



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMEDICAS Y TECNOLOGICAS
DIRECCION DE ESCUELA
COMITÉ DE INVESTIGACION Y PRODUCCION INTELECTUAL



Quien suscribe, Prof. Lisbeth Loaiza, Directora de Escuela y Prof. María Carrizales, Coordinadora del Comité de Investigación y Producción Intelectual de la Escuela, hacemos constar que una vez obtenidas las evaluaciones del tutor, jurado evaluador del trabajo en presentación, comité y jurado de la presentación oral del trabajo de grado final titulado “EVALUACIÓN FONOCARDIOGRÁFICA DE LOS RUIDOS CARDÍACOS HUMANOS, NORMALES Y PATOLÓGICOS”, cuyos autores son los bachilleres **Betancourt Gerardo C.I. V.-18.456.624 ; Bilbao Gilberly C.I. V.- 20.959.023; Caldera Johana C.I. V.-20.134.350;** presentado como requisito para obtener el título de Técnico Superior Universitario en **Tecnología Cardiopulmonar**, el mismo se considera **APROBADO.**

En Valencia, a los veinticinco días del mes de Mayo de 2012.

Prof. Lisbeth Loaiza
Directora

Prof. María Carrizales
Coordinadora



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMEDICAS Y TECNOLOGICAS
DIRECCION DE ESCUELA
COMITÉ DE INVESTIGACION Y PRODUCCION INTELECTUAL**



**EVALUACIÓN FONOCARDIOGRÁFICA DE LOS RUIDOS CARDÍACOS
HUMANOS, NORMALES Y PATOLÓGICOS**

Barbula, Mayo de 2012



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS BIOMEDICAS Y TECNOLOGICAS
DIRECCION DE ESCUELA
COMITÉ DE INVESTIGACION Y PRODUCCION INTELECTUAL**



**EVALUACIÓN FONOCARDIOGRÁFICA DE LOS RUIDOS CARDÍACOS
HUMANOS, NORMALES Y PATOLÓGICOS**

Autores:

Betancourt Gerardo C.I. V.-18.456.624

Bilbao Gilberly C.I. V.- 20.959.023

Caldera Johana C.I. V.-20.134.350

Tutor Clínico: Prof. Antonio Eblen

Tutor Metodológico. Prof. Antonio Eblen

Barbula, Mayo de 2012

Resumen

La auscultación de los sonidos cardíacos data de tiempos tan remotos como el período Hipocrático años (460 a 370 A.C) cuando Hipócrates describió los sonidos que escuchaba acercando el oído al pecho del paciente como “vinagre hirviendo”. Durante los últimos 20 años, la importancia de la auscultación ha disminuido frente al espectacular avance de otras técnicas diagnósticas de alta tecnología (ecocardiografía bidimensional asociada a Doppler pulsado, continuo y color, tomografía computarizada, imágenes nucleares, etc.). En los últimos años gracias al desarrollo de la microelectrónica ha permitido el desarrollo de un gran número de dispositivos de auscultación que ofrecen posibilidades de poder escuchar aquellos sonidos de frecuencias bajas como soplos cardiovasculares de importancia diagnóstica que se encuentran entre los 30 y los 100Hz no audibles por el oído humano, además de ofrecer la posibilidad de ser registrados y analizados espectralmente. También se ha propuesto para su empleo en Telemedicina con el fin de transmitir los sonidos registrados a distancia para realizar diagnósticos. El estetoscopio electrónico en la actualidad consiste en un micrófono de gran sensibilidad con un rango de frecuencias adaptado al de los ruidos cardíacos, la señal analógica obtenida por este dispositivo es convertida a una señal digital mediante un conversor analógico/digital de gran frecuencia de conversión (>10KHz), luego esta señal es procesada por un computador el que a través de un programa de visualización permite la presentación de las señales tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia. Todo este arreglo puede ser desarrollado a muy bajo costo, lo cual tendría alto impacto en la comunidad para poder tener acceso a esta tecnología.

