

## Prototipo De Camisa Monitoreo A Pacientes Con Asma Y Control Clínico.

Jennifer Arlette González Godínez<sup>1</sup>, Martha Alejandra Farrera Grajales Santiago<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería Biomédica, Universidad Politécnica de Chiapas, Suchiapa, Chiapas.

**Resumen— El asma es causada por la inflamación de las vías aéreas, una obstrucción que provoca, tos, sibilancias y sensación de ahogo. El hecho de que la disnea sea fácil de detectar permite al paciente utilizar de forma más oportuna un plan de acción contra el asma creado por el médico para prevenir y poder afrontar una crisis. El presente trabajo se enfoca en un sistema para el monitoreo de los ataques de asma no invasivo y de fácil uso, que permite al paciente utilizarlo con ayuda de un familiar, en el momento que tenga una crisis para llevar un control del momento y de la severidad que presente.**

**Palabras clave— Asma, Control, Disnea, Monitoreo.**

### I. INTRODUCCIÓN

El asma es una enfermedad crónica que se origina en los músculos que rodean las vías respiratorias debido a que se tensionan y su revestimiento se inflama causando una obstrucción que provoca ataques recurrentes de tos, sibilancias y sensación de ahogo, que varían en severidad y frecuencia de una persona a otra [1]. Cuando una persona es diagnosticada con asma se hacen una serie de evaluaciones para conocer los síntomas que presenta, los riesgos futuros, el tratamiento que se deberá dar y así poder detectar el nivel de severidad: asma intermitente o persistente leve, moderada o severa [2]. El paciente debe reunirse con su médico para establecer un plan de acción contra el asma como un medio para prevenir las disneas y deberá seguir ese plan escrito cuando se presenten síntomas [3].

La función pulmonar se mide con los volúmenes pulmonares: de reserva inspiratoria, corriente, de reserva espiratoria y residual (Fig. 1). En este prototipo tomamos en cuenta el volumen corriente debido a que es el volumen inhalado o exhalado durante el ciclo respiratorio normal [4].

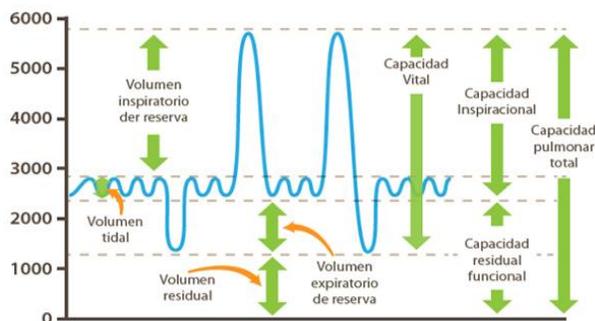


Fig. 1. Curva de la relación del volumen pulmonar expresada en mililitros por unidad de tiempo.

Como parte de un estudio complementario se realiza un electrocardiograma en los cuales los pacientes con asma presentan más frecuente la taquicardia sinusal, la desviación hacia la derecha del eje eléctrico del corazón, la onda P pulmonar, las anomalías de la repolarización ventricular, el bloqueo de rama derecha y la ectopia ventricular [5]. Se debe realizar una monitorización cardiaca continua.

Actualmente, si una persona experimenta una molestia o exacerbación de asma, la mayoría de las veces lo desconoce debido a la insensibilidad a los primeros síntomas. Un síntoma notorio podría aparecer hasta dos días después de haber comenzado; por lo que, existe la necesidad de un dispositivo médico que detecte oportunamente estos síntomas, disminuya la probabilidad de procedimientos médicos de emergencia y reduzca los costos de hospitalización especializada.

### II. METODOLOGÍA

El prototipo permite el monitoreo del volumen corriente, la detección de tos o sibilancias en los pulmones y electrocardiograma. Tiene como objetivo asistir al paciente mediante el monitoreo y control clínico de su enfermedad. Estructuralmente se divide en 4 etapas: La camisa, el Módulo de Adquisición y Emisión de Datos (MAED), el Módulo de Recepción de Datos (MRD) y el ordenador (Fig. 2).

