

Auscultación Cardíaca y Phonocardiografía

Dra. Blanca Tovar Corona
Academia de Sistemas, Unidad Interdisciplinaria en
Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, Instituto
Politécnico Nacional, CDMX., México,
bltovar@ipn.mx

M. en C. Álvaro Anzueto Ríos
Academia de Biónica, Unidad Interdisciplinaria en
Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, Instituto
Politécnico

Nacional, CDMX, México, aanzueto@ipn.mx
Ing. Rosario Ríos Prado

Sección de Posgrado, Unidad Interdisciplinaria en
Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, Instituto
Politécnico

Nacional, CDMX, coreocrosario@ipn.mx

Boletín No. 81
1o. de mayo de 2020

Dra. Blanca Tovar Corona
Academia de Sistemas, Unidad Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, Instituto
Politécnico Nacional, CDMX., México, bltovar@ipn.mx

M. en C. Álvaro Anzueto Ríos
Academia de Biónica, Unidad Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, Instituto Po-
litécnico
Nacional, CDMX, México, aanzueto@ipn.mx

Ing. Rosario Ríos Prado
Sección de Posgrado, Unidad Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, Instituto Po-
litécnico
Nacional, CDMX, coreocrosario@ipn.mx

Abstract

The importance of cardiac auscultation skills and the roll of phonocardiography

Introducción

A más de 200 años de la invención del estetoscopio, este sigue siendo el ícono de los médicos. Paradójicamente, la habilidad para utilizarlo en el diagnóstico se ha deteriorado significativamente debido a la dependencia cada vez mayor de herramientas tecnológicas sofisticadas, las cuales no se encuentran al alcance de todos, por su alto costo y por requerir de personal especializado para su correcta interpretación. Sin embargo, hay otras técnicas no invasivas que han comprobado apoyar tanto al entrenamiento de los médicos y cardiólogos como auxiliar en el diagnóstico de problemas relacionados con anomalías que afectan el funcionamiento mecánico del corazón. Este es el caso de la fonocardiografía. Aunque el estetoscopio se utiliza para escuchar sonidos relacionados a distintos

sistemas del cuerpo y no solo en humanos, en este artículo nos referiremos al uso del estetoscopio en la auscultación cardíaca en humanos.

El estetoscopio

La palabra estetoscopio viene del griego “stethos” y “skopein”, que significan “pecho” y “explorar”, respectivamente. Su nombre se debe a que fue originalmente creado para explorar los ruidos del pecho. Fue Rene Theophile Hyacinthe Laënnec (1811-1826), un médico francés quien, a los 35 años, lo inventó al verse en la necesidad de auscultar a una joven dama de complexión corpulenta [Rene Laënnec, the man behind the stethoscope]. En aquellos días, la técnica de auscultación consistía en palpar las vibraciones colocando los dedos directamente en la parte del cuerpo que se requería; además, poniendo directamente el oído en el pecho para escuchar los sonidos generados. René consideró inapropiado llevar a cabo de esta manera la auscultación y en vez, enrolló apretadamente una hoja de papel, formando un cilindro hueco. Después, colocó un extremo del cilindro en el pecho de la dama y el otro en su oído. Para su sorpresa, los sonidos se escuchaban aún mejor que con el oído directo en el pecho. Así nació el estetoscopio en 1816.

Después de ese primer intento hubieron varias versiones del mismo Laënnec, quien lo fabricó en madera. Las versiones en madera se siguieron usando hasta mediados del siglo XIX. Con el desarrollo del hule, el estetoscopio evoluciona y se va pareciendo más al que conocemos hoy en día. Sin embargo, no ha dejado de evolucionar al existir nuevos materiales y tecnología. A principios del siglo XXI aparecen el mercado los estetoscopios electrónicos, sin embargo, 20 años después, no han logrado reemplazar a los clásicos.

Auscultación cardíaca

Esta consiste en escuchar los sonidos provocados por el funcionamiento del sistema circulatorio. Considerada un arte cuando se realiza con maestría [la auscultación del corazón, arte en vías de extinción]. Dominar la técnica depende mucha práctica, lo cual requiere de exponer al médico, residente o estudiante a muchos pacientes con diferentes anormalidades y entrenar a su oído para distinguir los sonidos. Es decir, se requiere del acompañamiento de un experto quien instruirá al practicante en la técnica. Idealmente este entrenamiento debería llevarse a cabo uno a uno, pero, dado el número de expertos, practicantes y pacientes, normalmente se hacen en grupos de 3 o 4 y a veces de hasta 8 practicantes [Cardiac Auscultation: an esencial clinical skill in decline].