Palabras Clave: Auscultación, Estetoscopio Digital, Fonocardiografía.

ABSTRACT

Auscultation of heart sounds dating back as far as the Hippocratic year period (460 to 370 BC) where Hippocrates described the sounds he heard applying his ear to the chest of the patient and reporting it as "boiling vinegar." During the past 20 years, the importance of auscultation has declined due to the spectacular advance of other high-tech diagnostic techniques (two-dimensional echocardiography, pulsed Doppler, computed axial tomography, nuclear imaging, etc.). In recent years, thanks to the development of microelectronics, it was developed a large number of auscultatory devices that offer opportunities to hear cardiac sounds and murmurs specially at low frequency (30 and 100Hz not audible to human hearing) that are of diagnostic importance, offering the option to record, analyze and display the phonocardiographic signal. This technique has been proposed for telemedicine to transmit recorded sounds for remote diagnostics. The electronic stethoscope currently consists of a microphone with a high sensitivity adapted to the frequency range of heart sounds, the analog signal obtained by this device is converted to a digital signal by an analog/digital conversion at high frequency rate ($>10\text{KHz}$), then this signal is processed by a computer which through a visualization program that allows the presentation of the signals in time domain and in the frequency. All these components can be assembled at low cost to offer the advantage of the technology to the people at accessible costs.

Keywords: Auscultation, Digital Stethoscope, Phonocardiography.

Introducción

La auscultación de los sonidos cardíacos data de tiempos tan remotos como el período Hipocrático años (460 a 370 A.C) cuando Hipócrates describió los sonidos que escuchaba acercando el oído al pecho del paciente como “vinagre hirviendo” (1).

El gran impulso de la auscultación cardíaca llegó con la invención en 1816 por parte de René Theophile Hyacinthe Laennec del estetoscopio, tomando un fajo de hojas, las enrolló de manera muy apretada y aplicó un extremo del tubo formado por las hojas al precordio, inclinándose para colocar su oreja al otro extremo del tubo, escuchando el latido del corazón con mucha mayor claridad que aplicando la oreja directamente al tórax, creando así el primer instrumento de diagnóstico empleado por los médicos (1).

Durante los últimos 20 años, la importancia de la auscultación ha disminuido frente al espectacular avance de otras técnicas diagnósticas de alta tecnología (ecocardiografía bidimensional asociada a Doppler pulsado, continuo y color, tomografía computarizada, imágenes nucleares, etc.) Sin embargo, aunque estas técnicas permiten obtener diagnósticos más confiables que la auscultación, se trata de técnicas muy costosas y de cierta complicación, no disponibles en la mayoría de los ambulatorios (1).

El primer estetoscopio eléctrico se introdujo en 1923 para ser utilizado por varios oyentes y en el año 1952 se introdujo el primer dispositivo con amplificación o atenuación (1). En los últimos años gracias al desarrollo de la microelectrónica ha permitido que en la actualidad exista un gran número de estos dispositivos que ofrecen posibilidades de poder escuchar aquellos sonidos de frecuencias bajas como soplos cardiovasculares de importancia diagnóstica que se encuentra entre los 30 y los 100HZ no audibles por el oído humano, incluyendo que pueden ser registrados mediante la visualización fonocardiográfica (1).

También se ha propuesto para su empleo en Telemedicina con el fin de transmitir los sonidos registrados a distancia para realizar diagnósticos (1).

El estetoscopio electrónico en la actualidad consiste en un micrófono de gran sensibilidad con un rango de frecuencias adaptado al de los ruidos cardíacos, la señal analógica obtenida por este dispositivo es convertida a una señal digital mediante un conversor analógico/digital de gran frecuencia de conversión, típicamente mas de 10KHz, luego esta señal es procesada por un computador el que a través de un programa de visualización permite la presentación de las señales tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia. Adicionalmente el computador es capaz de realizar cálculos adicionales para determinar la potencia espectral de la señal así como las diferentes frecuencias y sus combinaciones en la misma (1). A pesar de lo simple de los componentes de este dispositivo, su elevado costo limita el acceso de profesionales y pacientes a su uso.

