

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Красноярский государственный медицинский  
университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра кардиологии, функциональной и клинико-лабораторной  
диагностики ИПО

Зав.кафедрой: ДМН, Профессор Матюшин Г. В.  
Ответственный за ординатуру: КМН, доцент  
Кузнецова О.О.

РЕФЕРАТ на тему:

«Функциональная диагностика в гастроэнтерологии»

Выполнила: Ординатор 1 года обучения,  
Дмитриева В.П.  
Проверила: КМН, доцент Савченко Е.А.

Красноярск, 2022 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Применение аппаратуры рН-метрии при функциональной диагностике.....	3
2. Методы исследования кислотности в различных отделах желудочно-кишечного тракта.....	4
3. Проведение внутрипищеводной рН-метрии. Медицинская техника для проведения внутрипищеводной рН-метрии.....	6
4. Особенности обследования детей.....	9
5. Топографическая внутрижелудочная экспресс рН-метрия.....	12
6. Интрагастральный длительный мониторинг Рн.....	15
7. Топографическая трансэндоскопическая рН-метрия.....	15
8. Список литературы.....	16

## Применение аппаратуры рН-метрии при функциональной диагностике

Исследованию кислотообразующей функции желудка (КФЖ) на протяжении многих десятилетий посвящено много как научных, так и практических работ. Развитие данной отрасли медицинской науки и практики всецело зависело от достижений в других областях – биохимии, технике, электронике и т.д., что и отразилось на технике, технологии и методологии исследований КФЖ и резко повлияло на качество диагностики и принципы лечения больных с заболеваниями ЖКТ.

Как известно, степень кислотности или щелочности растворов выражается или концентрацией в них ионов водорода (ммоль/л) или в единицах рН. Поскольку концентрация ионов водорода в растворах, с которыми чаще всего приходится иметь дело в повседневной практике, очень мала (например, концентрация водородных ионов в чистой воде составляет  $10^{-7}$  моль/л), в 1909 году Sorensen предложил использовать водородный показатель – рН. Пятнадцать лет спустя, с развитием термодинамической концепции ионной активности, определение Sorensen было изменено, и сегодня рН определяют как логарифм активности ионов водорода, взятый с обратным знаком. По определению Sorensen рН является логарифмом концентрации ионов водорода в водном растворе, взятому с обратным знаком:

$$pH = -\lg[H^+].$$

Таким образом, в нейтральной среде, где концентрация  $H^+$  составляет  $10^{-7}$ , рН составляет 7 единиц. В кислых растворах, где концентрация ионов водорода выше (например,  $10^{-2}$  или  $10^{-3}$  моль/л), рН7 единиц.

Активность ионов равна их концентрации только в том теоретическом случае, когда в исследуемом растворе отсутствуют другие ионы. При добавлении в раствор одних ионов одновременно в него добавляются и другие ионы, противоположного заряда. Взаимодействие между двумя

видами ионов приводит к изменению активности обоих, хотя их концентрация не изменяется. Поэтому пересчет показателей рН, которые отражают активность ионов водорода в концентрацию, может производиться только приблизительно.

В 1909 году Sorensen впервые использовал для измерения рН электрохимические электроды. Внутрижелудочную рН-метрию впервые провел McCledon в 1915 году.

В нашей стране теорию внутрижелудочной рН-метрии, ее клиническое применение и изучение физиологических и патологических процессов кислотообразовательной функции желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) данным методом разработал Е.Ю. Линар (1957 г.). Им же были созданы модели рН-зондов и первые регистрирующие приборы.

### **Методы исследования кислотности в различных отделах желудочно-кишечного тракта**

Любой прибор для проведения рН-метрии различных отделов ЖКТ состоит из двух основных элементов: первичных преобразователей (рНзондов), которые преобразуют активность водородных ионов внешней среды (рН) в электрический сигнал с определенными параметрами и собственно ацидогастрометра (вторичного преобразователя), который обрабатывает сигналы поступающие с зонда и представляет их исследователю. На рН-метрическом зонде может быть до 5 датчиков рН, расстояние между которыми определяется функциональным назначением зонда. Одноэлектродный зонд позволяет определять рН только в одной точке пищеварительного тракта, пятиэлектродный – в пяти.