La camisa fue realizada a la medida del sujeto de prueba de forma artesanal con tela "Lickra-Algodón" que permite la transpiración de la piel y se ajusta al cuerpo. Contiene dos canales ubicados alrededor del tórax y el abdomen inferior en los cuales se colocan los sensores de estiramiento, en la parte posterior se encuentran dos campanas ubicadas en la espalda alta una del lado izquierdo y la otra en el lado derecho en donde se colocan los micrófonos, también cuenta con una bolsa en la parte de la espalda baja donde se coloca el MAED Y adicionalmente una capa adherible que cubre la parte posterior para una vista más estética. La camisa es fácilmente removible, no invasiva y lavable (Fig. 3).

El MAED está compuesto de dos micrófonos electret (Adafruit MAX4466) con ganancia ajustable y sensores de estiramiento (Adafruit Industries) fabricados de caucho carbónico y un módulo de ECG (AD8232) que son los que recogen los datos y los envían a un Arduino Pro Mini para posteriormente ser enviada por medio de un bluetooth HC05, este módulo es alimentado por medio de una batería de litio recargable y cuenta con un switch de encendido y apagado para el sistema.

Los datos adquiridos por el MAED son recibidos en el MRD mediante un bluetooth HC06 que se conecta a un Arduino Nano V3.0 los cuales se conectan al ordenador.

En el ordenador, se ingresan comandos para obtener los datos de los sensores, se realiza el procesamiento, el almacenamiento de la información y también se puede visualizar, para realizar estas actividades es necesario tener instalado MATLAB® y contar también con una cuenta de correo electrónico para poder almacenar información en Dropbox que puede vincularse a otros dispositivos.

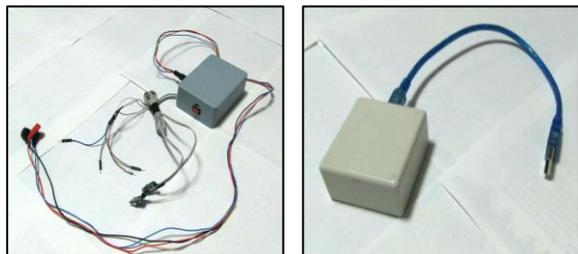


Fig. 2 Del lado izquierdo de la imagen se muestra el MAED con los micrófonos, latiguillos para electrocardiograma y conexiones para los sensores de estiramiento. Del lado derecho se muestra El MRD con el cable USB para conectarlo al ordenador.

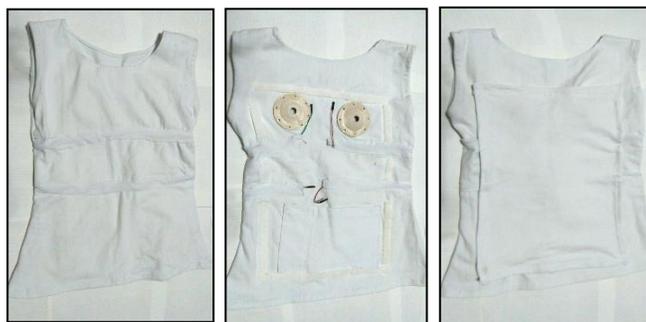


Fig. 3. La primera imagen pertenece a la parte frontal de la camisa en la cual se muestra los dos conductos. La segunda imagen es la parte posterior de la camisa, se puede observar las dos campanas de los micrófonos y las conexiones de los sensores de estiramiento. La tercera imagen corresponde igualmente a la parte posterior de la camisa pero con la capa adherible puesta.

### B. Adquisición de datos

El Arduino Pro Mini ubicado en el MAED obtiene la información de los sensores mediante comandos ingresados en MATLAB® enviados por vía bluetooth mediante el MRD, los datos son tomados y procesados uno por uno, la información se puede obtener hasta 8 metros de distancia entre ambos módulos.

### C. Procesamiento de señales

Una vez adquiridos los datos del sensor elegido se procede a filtrar los datos mediante MATLAB®, la programación que se realizó fue que dependiendo de que sensor sea la información se realiza un tipo de filtrado.