Análisis de los sonidos en el dominio del tiempo y en el dominio espectral

Los diferentes sonidos pueden ser estudiados fundamentalmente de dos maneras, la primera, se grafica la amplitud o volumen del sonido (eje de las Y) versus el tiempo (eje de las X), de esta forma se visualizan de manera convencional todos los sonidos (Fig. 1). La segunda forma de estudiar los sonidos es mediante el análisis espectral o de Fourier, mediante la detección en un gráfico de las frecuencias presentes en el sonido, mediante un gráfico que posee la escala de frecuencias en el eje de las X y la potencia espectral (intensidad de la frecuencia) en el eje de las Y. Estos métodos de análisis de los sonidos se aplican igualmente a los sonidos biológicos y especialmente a los generados por el corazón (Fonocardiografía o FCG) y los pulmones.

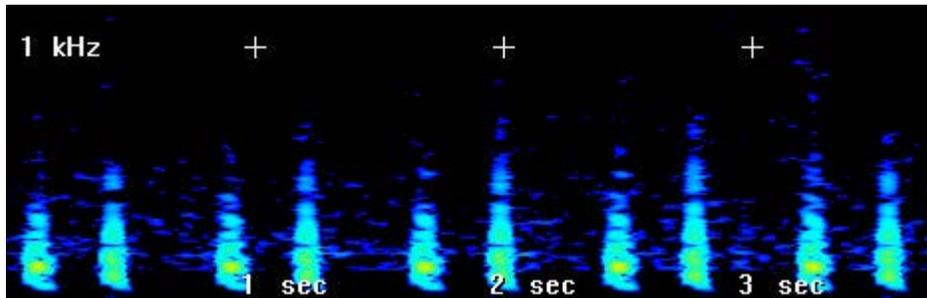


Figura 1. Imagen de Fonocardiograma sin procesar utilizando componentes de bajo costo.

Fuente: <http://bvs.per.paho.org/texcom/cd048444/lamfri.pdf>

El FCG en ciclos cardíacos independientes, comenzando cada uno de ellos en S1 y finalizando justo antes del S1. El segundo nivel consiste en la identificación de los eventos que forman el ciclo cardíaco (S1, S2, S3, S4, soplos) identificándolos correctamente y delimitando su comienzo y final. El objetivo de análisis de sonidos cardíacos asistidos es el reconocimiento entre soplos inocentes y patológicos (Fig. 2).

La técnica auscultatoria del corazón con la ayuda del ordenador mejorará espectacularmente la habilidad del médico para detectar anomalías en el momento de la auscultación. Proporcionando acceso inalámbrico a archivos de señales basados en Web, los médicos podrán hacer análisis y remitir de forma ON-LINE el paciente al especialista (2).

Focos de auscultación

Los ruidos y soplos se originan a nivel de cada una de las válvulas cardíacas y tienen su intensidad máxima en determinados puntos de la región precordial llamados focos de auscultación: a) Focos aórticos primarios y secundarios se ubican en el segundo espacio intercostal derecho y el tercer espacio intercostal izquierdo cerca del esternón; b) Foco pulmonar se ubica en el segundo espacio intercostal izquierdo; c) Foco tricúspide se ubica en 4° o 5° espacio intercostal junto al borde esternal izquierdo; d) Foco mitral en la punta del corazón. (Fig. 3).