Существует несколько разновидностей ацидогастрометров. Самые простейшие и, следовательно, самые дешевые, например, «АГМ-03» (рис. 3.1), позволяют подключить только один зонд, выводят информацию о рН на цифровой дисплей и запоминает небольшое количество измеренных величин. Подобные приборы наиболее эффективны в использовании при проведении эзофагогастроуденоскопии (ЭГДС), т.к. позволяют незамедлительно

получить данные о состоянии кислотности верхних отделов ЖКТ без предварительной обработки. Более совершенная компьютерная система «Гастроскан-5М» (рис. 3.1) позволяет проводить исследования у нескольких пациентов одновременно, представляет полученную информацию на мониторе компьютера в виде графика, запоминает информацию о пациентах и результаты исследования, позволяет создавать банк данных. Решение задач рН-метрии различных отделов ЖКТ может осуществляться и с помощью стационарной манометрической системы POLIGRAF ID (рис. 2.2).

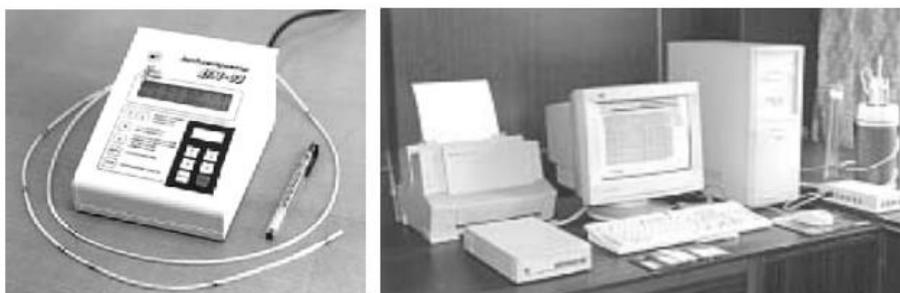


Рис. 3.1 Ацидогастрометр [«АГМ-03»](#) и компьютерный прибор [«Гастроскан-5М»](#) (НПП «Исток-Система», Россия, г. Фрязино)

Особым вариантом ацидогастрометра, являются приборы для суточного мониторинга например:

- [«Гастроскан-24»](#) фирмы НПП «Исток-Система» (рис. 3.2);
- DIGITRAPPER рН фирмы Medtronic (рис. 3.3).



Рис. 3.2 Портативный компьютерный прибор [«Гастроскан-24»](#) для длительного мониторинга рН (НПП «Исток-Система»)

Это компактные, носимые приборы, которые в течение длительного промежутка времени (до 24 часов) запоминают показатели рН, а после окончания обследования подключаются к компьютеру и передают на него

всю собранную информацию. Программное обеспечение этих ацидогастрометров также позволяет представить полученные данные в виде графиков и создавать банк данных.



Рис. 3.3 Портативный прибор DIGITRAPPER pH фирмы Medtronic

Фирмой Medtronic выпускается система pH-метрии BRAVO без использования катетера (рис. 3.4). Миниатюрная капсула BRAVO прикрепляется при эндоскопии к стенке пищевода на время исследования. Капсула BRAVO измеряет и передаёт (на радиочастоте) значения pH на носимое принимающее устройство размера пейджера. Информация регистрируется носимым принимающим устройством в течении 24 или 48-часового pH мониторинга, а затем считывается в компьютерную систему например POLIGRAF ID. Через несколько дней капсула BRAVO естественным образом теряет контакт со стенкой пищевода и проходит через пищеварительный тракт.



Рис. 3.4 Система pH-метрии BRAVO

## **Проведение внутрипищеводной рН-метрии**

### **Медицинская техника для проведения внутрипищеводной рН-метрии**

Для проведения внутрипищеводной рН-метрии в России чаще всего используется аппаратура производства НПП «Исток-Система», включающая в себя зонд с электрохимическими датчиками, усилитель и регистрирующее устройство. Электрохимический датчик состоит из двух электродов – активного (измерительного) и референтного (вспомогательного электрода сравнения).

Электрод сравнения, как правило, расположен на отдельном электродном проводе и закрепляется на коже в подключичной области или на запястье лейкопластырем. Электрический контакт между кожей пациента и электродом сравнения обеспечивается применением электродной пасты.

В клинической практике в качестве измерительных применяются в основном сурьмяные и стеклянные электроды. Наиболее точными считаются стеклянные электроды. Их основным преимуществами являются: линейная зависимость показаний от активности ионов водорода в диапазоне от 0 до 12 рН, меньшее время ответа и дрейф. Сурьмяные электроды более дешевы, не столь хрупкие как стеклянные, имеют меньшие размеры.