Los sensores se probaron en otras personas para determinar si era necesario realizar ajustes en los filtros o si se necesitaba cambiar los valores de los filtros en otras personas. Con el electrocardiograma la frecuencia en la que se obtiene la señal es entre 0.05 Hz y 150 Hz por lo que no es necesario un ajuste cuanto se utilice en otras personas. La señal del micrófono es filtrada dentro del MAED mediante filtros paso-banda entre 10 Hz y 100 Hz realizando así la función de un estetoscopio digital. En el caso del sensor de estiramiento se necesita realizar varias mediciones para poder calibrarlo de acuerdo a la persona debido a que los sensores de estiramiento se colocan alrededor del tórax y no todas las personas miden lo mismo.

### D. Almacenamiento de datos

Una vez que se obtiene la señal filtrada esta se guarda automáticamente en Dropbox con el nombre del sensor, hora, mes, día y año que fue tomado el dato y se sincroniza con la cuenta vinculada en los otros dispositivos por medio de internet (Fig. 4).

Se puede observar gráficamente los datos obtenidos mediante dos formas, la primera es en MATLAB® y la segunda mediante una aplicación creada por nosotras en Android vinculada a Dropbox (Fig. 5), con esto podemos manipular y visualizar los archivos que nos sean de utilidad desde la computadora y/o nuestro celular con el fin de que tanto el paciente como el médico puedan tener un control sobre la evolución de la enfermedad en un tiempo determinado.

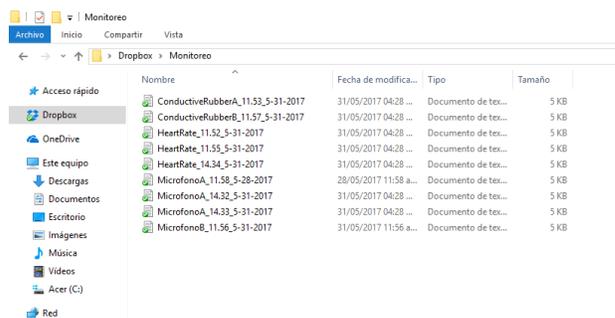


Fig. 4. Datos guardados en Dropbox en el ordenador.

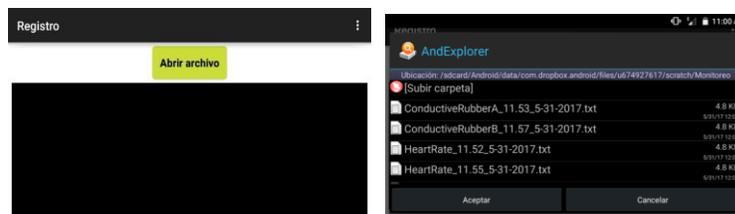


Fig. 5. Interfaz de la aplicación para mostrar las gráficas, en la imagen derecha se muestra una lista de los datos que están sincronizados con Dropbox y pueden ser visualizados.

### III. RESULTADOS

El sujeto en el cual las pruebas fueron realizadas es una persona del sexo femenino con 22 años de edad, diagnosticada con asma intermitente (Fig. 6)



Fig. 6. Vista frontal y posterior de la camisa puesta en el usuario.

Debido a que el asma de la paciente es intermitente y no podríamos estar todo el tiempo con ella hasta que le sucediera un ataque, le pedimos a ella y un familiar que realizaran la prueba y les explicamos cómo se usa el sistema para que en el momento en que ella tuviera la disnea se monitoreara. Mediante el monitoreo que se realizó a la paciente obtuvimos las siguientes graficas:

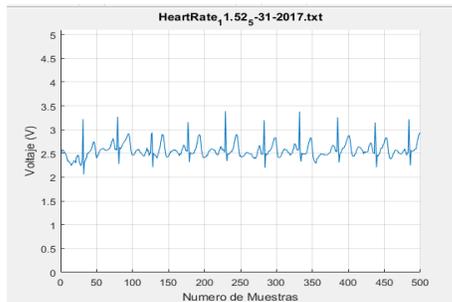


Fig. 7. Electrocardiograma del paciente visualizado en MATLAB®

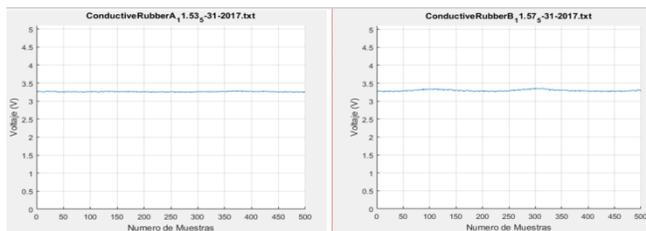


Fig. 8. Graficas obtenidas de los sensores de estiramiento, del lado izquierdo se muestra la señal del sensor inferior y a la derecha la señal del sensor superior. La diferencia entre la amplitud de ambos sensores de estiramiento es debido a que en la parte superior hay más movimiento del tórax. Visualizado en MATLAB®