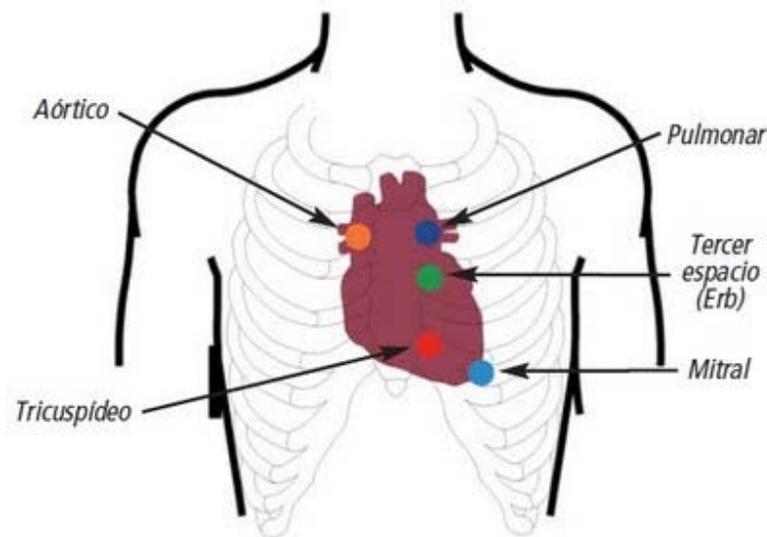


Figura 3. Focos de Auscultación Cardíaca, Fuente:

http://www.tecnosim.com.mx/productos/cardionics/producto_steth.html

El ciclo cardíaco

Se define como ciclo cardíaco la secuencia de eventos eléctricos, mecánicos y sonoros que ocurren durante un latido cardíaco completo. Estos eventos incluyen la despolarización y repolarización del miocardio, la contracción (sístole) y la relajación (diástole) de las diferentes cavidades cardíacas, el cierre y apertura de válvulas asociado y la producción de ruidos concomitantes. Todo este proceso generalmente ocurre en menos de un segundo.

Para entender mejor la función cardíaca a través de este ciclo es necesario dividirlo en fases y observar los diferentes eventos que suceden en cada una de ellas (3).

Fases del ciclo cardíaco

Al contraerse las aurículas se expulsa toda la sangre que contienen hacia los ventrículos a través de las válvulas auriculoventriculares (Mítral y Tricúspide) están abiertas, mientras que las sigmoideas (Aortica y Pulmonar) se encuentran cerradas (fase sístole auricular). Al comienzo de la contracción ventricular va aumentando la presión en el interior de los mismos, de tal forma que la presión ventricular excede la auricular y el flujo tendera a retroceder hacia estas últimas. Sin embargo esto no ocurre, pues al aumento de la presión ventricular determina el cierre de las válvulas auriculoventriculares que impedirán el flujo retrogrado de sangre. Por lo tanto todas las válvulas están cerradas (contracción ventricular isovolumétrica). La presión ventricular será mayor que la presión de los grandes vasos que salen (aorta y tronco pulmonar) de modo que las válvulas sigmoideas se abrirán y el flujo pasara de los ventrículos a la luz de estos vasos. A medida que la sangre sale de los ventrículos hacia éstos, la presión ventricular irá disminuyendo al mismo tiempo que aumenta en los grandes vasos. Esto termina igualando ambas presiones, de modo que parte del flujo no pasara, por gradiente de presión, hacia la aorta y tronco pulmonar. El ventrículo se relaja, de tal forma que este hecho, junto con la salida parcial de flujo de este mismo (ocurrido en la fase anterior), hacen que la presión en su interior descienda enormemente, pasando a ser inferior a la de los grandes vasos. Por este motivo, el flujo de sangre se vuelve retrógrado y pasa a ocupar los senos aórtico y pulmonar de las valvas sigmoideas, empujándolas y provocando que éstas se cierren (al ocupar la sangre los senos aórticos, parte del flujo pasará a las arterias coronarias, con origen en estos mismos). Esta etapa se define por tanto como el intervalo que transcurre desde el cierre de las válvulas sigmoideas y la apertura de las auriculoventriculares (3).

Es importante recordar que existen diversos determinantes de la función cardíaca que pueden alterar las fases del ciclo: la precarga, la postcarga, el inotropismo, la distensibilidad

y la frecuencia: a) La precarga depende del volumen del ventrículo al final de la diástole (VFD); b) La postcarga representa la presión aórtica en contra de la que el ventrículo debe contraerse; c) El inotropismo corresponde a la fuerza intrínseca que genera el ventrículo en cada contracción como bomba mecánica; d) La distensibilidad se refiere a la capacidad que el ventrículo tiene de expandirse y llenarse durante la diástole y e) La frecuencia cardíaca, es el número de ciclos cardíacos por unidad de tiempo(3).