Зонды для рН-метрии обычно имеют от 1 до 5 электродов, что позволяет измерять рН в различных отделах пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки. Введение и установку зонда облегчает наличие на нем меток, которые наносятся через 5 или 10 см. Перед проведением исследования необходимо выполнить калибровку системы, для чего используются стандартные буферные растворы.

При исследовании пищевода наиболее информативно суточный мониторинг рН в дистальной части пищевода. Для этого в нашей стране наиболее широко используется отечественный прибор «Гастроскана-24» (рис. 3.2).

Внутрипищеводный мониторинг рН является одним из основных

методов диагностики гастроэзофагеальной рефлюксной болезни.

Данный метод позволяет:

- выявить наличие, особенности возникновения гастроэзофагеальных рефлюксов;
- оценить эффективность пищевого клиренса;
- сопоставить возникновение симптомов гастроэзофагеальной рефлюксной болезни с гастроэзофагеальными рефлюксами;
- оценить скорость наступления, продолжительность эффекта антисекреторных и прокинетических средств.

Для проведения исследования используется аппаратура для длительного мониторинга кислотности, состоящая из компактного носимого блока регистрации рН, к которому присоединяется рН-метрический зонд, трансназально вводимый в желудок пациента, и компьютера с программным обеспечением. Панель носимого блока имеет специальные кнопки, нажимая на которые пациент регистрирует в памяти прибора время возникновения и длительность боли, диспептических явлений, прием пищи и другие события. На рисунке 3.4 представлен результат регистрации 24-часового исследования внутриполостного рН с использованием прибора «Гастроскан-24».

Для диагностики гастроэзофагеальных рефлюксов один из электродов устанавливается на 5 см выше нижнего пищевого сфинктера. Его местоположение можно определить с помощью манометрии, по показаниям рН (переход от кислой среды к нейтральной) или рентгенологически. Под гастроэзофагеальными рефлюксами подразумевают эпизоды снижения рН ниже 4.

Забросы желудочного содержимого в пищевод могут возникать и у здоровых людей. Это физиологические рефлюксы. Они появляются преимущественно после еды, имеют небольшую продолжительность (за сутки не более 50 рефлюксов, а суммарное время, в течение которого рН менее 4,0 составляет не более 1 часа) и обычно проявляются отрыжкой.

В таблице 3.1 представлены основные показатели, определяемые при

внутрипищеводном мониторинге рН.

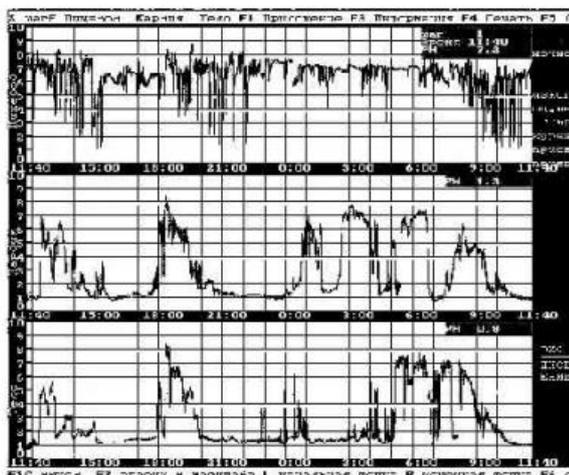


Рис. 3.4 Результат регистрации 24-часового исследования внутрипищеводного рН у больного гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью с использованием прибора «Гастроскан-24»

Таблица 3.1

Нормальные значения показателей  
внутрипищеводного суточного мониторинга рН

Показатели	Норма
1. Общее время, в течение которого рН < 4 (%)	4,5
2. Общее время, в течение которого рН < 4 (%) при вертикальном положении тела пациента	8,4
3. Общее время, в течение которого рН < 4 (%) при горизонтальном положении тела пациента	3,5
4. Общее число рефлюксов с рН < 4 за сутки	47
5. Число рефлюксов, продолжительностью более 5 мин	3,5
6. Длительность наиболее продолжительного рефлюкса (мин)	20

Для определения связи некоторых симптомов с гастроэзофагеальными рефлюксами используют индекс симптома:

$$\text{Индекс симптома} = \frac{\text{Число симптомов, связанных с рефлюксами}}{\text{Общее число симптомов}}$$

### Особенности обследования детей

Вначале о планируемом обследовании сообщают родителям и после получения их согласия на процедуру проводят беседу с ребенком, в ходе которой объясняют значение обследования для успешного лечения ребенка, предупреждают об особенностях проведения процедуры. Детям,

планируемым на обследование, показывают других детей во время проведения мониторинга.

