

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СПИРОМЕТРОВ

Бурачевский А.И.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Ревинская И.И. – ассистент кафедры ЭТТ

Аннотация. Спирометрия является важным методом диагностики заболеваний дыхательной системы. В настоящее время на рынке представлен широкий спектр автоматизированных спирометров, отличающихся по своим характеристикам и принципам работы. В данной статье проводится обзор и сравнение современных моделей спирометров с акцентом на технические характеристики и принципиальные отличия между ними.

Ключевые слова: спирометрия, автоматизированный спирометр, легочные объемы, форсированный выдох, пневмотахограф, ультразвуковой датчик, турбинный датчик.

Введение. Спирометрия – это неинвазивный метод оценки функции легких, который измеряет объемы и скорости воздушного потока во время дыхания. Этот метод широко используется для диагностики и мониторинга респираторных заболеваний, таких как астма, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) и другие заболевания легких [1]. Современные спирометры – это автоматизированные устройства, которые обеспечивают быстрое и точное измерение параметров дыхания, что делает их незаменимыми в клинической практике.

Основная часть. Спирометры можно классифицировать по различным критериям:

1 По принципу измерения: объемные спирометры (измеряют изменение объема воздуха в замкнутом контуре, например, водяные спирометры, сильфонные спирометры, и в настоящее время являются устаревшими) и пневмотахографы (измеряют скорость воздушного потока, а объем вычисляется путем интегрирования потока по времени и относятся к наиболее распространенному типу спирометров).

2 По типу датчика потока: турбинные датчики (используют вращающуюся турбину, скорость вращения которой пропорциональна потоку воздуха), датчики переменного давления/пневмотахометры (измеряют разницу давления на резистивном элементе (например, сетке), которая пропорциональна потоку воздуха) и ультразвуковые датчики (используют ультразвуковые волны для определения скорости воздушного потока).

3 По мобильности: стационарные (для использования в кабинетах функциональной диагностики) и портативные (ручные) – компактные устройства для использования вне стационара, например, на дому или в полевых условиях.

Сравнение современных спирометров.

Для анализа были выбраны следующие модели спирометров:

MicroLoop (CareFusion/BD) – портативный спирометр, широко используемый в клинической практике.

Vitalograph Alpha (Vitalograph) – стационарный спирометр с расширенными функциональными возможностями.

Спирограф СМП-21/01 Р-Д (Россия) – современный российский спирометр, разработанный для широкого применения.

Описание характеристик и принципов анализа.

MicroLoop (рисунок 1). Принцип измерения: пневмотахограф с турбинным датчиком потока.

Измеряемые параметры: ФЖЕЛ, ОФВ1, ОФВ1/ФЖЕЛ, МОС25-75 и др.

Диапазон измерения потока: ± 16 л/с.

Диапазон измерения объема: 0-12 л.

Точность измерения потока: $\pm 5\%$ или ± 0.2 л/с (большее значение).

Точность измерения объема: $\pm 3\%$ или ± 0.05 л (большее значение).

Питание: от аккумулятора или сети.

Интерфейс: USB.

Программное обеспечение: в комплекте.

Принцип анализа: спирометр измеряет скорость вращения турбины, которая пропорциональна потоку воздуха. Объем вычисляется путем интегрирования потока по времени. Результаты отображаются на экране и могут быть сохранены в памяти устройства или переданы на компьютер для дальнейшего анализа.

Vitalograph Alpha (рисунок 2). Принцип измерения: пневмотахограф с датчиком переменного давления (пневмотахометром).

Измеряемые параметры: ФЖЕЛ, ОФВ1, ОФВ1/ФЖЕЛ, МОС25-75, ЖЕЛ, ООЛ (с дополнительным оборудованием), DLCO (с дополнительным оборудованием) и др.

Диапазон измерения потока: ± 18 л/с.

Диапазон измерения объема: 0-12 л.

Точность измерения потока: $\pm 3\%$ или ± 0.1 л/с (большее значение).

Точность измерения объема: $\pm 2.5\%$ или ± 0.05 л (большее значение).

Питание: от сети.

Интерфейс: USB, RS-232.

Программное обеспечение: в комплекте, с возможностью интеграции с медицинскими информационными системами (МИС).



Рисунок 1 – Спирометр MicroLoop



Рисунок 2 – Спирометр Vitalograph Alpha

Принцип анализа: спирометр измеряет разницу давления на резистивном элементе, которая пропорциональна потоку воздуха. Объем вычисляется путем интегрирования потока по времени. Программное обеспечение спирометра позволяет проводить автоматическую интерпретацию результатов, сравнивать их с нормативными значениями и формировать отчеты.

Спирограф СМП-21/01 Р-Д. Принцип измерения: пневмотахограф с турбинным датчиком потока.

Измеряемые параметры: ФЖЕЛ, ОФВ1, ОФВ1/ФЖЕЛ, МОС25-75, ЖЕЛ и др.

Диапазон измерения потока: ± 14 л/с.

Диапазон измерения объема: 0-10 л.