El ciclo se repite unas veinte veces por minuto, pero puede incrementarse o ralentizarse según las necesidades del organismo a través del sistema nervioso(3).

Los ruidos cardíacos

Son los escuchados en la auscultación cardíaca. Normalmente son dos ruidos (1º y 2º) separados entre sí por dos silencios (pequeño y gran silencio respectivamente). En algunas ocasiones se puede percibir la existencia de un tercer ruido, y menos frecuentemente un cuarto ruido (4).

En suma, los ruidos cardíacos se deben a las vibraciones que la sangre sufre al ser movilizada en el interior de los ventrículos o del comienzo de las grandes arterias y que por su intensidad se propagan a las paredes del tórax allí el oído los capta como ruidos (4).

Primer ruido

Coincide con la iniciación del choque de la punta y corresponde al comienzo de la sístole ventricular. Es más profundo y largo que el segundo y se percibe con más claridad en los focos de la punta.

Resulta del cierre de las válvulas mitral y tricúspide y de la apertura de las aórticas y pulmonares, además del inicio de la contracción ventricular.

Normalmente la válvula mitral se cierra discretamente antes que la tricúspide, no percibiéndose ambos componentes por separado, por ser la diferencia de tiempo muy escasa. En circunstancias anormales puede aumentar esta diferencia y se perciben los dos

componentes (*desdoblamiento del primer ruido*). Otras veces el cierre se produce con más fuerza, apareciendo un ruido más nítido y puro (*refuerzo del primer tono*) (Fig. 4).

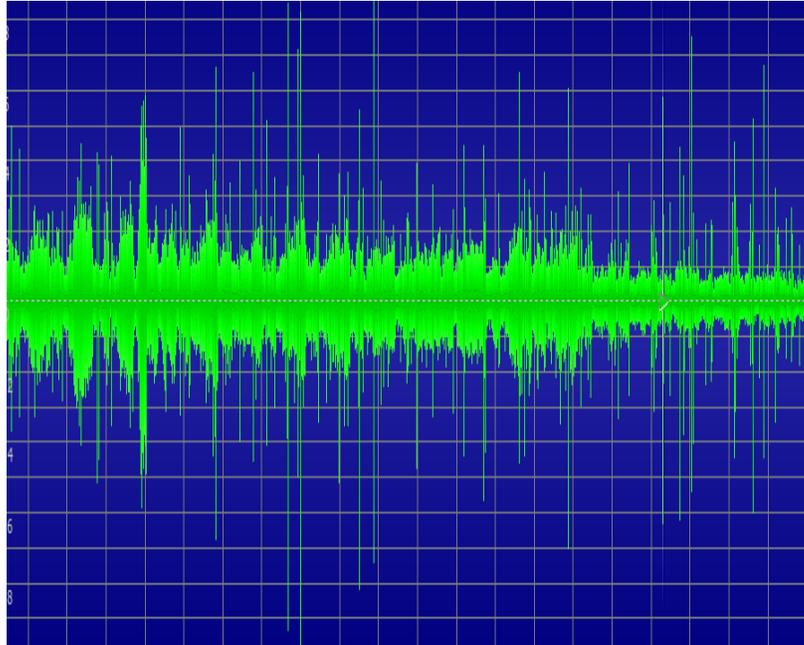


Figura 4. Espectro ampliado del primer y segundo ruido cardíaco.

Fuente: Programa GoldWave Version 5.68

Segundo Ruido

Coincide con el comienzo de la diástole ventricular y se percibe con mayor nitidez en los focos de la base cardíaca. Es el resultado del cierre de las válvulas sigmoideas o semilunares (aórtica y pulmonar), y de la apertura de las válvulas auriculoventriculares (tricúspide y mitral).