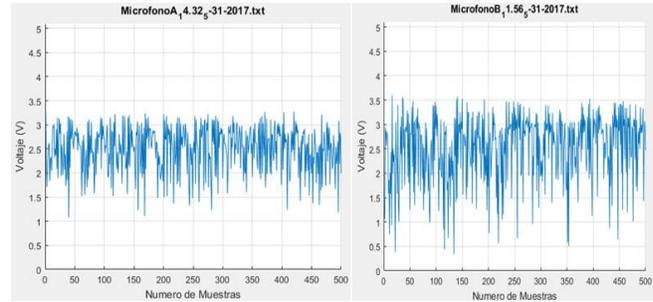


Fig. 9. Del lado izquierdo se observa la señal del micrófono ubicado del lado derecho, y la señal del lado derecho es del micrófono ubicado en el lado izquierdo del paciente; los micrófonos se encuentra en la parte posterior del paciente. Visualizado en MATLAB®

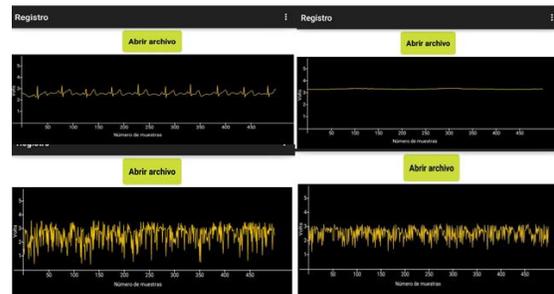


Fig. 10. Graficas de las señales mostradas desde la aplicación.

### IV. DISCUSIÓN

Al ser un prototipo tiene varias características que queremos mejorar. El material de la tela con la que está confeccionada a camisa no es el más óptimo pero tampoco es sinónimo de altas interferencias en la adquisición de datos por lo que un futuro podría ser cambiado por un material de más alta calidad. Con el diseño hecho podría ser adaptado a varias tallas para distintas edades. En cuanto a la interfaz se planea implementar alertas, agregar más campos para información del paciente, poder hacer un pre-diagnostico antes que el medico lo revise, hacer que las gráficas puedan verse simultáneamente y poder realizar la comparación de dos o más gráficas.

### V. CONCLUSIÓN

El uso de esta camisa ayuda al paciente a tener un historial sobre los parámetros fisiológicos que se están midiendo para así tener un historial sobre los ataques de asma. En el momento que los datos son tomados el paciente puede avisar a su médico personal para que actualice la plataforma donde son guardados los datos y pueda interpretar la información en su celular por medio de la aplicación.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Departamento de Enfermedades Crónicas y Promoción de la Salud. Organización Mundial de la Salud. [En línea]  
Disponibile: <http://www.who.int/respiratory/asthma/es/>
- [2] Global Initiative for Asthma. "Assessment of asthma" Global Strategy for Asthma Management and Prevention", 2017, Ch. 2, pp. 26 - 34 [En línea]  
Disponibile en: <http://ginasthma.org/gina-reports/>
- [3] National Heart, Lung and Blood Intitute. "Plan de Acción Contra el Asma", Publicado en Mayo de 2014. [En línea]  
Disponibile: [https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/public/lung/Asthma\\_ActionPlan-SP.pdf](https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/public/lung/Asthma_ActionPlan-SP.pdf)
- [4] D. Shier, J. Butler, R. Lewis, "Respiratory System" Hole's human anatomy and physiology NJ: McGrew Hill, 2004, Ch. 19, pp 771-772
- [5] Rebeck AS, Read J. Assessment and management of severe asthma. Am J Med, 1971; vol. 51, pp 788-792