Обследование проводят, когда ребенок находится на диете (стол №5). Заблаговременно (за 1 сутки) отменяют прием препаратов, которые могли бы повлиять на характер желудочной секреции, если в ходе обследования не стоит задачи оценки эффективности антисекреторной терапии. Установку зонда проводят обычно натощак или не ранее чем через 40-50 минут после приема пищи. Выбирают для введения тот носовой ход, через который дыхание у ребенка свободнее. При необходимости, о пригодности носового хода для введения зонда (в случаях особенностей строения носа, искривлений носовой перегородки, выраженной гипертрофии аденоидной ткани) необходимо проконсультироваться с ЛОР-врачом. Перед введением зонда проводят местную анестезию носового хода путем орошения его 1% раствором дикаина (1 мл) или лидокаина.

Ребенку лейкопластырем фиксируют на коже в области ключицы электрод сравнения. Обследуемый усаживается на стул с запрокинутой головой, и в таком положении подготовленный и подключенный к вторичному преобразователю зонд вводят в носовой ход до момента прохождения носоглоточного угла. Затем ребенок медленно наклоняет голову вниз, к груди и в момент глотательного движения зонд вводится в пищевод. Глубина введения зонда определяется целями исследования и может быть определена в соответствии с возрастом ребенка по таблице 3.2 или по показателям рН с разных электродов рН-зонда.

Учитывая наличие на рН-зонде трех электродов, возможно исследование ритма кислотообразования одновременно в трех смежных зонах пищевода. Вид исследования зависит от расположения зонда в пищеводе. Кроме расстояния, на которое зонд вводится, о месте его расположения можно судить по показаниям рН с каждого электрода. После установления зонда в необходимом положении устанавливают прибор в режим «Обследование» и проводят фиксацию зонда к коже лица полосками

лейкопластыря.

Таблица 3.2  
Возрастные анатомические особенности строения  
верхних отделов ЖКТ у детей

<b>Возраст ребенка, лет</b>	<b>Расстояние от входа в нос до входа в желудок, см</b>
1 ÷ 6	18 ÷ 26
7 ÷ 11	26 ÷ 30
12 ÷ 15	30 ÷ 38
Старше 15	38 ÷ 42

В детской практике возможны случаи, когда исследование возможно прекратить до окончания 24-часового периода при плохой переносимости процедуры или после того как получена информация о кислотообразовании в наиболее интересный для лечащего врача временной интервал (ночной период, дневной период, период после приема лекарственного препарата). Это улучшает переносимость ребенком процедуры без снижения ее информативности.

Для оценки влияния тех или иных внешних факторов на ритм кислотообразования ребенку или окружающим взрослым поручается кроме фиксации с помощью кнопок на вторичном преобразователе стандартных ситуаций (прием пищи, лекарств, ощущений боли, изжоги, тошноты, голода, вертикального и горизонтального положения тела, периода сна) вести дневник, где отмечается вид и количество съеденной пищи, другие нестандартные ситуации (просмотр телепередач, чтение книг, прогулки, эмоциональные перепады, общение с родителями и др.). Это позволяет более детально изучить воздействие таких факторов на моторные дисфункции в верхних отделах ЖКТ, и помогает врачу дать необходимые рекомендации в ходе лечения.

Иногда возникает необходимость в повторном мониторинговом исследовании. При первом исследовании проводится анализ ритма интрагастральной кислотности на фоне приема пищи, исключая прием

препаратов и пищевых продуктов, влияющих на интрагастральную рН. В данном случае мы можем оценить уровень базальной секреции и суточный ритм кислотности, буферное действие пищи, период наиболее высокой секреции кислоты, наличие рефлюксов. В ходе второго исследования контролируется эффективность применяемых лекарственных препаратов, подбирается индивидуальная доза и оптимальное время применения препарата. При оценке антисекреторного эффекта препарата используют показатели латентного периода препарата, периода действия препарата и устойчивости поддержания постоянных значений рН выше 4,0 в период действия (процент времени с рН выше 4.0).