Точность измерения потока: $\pm 5\%$ или ± 0.2 л/с (большее значение).

Точность измерения объема: $\pm 3\%$ или ± 0.05 л (большее значение).

Питание: от аккумулятора или сети.

Интерфейс: USB.

Программное обеспечение: в комплекте.



Рисунок 3 – Спирометр СМП-21/01 Р-Д

Принцип анализа: аналогичен MicroLoop, спирометр измеряет скорость вращения турбины, которая пропорциональна потоку воздуха. Объем вычисляется путем интегрирования потока по времени.

Принципиальные отличия между аппаратами. Основные отличия между рассмотренными спирометрами заключаются в следующем:

1 Тип датчика потока: MicroLoop и СМП-21/01 Р-Д используют турбинные датчики, а Vitalograph Alpha – датчик переменного давления. Датчики переменного давления считаются более точными, особенно при низких потоках, но они также более чувствительны к загрязнению.

2 Функциональность: Vitalograph Alpha, при использовании дополнительного оборудования, позволяет измерять статические объемы легких (ООЛ) и диффузионную способность легких (DLCO), что делает его более подходящим для комплексной оценки функции легких. MicroLoop и СМП-21/01 Р-Д предназначены для базовой спирометрии.

3 Мобильность: MicroLoop и СМП-21/01 Р-Д – портативные устройства, что позволяет использовать их вне стационара. Vitalograph Alpha – стационарный спирометр.

4 Интеграция с МИС: Vitalograph Alpha имеет возможность интеграции с медицинскими информационными системами, что упрощает ведение медицинской документации и обмен данными.

5 Цена: как правило, портативные спирометры (MicroLoop, СМП-21/01 Р-Д) более доступны по цене, чем стационарные модели (Vitalograph Alpha) с расширенной функциональностью.

Таблица 1 – Сравнение рассмотренных спирометров

Характеристика	MicroLoop	Vitalograph Alpha	СМП-21/01 Р-Д
Тип датчика потока	Турбинный	Переменного давления	Турбинный
Измеряемые параметры	ФЖЕЛ, ОФВ1, ОФВ1/ФЖЕЛ, МОС25-75 и др.	ФЖЕЛ, ОФВ1, ОФВ1/ФЖЕЛ, МОС25-75, ЖЕЛ, ООЛ, DLCO и др.	ФЖЕЛ, ОФВ1, ОФВ1/ФЖЕЛ, МОС25-75, ЖЕЛ и др.
Диапазон измерения потока	±16 л/с	±18 л/с	±14 л/с
Диапазон измерения объема	0-12 л	0-12 л	0-10 л
Точность измерения потока	±5% или ±0.2 л/с	±3% или ±0.1 л/с	±5% или ±0.2 л/с
Точность измерения объема	±3% или ±0.05 л	±2.5% или ±0.05 л	±3% или ±0.05 л
Мобильность	Портативный	Стационарный	Портативный
Питание	Аккумулятор/сеть	Сеть	Аккумулятор/сеть
Интерфейс	USB	USB, RS-232	USB

Заключение. Для использования в условиях стационара оптимальным выбором является Vitalograph Alpha, так как он обеспечивает наибольшую точность измерений (особенно при низких потоках) благодаря датчику переменного давления, имеет расширенный функционал с возможностью измерения статических объемов легких и диффузионной способности (при наличии дополнительного оборудования), а также поддерживает интеграцию с медицинскими информационными системами для удобного ведения документации.

Для применения в амбулаторных условиях или при необходимости мобильности более предпочтительны портативные модели MicroLoop или Спирограф СМП-21/01 Р-Д. Они обладают схожими характеристиками точности измерений объема, но уступают по точности измерения потока. Выбор между MicroLoop и Спирографом СМП-21/01 Р-Д зависит от конкретных требований к диапазону измерений: MicroLoop имеет более широкий диапазон измерения потока (± 16 л/с против ± 14 л/с у СМП-21/01 Р-Д), что может быть важным при работе с пациентами, демонстрирующими высокие пиковые потоки.

Список литературы

1. CareFusion/BD. *MicroLoop спирометр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.carefusion.com>*
2. Vitalograph. *Vitalograph Alpha спирометр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vitalograph.com>*
3. Р-Д. *Спирограф СМП-21/01 Р-Д [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.r-d.ru>*
4. *Технические характеристики спирометров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.medtech.ru>*
5. *Пневмотахографы: принципы работы и характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.medinfo.ru>*

UDC 616.24-073.173

REVIEW ARTICLE OF MODERN AUTOMATED SPIROMETERS

Buracheuskiy A.I.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Scientific advisor: Revinskaya I.I. – assistant of Department of ETT

Annotation. Spirometry is an important method for diagnosing respiratory diseases. Currently, the market offers a wide range of automated spirometers, differing in their characteristics and operating principles. This article provides an overview and comparison of modern spirometer models, focusing on technical characteristics and fundamental differences between them.

Keywords: spirometry, automated spirometer, lung volumes, forced expiration, pneumotachograph, ultrasound sensor, turbine sensor.