Pero, ¿por qué es tan difícil aprender a identificar los sonidos cardíacos? Revisemos el origen de los sonidos producidos por el corazón. Recordando que el corazón es una estructura de 4 cámaras (dos aurículas y dos ventrículos) y 4 válvulas (dos atrio ventriculares: Tricúspide y Mitral; y dos semilunares: Aórtica y Pulmonar). Las aurículas o atrias se encargan de hacer un prellenado que, al aumentar su volumen, la presión aumenta hasta ser mayor que la presión en los ventrículos, entonces las 2 válvulas atrio ventriculares se abren para permitir el llenado de los ventrículos. Cuando estos se llenan, la presión aumenta hasta provocar que las válvulas atrio ventriculares se cierren y las 2 válvulas semilunares se abran para permitir el flujo de sangre hacia los pulmones y al resto del cuerpo. Todo este movimiento está coordinado por la actividad eléctrica que provoca contracción y dilatación del músculo cardíaco, del cual están formadas las 4 cámaras.

Cuando el corazón funciona correctamente, las válvulas cardíacas abren y cierran de manera coordinada provocando dos sonidos principales conocidos como “lub-dub” o, primer sonido cardíaco [S1], y segundo sonido cardíaco [S2]. El primero lo generan principalmente el cierre de las válvulas atrio ventriculares, Mitral [M] y Tricúspide [T]. Sin embargo, también ocurre la apertura de las válvulas semilunares. El segundo. Lo generan principalmente el cierre de las válvulas semilunares, Pulmonar [P] y Aórtica [A]; a su vez, las válvulas atrio ventriculares se abren. De tal manera que en el simple “lub” ocurren 4 eventos: cierre de M y T, apertura de P y A. Y en el “dub” ocurre lo opuesto. Todo esto ocurre en un tiempo de 0.8 segundos, en un adulto joven sano, con una frecuencia cardíaca de 75 latidos por minuto.

Cuando las válvulas cardíacas no están sanas, no cierran o no abren completamente, provocando sonidos extras debido principalmente a la turbulencia de la sangre ocasionada por un aumento en la presión. Un efecto similar a cuando presionas una manguera obstruyendo el paso del fluido a través de ella. Estos sonidos se conocen como “soplos”. Pueden ocurrir entre S1 y S2, entre S2 y S1 o todo el ciclo cardíaco, con diferentes intensidades y tonos, dependiendo de la severidad del daño valvular.

Si has intentado escuchar tu corazón o el de alguien más, sabrás que no siempre es fácil, depende de varios factores; entre ellos, qué tan buen oído tienes, la amplitud del sonido cardíaco y en dónde lo estás tratando de escuchar.

Comencemos por la que tan bueno es el oído humano en el rango de los sonidos cardíacos. Este es el primer inconveniente. Sucede que los sonidos cardíacos se encuentran principalmente en un rango de 5 Hz a 300 Hz [referencia], y nuestro rango audible está, idealmente, de 20 Hz a 20,000 Hz, pero nuestra sensibilidad no es lineal en todo el rango. La mejor sensibilidad del oído humano se encuentra entre 300 y 17,000 Hz (chechar rango y gráfica) cómo se muestra en la Figure X [referencia rango audible]. Es decir, en el rango que ocurren los sonidos cardíacos, nuestro oído es deficiente. De tal manera que se requiere de un arduo entrenamiento para educar al oído a distinguir sonidos en dicho rango. Las personas que estuvieron expuestas desde temprana edad a educación musical, tienen mayor facilidad para entrenar su oído a reconocer los sonidos.

La amplitud del sonido cardíaco varía de persona a persona dependiendo de factores anatómicos y fisiológicos. Una persona atlética y delgada, producirá un sonido más claro y fuerte que una persona no atlética y obesa. Esto se debe a que la misma masa corporal actúa como filtro de las vibraciones mecánicas que percibimos como sonido de manera externa.

El lugar en donde escuchamos los sonidos también influirá en la amplitud del sonido. Esto debido a que las vibraciones mecánicas se propagan en el tórax y dependiendo de su origen, se escuchan mejor en 4 principales áreas, llamadas áreas de auscultación como se muestra en la Figura X (figura de las 4 áreas de auscultación). Además, puede haber ruidos respiratorios, que se encuentran en el mismo rango de los sonidos cardíacos, que hacen aún más complicada la tarea. En estos casos se pide a los pacientes hacer diferentes maniobras respiratorias, como sostener la inhalación o la exhalación y ponerse en diferentes posiciones anatómicas que favorezcan la propagación del sonido al exterior de la caja torácica.