Возможно использование для обследования ребенка зонда, рассчитанного на более старший возраст обследуемого. При такой методике электроды зонда располагаются в желудочно-кишечном тракте по схеме «пищевод-тело-анtrum». Это позволяет одновременно достоверно оценить наличие гастроэзофагеального рефлюкса (ГЭР) и дуоденогастрального рефлюкса (ДГР) при параллельной регистрации суточного ритма кислотообразования в теле желудка. Исследование, проведенное по такой методике, может избавить ребенка от повторного мониторинга, что в детской практике весьма немаловажно.

После завершения исследования полученную информацию передают на ПЭВМ, где ее можно обработать, визуально и статистически оценить, занести в базу данных. Для объективизации полученной информации пользуются предусмотренными в программном обеспечении к прибору показателями. 3.3 Проведение внутрижелудочной рН-метрии Основные положения, касающиеся методики проведения внутриволокнистой рН-метрии, изложены в предыдущем разделе. Тем не менее, существуют некоторые особенности внутрижелудочной рН-метрии. Для оценки внутрижелудочной кислотности используются следующие виды рН-метрий: • топографическая экспресс рН-метрия; • интрагастральный мониторинг рН; • топографическая трансэндоскопическая рН-метрия.

### **Топографическая внутрижелудочная экспресс рН-метрия**

Больному натошак в пищевод до нижнего пищеводного сфинктера вводится зонд. Длина введения зонда ориентировочно определяется расстоянием от мочки уха пациента до мечевидного отростка или от верхней губы до пупка. Затем, по мере дальнейшего введения зонда, через каждый сантиметр проводят замеры показателей рН. Всего производится 20 замеров рН в течение не более 3 мин. Зонд фиксируется и оставляется в желудке на 10 минут. Через 10 мин зонд извлекается, при этом также замеряется рН через каждый сантиметр. Для исследования может использоваться отечественное оборудование типа ацидогастрометров АГМ-03 и «Гастроскан-5М» (рис. 3.1).

Значения рН при введении зонда определяют уровень натошакового кислотообразования. Значения рН при извлечении зонда позволяют оценить уровень базального кислотообразования. При рН-метрии важно учитывать в каком отделе желудка находится датчик. В таблице 3.3 представлены функциональные интервалы рН для тела желудка. Анализ результатов проводится по минимальным значениям рН с выбором максимального функционального интервала.

В антральном отделе желудка в большинстве случаев рН выше за счет нейтрализации хлористоводородной кислоты щелочным секретом желез. При этом по разности рН антрального отдела и тела желудка определяют степень выраженности кислотонейтрализующей функции желудка. В случае если разность рН составляет 2,1 и более, диагностируют компенсированное ощелачивание, 1,0÷2,0 – субкомпенсированное, 1,0 и менее – декомпенсированное ощелачивание в антральном отделе.

Таблица 3.3

## Функциональные интервалы pH в теле желудка

Функциональный интервал	pH	Заключение
1-й	5,0÷7,0	анацидность
2-й	3,0÷4,9	гипоацидность
3-й	1,8÷2,9	нормаацидность
4-й	1,5÷1,7	гиперацидность умеренная
5-й	0,9÷1,4	гиперацидность выраженная

Существуют схемы исследования, когда pH регистрируется в течение 45 мин в базальных условиях, а затем в течение следующих 45 мин после стимуляции секреции. Для стимуляции желудочного кислотообразования используют те же медикаментозные средства, что и для многомоментного желудочного зондирования (гистамин дигидрохлорид, 24 24 гистамин фосфат, гастрин (2 мкг/кг), пентагастрин (пентавлон) в дозе 6 мкг/кг и др).

Главным недостатком метода является невозможность оценить объем желудочного содержимого, и вследствие этого кислотной продукции. Тем не менее, косвенно оценить кислотопродукцию помогает щелочной тест Неллера. Щелочной тест заключается во введении в желудок раствора 0,5 г питьевой соды ( $\text{NaHCO}_3$ ) в 30 мл кипяченой воды. Он проводится через 20 мин после стабилизации pH в базальных условиях или через 45 мин после введения стимуляторов.