En situaciones especiales, particularmente en pacientes pediátricos, el desdoblamiento del segundo tono es frecuente y normal. En caso de estenosis mitral o tricuspídea, podemos percibir la existencia del denominado chasquido de apertura (ruido concomitante con la apertura de las válvulas auriculoventriculares que normalmente no se oyen). Tienen las mismas características que el segundo ruido y se escuchan inmediatamente a continuación del mismo (Fig. 4)

Tercer Ruido

Se escucha en algunas ocasiones, generalmente en niños, en los que no suele señalar patología. Se trata de un ruido diastólico que ocurre después del segundo tono y tiene una frecuencia muy baja. Es causado por llenado brusco del ventrículo, debido a una velocidad de flujo aumentado, un volumen de sangre aumentado. Es incompatible con insuficiencia mitral o tricuspídea (5).

Cuarto Ruido

Es mucho menos frecuente y suele tener un significado patológico. Es un ruido presistólico que se escucha antes que el primero normal y se debe a la vibración producida por la contracción auricular contra un ventrículo poco distensible. Es de frecuencia muy baja y se escucha mejor en la punta (5).

Los ruidos cardíacos normales están separados entre sí por silencios: a) Pequeño silencio: entre el primero y el segundo tono. Coincide con la sístole ventricular; b) Gran silencio: entre el segundo y el primero del ciclo siguientes. Coincide con la diástole ventricular (5).

En circunstancias anormales, estos silencios pueden estar ocupados, hablando entonces de la existencia de un soplo cardíaco (5).

Soplos sistólicos

Soplos holosistólicos: estos se generan cuando fluye sangre entre dos cavidades que tienen presiones muy diferentes durante la sístole, como sucede entre el ventrículo izquierdo y la aurícula izquierda o el ventrículo derecho. Comienza antes de la expulsión Aórtica y, en el foco de intensidad máxima se inicia con S1, y termina después de S2. Acompañan a la insuficiencia mitral o tricuspídea y a veces a la comunicación interventricular (6).

Soplos mesosistólicos: su forma característica es creciente/decreciente; aparecen cuando el corazón expulsa la sangre a través de los tractos de salida aórtico o pulmonar. Cuando las válvulas semilunares son normales, el origen del soplo es el aumento de la velocidad del flujo, la obstrucción valvular o subvalvular de alguno de los ventrículos también genera este tipo de soplo. La edad del paciente y el foco de mayor intensidad ayudan a establecer el significado de los soplos mesosistólicos (6).

Soplos protosistólicos: comienzan con el primer ruido cardíaco y terminan en la mesosístole. En las grandes comunicaciones interventriculares con hipertensión pulmonar el cortocircuito al final de la sístole es leve y se traduce en un soplo protosistólico (6).

Soplos telesistólicos: comienza tras la expulsión y no enmascara ninguno de los ruidos cardíacos. Probablemente son producidos por la disfunción de los músculos papilares a causa de un infarto o isquemia, o por su distorsión a consecuencia del ventrículo izquierdo (6).

Soplos diastólicos

Soplos protodiastólicos: comienzan con el S2 o poco después, tan pronto como la presión del ventrículo correspondiente desciende por debajo de la presión aórtica o pulmonar. El soplo diastólico de la insuficiencia aórtica aumenta cuando se eleva bruscamente la presión arterial (6).

Soplos mesodiastólicos: por lo general provienen de la válvula mitral o tricuspídea, aparecen al principio del llenado ventricular y son producidos por la desproporción entre el diámetro del orificio valvular y la velocidad del flujo (6).

Soplos presistólicos: comienzan durante el llenado ventricular que sigue a la contracción de las aurículas y por tanto aparecen en ritmo sinusal. Obedecen a estenosis auriculoventriculares y tienen la misma calidad que el retumbo mesodiastólico de llenado (6).

