой сводится к помещению измерительной части зонда или всего зонда в барокамеру с возможностью получения в ней избыточного давления в диапазоне до 200 мм рт. ст. и прецизионного измерения величины этого давления.

Таким образом предлагаемый зонд обеспечивает возможность инструментально-аппаратной объективизации усилия сшивания, прилагаемого при формировании кардиального сфинктера при проведении операции по Ниссену.

ЛИТЕРАТУРА

1. Медицинские приборы. Разработка и применение. — М: — Медицинская книга, 2004. — 720с., ил.
2. Биофизические характеристики ткани человека. Справочник/ Березовский В. А., Колотилев Н. Н.; Отв. ред. и авт. предисл. Костюк П. Г.-Киев: Наук. думка, 1990.-224с
3. Егиев В. Н., г. Москва, Некоторые технические аспекты лапароскопической операции при грыже пищеводного отверстия диафрагмы. <http://www.laparoscopy.ru/article/10106-egiev.html>
4. Способ лапароскопической антирефлюксной операции фундопликации Патент РФ. на изобретение № 2463004// Сигал.Е.И., Бердников А. В., Бурмистров М. В. и соавт., обл. 10.10.2012.
5. Хирургическое лечение гастроэзофагеального рефлюкса. Н. Л. Матвеев, А. В. Протасов, Г. А. Кривцов, А. С. Леликов, Журнал «Эндоскопическая хирургия», N3–2000, стр. 21–25