Данная методика позволяет получить представление не только о концентрации (вернее активности) водородных ионов в просвете желудка, но и о количестве желудочного сока, т.е. продукции соляной кислоты. Показателем этого теста является щелочное время – интервал между повышением pH после введения раствора до возвращения его к исходному уровню. В норме в теле желудка оно составляет от 15 до 30 мин. Снижение щелочного времени менее 15 мин свидетельствует о повышении дебита хлористоводородной кислоты, повышение более 30 мин – о подавлении кислотообразования. Тест проводится в базальных и стимулированных

условиях.

При высоком кислотообразовании проводится атропиновый тест. Он дает возможность дифференцировать нейрорефлекторный механизм базальной кислотной продукции от гуморального. Тест проводится как в базальных условиях, так и при стимуляции секреции. При этом подкожно вводят 1 мл 0,1% раствора атропина сульфата и регистрируют в течение часа рН в теле желудка. Оценка результатов атропинового теста в базальных условиях проводится по степени повышения рН в теле желудка. При повышении рН более чем на 2 ед. – эффект сильный, от 1,1 до 2,0 – средний, от 0,5 до 1,0 – слабый, до 0,5 – отрицательный. При оценке результатов теста необходимо учитывать, что холинолитики преимущественно снижают объем кислотной продукции, мало влияя на концентрацию хлористоводородной кислоты в желудочном секрете.

### **Интрагастральный длительный мониторинг рН**

Метод позволяет:

- оценить суточный ритм и интенсивность секреции хлористоводородной кислоты;
- оценить скорость наступления, продолжительность эффекта антисекреторных средств;
- соотнести возникновение симптомов кислотозависимого заболевания с колебаниями внутрижелудочного рН;
- дифференцировать загрудинную боль кардиального и «некардиального» генеза.

Для проведения исследования используется аппаратура для длительного мониторинга кислотности, состоящая из компактного носимого блока регистрации рН, к которому присоединяется рН-метрический зонд, трансназально вводимый в желудок пациента, и компьютера. Панель носимого блока имеет кнопки, нажимая на которые пациент регистрирует в памяти прибора время возникновения и длительность боли, диспептических явлений, прием пищи и другие события. рНметрический зонд позволяет

одновременно записывать рН из 2÷3 отделов желудка. рН определяется через установленные интервалы времени от 1 до 60 с в различных аппаратах. Для исследования используется оборудование типа «Гастроскана-24» или DIGITRAPPER рН (рис. 3.2 и 3.3).

### **Топографическая трансэндоскопическая рН-метрия**

Метод позволяет осуществлять визуальный контроль места замера рН и функционально дополняет эндоскопическое исследование. В его основу положен анализ функционального состояния зон кислотообразования и нейтрализации секрета при эндоскопическом исследовании. Исследование проводится посредством замера показателей рН через проведённый в эндоскопическом канале эндоскопа рН-метрический зонд. Для исследования используется отечественный ацидогастрометр «АГМ03».

Перед исследованием целесообразно провести рН-метрический зонд с измерительным электродом через биопсийный канал эндоскопа до уровня его выходного отверстия на дистальном конце. Это предотвратит возможный контакт электрода с густой слизью желудочного содержимого, попадающего в биопсийный канал эндоскопа при отсасывании, способной изменить показания рН-метра.

В случае проведения рН-метрии во время выполнения эндоскопического исследования перед введением рН-зонда, биопсийный канал эндоскопа следует промыть 20 мл стерильной дистиллированной воды, вводя ее в просвет канала шприцем.

Для уменьшения раздражения слизистой оболочки, эндоскопическое исследование следует проводить с минимальной инсуффляцией желудка воздухом. Определение рН следует проводить под контролем зрения с минимальным давлением электрода на слизистую оболочку.

Контакт электрода со слизистой оболочкой проводится в течение около 1 с, результаты измерения фиксируются и считываются с индикатора ацидогастрометра. При отсутствии контакта величины рН будут неверными и могут быть ниже 0,8. Величина рН может изменяться в зависимости от

давления зонда на слизистую оболочку и от угла атаки зонда к поверхности слизистой оболочки желудка. Для более достоверного снятия показаний рекомендуется проводить трехкратное измерение рН в каждой контрольной точке и выбирать минимальную величину. Анализ полученных данных проводится по каждой изучаемой зоне.

### **Список литературы**

1. Корниенко Е.А., Дмитриенко М.А., Никулин Ю.А., Филюшкина Е.И., Филюшкин И.П. Применение медицинской техники при функциональной диагностике в гастроэнтерологии. Учебно-методическое пособие. – СПб. – 2006. –103 с.