Materiales y métodos

La presente propuesta fue desarrollada en dos etapas la primera fue el diseño y construcción del hardware del sistema, a partir de un estetoscopio convencional de campana básico (Bokang®) se transformó en uno electrónico haciendo uso de su campana y segmento de manguera en el cual se introdujo un micrófono de condensador de manera hermética usando un tubo plástico flexible, luego se procedió a conectarlo a la computadora mediante el conector estándar de audio de 3,5 mm de diámetro y doble contacto (activo y tierra).

La segunda etapa estuvo destinada a implementar un programa de computador del tipo software libre, gratis capaz de realizar el registro analítico de las señales, denominado GoldWave versión 5.68. Este programa de código libre, ofrece amplias posibilidades que van desde el registro de la señal fonocardiográficas, su presentación en pantalla, amplificación digital, medición y cuantificación de los valores de amplitud, duración y análisis espectral, es decir determinar las frecuencias espectrales presentes en la señal así como su intensidad. Una vez grabadas las señales, es posible su almacenamiento de manera digital y su fácil envío mediante correo electrónico lo cual permite su uso en telemedicina e interconsulta digital. Tanto el software como el hardware ya han sido implementados en nuestro medio de manera eficiente para los ruidos pulmonares (7)

La propuesta de generar un dispositivo de bajo costo capaz de ofrecer todas las posibilidades antes descritas fue comprobada por los autores en el Laboratorio de Neurofisiología de la Escuela de Ciencias Biomédicas y Tecnológicas de la Universidad de Carabobo.

En la actualidad es posible adquirir por separado y a muy bajo costo cada uno de los componentes para la construcción de un estetoscopio digital, basado en un micrófono tipo condensador electrec comúnmente usado en las computadoras para conversaciones en internet (Fig. 5), conectado a una computadora convencional la cual actúa a manera de un dispositivo de registro de la señal. El computador recibe la señal a través de la conexión del micrófono que normalmente posee (Fig. 6). Esta conexión constituye la entrada a un circuito convertidor analógico/digital. En la Internet están disponibles programas de acceso libre y sin costo que realizan las funciones de adquisición, procesamiento espectral, visualización y presentación de las señales de audio que ingresan al computador (Fig. 7). Esta configuración convierte al dispositivo en un equipo de adquisición de bajo costo que permite grabar, presentar y analizar las señales fonocardiográficas a un muy reducido costo (Fig. 8). y puede ser utilizado en las funciones de la práctica profesional del día a día por el profesional para obtener resultados precisos y eficientes de los ruidos cardiopulmonares.



Figura 5. Micrófono tipo condensador y estetoscopio convencional



Figura 6. Entrada de micrófono del computador

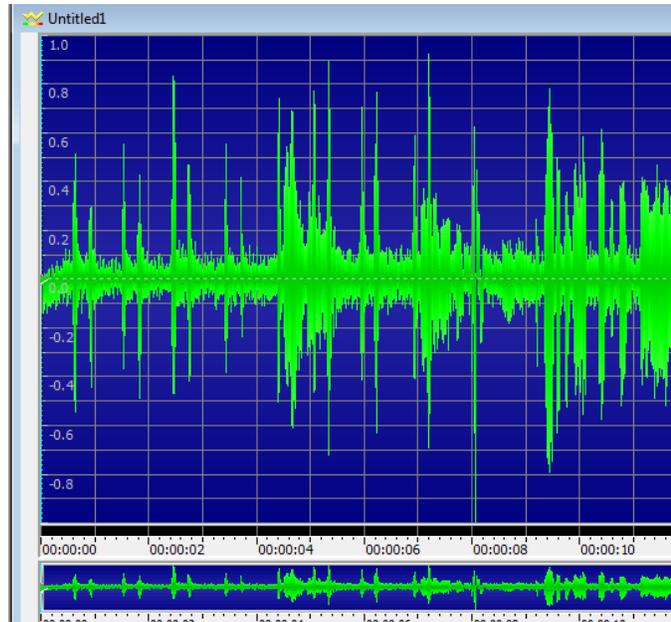


Figura 7. Programa GoldWave, Versión 5.68



Figura 8. Equipo que permite grabar, presentar y analizar las señales fonocardiográficas

Conclusiones

A pesar de lo necesario de la tecnología actual auscultatoria para el diagnóstico, ayuda y evolución del paciente cardiológico, sin embargo estas máquinas tienen un precio adquisitivo elevado que dificulta su fácil acceso e implementación por parte del personal capacitado para emplearla, es por eso que nos sentimos interesados en crear un modelo eficaz, económico y de fácil implementación que facilite la auscultación y percepción de los ruidos cardiacos y que permita pueda ser una herramienta de gran uso en nuestra área terapéutica como lo es en nuestro gremio de tecnología cardiopulmonar.

Ciertamente es necesario destacar que todos los materiales que permitieron hacer posible este dispositivo, son materiales sencillos de fácil adquisición haciendo aún más práctica su elaboración, no obstante tratándose de un implemento médico debe hacerse con total cuidado y comprobar que su utilización sea la más precisa y oportuna, tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia. Este sistema ya ha sido comprobado en nuestro medio y aplicado a los ruidos pulmonares (7) quedando por comprobar su aplicación en ruidos cardíacos.

Los registros de prueba confirman la precisión del análisis con el sistema propuesto, además del bajo costo de construcción.

El sistema propuesto demuestra ser de bajo costo por cuanto la disponibilidad de cada uno de sus componentes no supera en la actualidad los BsF. 200, a lo cual se añade el hecho que el software usado es de libre acceso en cumplimiento de las normativas que en el área informática existen en nuestro país. De igual manera se comprobó las capacidades de grabación de las señales, su análisis y medición detallada y finalmente la posibilidad de envió mediante correo electrónico y/o otras vías digitales de los archivos de los pacientes, para evidenciar las opciones de telemedicina e interconsulta digital.

Nos llena de orgullo la realización de esta investigación la cual se llevó a cabo en las instalaciones de Nuestra casa de estudio y que podamos ofrecer mayor calidad de servicio a

la comunidad aledaña para que tome inclusión la utilización de este dispositivo no solo en nuestro laboratorio sino en todos los centros de atención médica.

Recomendaciones

Se sugiere a los demás investigadores a consolidar la implementación del mismo y que se establezca una patente que oficialice su utilización.

Del mismo modo se pretende que esta invención pueda causar interés por parte de las posteriores generaciones de técnicos en Tecnología Cardiopulmonar egresados de la Universidad de Carabobo y motivarlos para que sean también creadores de otros instrumentos de exploración acorde con las exigencias que nuestra labor exige.

Finalmente recomendamos afianzar en el área de conocimiento el relevante manejo de este dispositivo así como demás equipos en el área de atención primaria y unidades de traslado, ya que es bajo costo y muy eficaz.

Bibliografía

1. Zarate, whashigton; Masias, Paul (2010) Fonocardiografía. Estado del Arte (documento en línea: http://paulmasias.files.wordpress.com/2010/10/fonocardiografia_investigacion.pdf) consulta: Marzo 2012.
2. Fuster, Valentin; Wayne, Alexander; O'Rourke, Robert (2002) Hurst El Corazon. Volume 1, Décima edición.
3. Wikipedia (2012) ciclo cardíaco. (Documento en línea: http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_card%C3%ADaco) consulta: abril 2012.
4. Cossio, Pedro; Martinez, Francisco; otros (1979) Medicina Interna. Quinta Edición.
5. Wikipedia (2012), ruidos cardíacos (Documento en línea: http://es.wikipedia.org/wiki/Ruido_card%C3%ADaco) consulta: abril 2012.
6. Fauci, Antonhy; Kasper, Dennis; Longo, Don; y otros autores (2009) Harrison Principios de Medicina Interna. Volumen 1, Décima Séptima Edición.
7. Diseño y construcción e implementación de un sistema de registro y análisis espectral de ruidos pulmonares de bajo costo y alto desempeño. López C, González A, Gianastasio O, López L. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de TSU Cardiopulmonar, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo, 2011.