Dado el número de eventos que ocurren en tan corto tiempo, la frecuencia en la que ocurren y las limitaciones del oído humano, el arte de distinguir la causa de los soplos no es fácil de dominar.

Después de que se tiene la experiencia de distinguir los sonidos y hacer un diagnóstico acertado, viene un segundo gran problema. ¿Cómo reportar la descripción del sonido en el expediente? ¿Alguna vez has tratado de describir un sonido? Por ejemplo, los sonidos de una cascada, de un río, de un arroyo. Parecería más el trabajo de un poeta... Pero este es el problema al que se enfrentan los cardiólogos al reportar los sonidos. ¿Qué pasa en las siguientes revisiones? Los médicos deben recordar cómo se escuchaba para saber si la severidad ha aumentado o disminuido. Y, si cambian de médico, el problema es aún mayor, ya que la percepción auditiva de cada persona es diferente. Además, no existe una forma estándar de describir o representar los sonidos, existen algunas propuestas, pero no se ha llegado a un consenso [referencia libro de sonidos cardíacos]. Se da una breve descripción sobre el tono y la severidad del daño valvular, pero cada médico lo reporta a su manera y no queda un registro objetivo de la auscultación que permita comparar para dar seguimiento.

Aunado a estas dificultades, se agrega la decadencia en el dominio de la auscultación cardíaca, reportada, tanto en México como en Europa, Estados Unidos y Canadá [referencia México][Referencia Inglaterra]. Esto se debe a varias causas, entre ellas el abuso y mal uso de la ecocardiografía, que, a su vez, dependen de personal capacitado en la interpretación de los resultados, de tal manera que llega a ocurrir que el diagnóstico basado en ecocardiografía no es el correcto [].

Fonocardiografía

Esta es la técnica para registrar los sonidos cardíacos del corazón de manera no invasiva. Consiste en colocar un micrófono sobre el pecho, pre-procesar la señal, aplicando filtros y amplificadores, para después convertirla a digital. Una vez digitalizada, se pueden almacenar los sonidos, graficar y procesar para extraer características. En sus inicios, en el siglo ¿? solo era posible graficarlo [ref. de México]. Entre los años 60 y 70 del siglo pasado, se utilizó junto con otras técnicas como el cateterismo, esta técnica se llama fonomecanocardiografía y era ampliamente utilizada en clínica. Sin embargo, estas técnicas fueron reemplazadas con la llegada del ecocardiógrafo, el cual es considerado como superior al proporcionar una imagen y permitir observar las estructuras dañadas así como el flujo de la sangre, gracias al efecto Doppler. Otra de las razones por las cuales fue abandonada, es por la calidad del sonido que se obtenía al reproducir los sonidos, ya que la tecnología para adquirirla y reproducirla no era adecuada. Los médicos afirmaban que no se escuchaban igual que con el estetoscopio y por lo tanto no podrían reconocer los eventos y hacia finales del siglo XX se consideró que los días de la

fonocardiografía habían llegado a su fin [Phonocardiography, does it have a future]. Sin embargo, el desarrollo de la electrónica y los sensores trajeron ventajas en la calidad del sonido y registro de las señales, aún más, el tratamiento digital permitió el uso de técnicas de almacenamiento y procesamiento que facilitarían su graficación, reproducción y análisis, por lo que cobra fuerza, principalmente en investigación y en el entrenamiento de los médicos [It does have future].

La importancia de la fonocardiografía en la auscultación

Ahora que sabemos a lo que se enfrentan los residentes, médicos y cardiólogos podemos comprender mejor cómo la fonocardiografía puede apoyar en el proceso de auscultar, aprender a auscultar y tener registros objetivos de los sonidos.

La fonocardiografía digital permite graficar en tiempo real la señal del sonido. Esto ofrece a los médicos una retroalimentación visual que puede indicar, la parte del ciclo cardíaco en la que debe concentrarse para tomar decisiones en las maniobras que deban realizar.

Dado que los datos se almacenan de manera digital, se pueden reproducir sin límite. Esto se utiliza para entrenar el oído de los estudiantes, residentes, médicos y especialistas, de tal manera que no requiere tener al paciente para escuchar repetidamente los sonidos. Se considera que se deben escuchar alrededor de 300 veces el mismo tipo de patología en pacientes diferentes para tener la habilidad de reconocerlos, tomando en cuenta que cada daño puede ser clasificado como ligero, moderado y severo [referencia Inglaterra]. Además, si se deja de practicar, después de un año, la habilidad se pierde. Esta es una ventaja que no puede ofrecer ningún hospital, dado que no existen pacientes con todas las patologías al momento que se

Utilizando técnicas de procesamiento digital, reconocimiento de patrones e inteligencia artificial, también es posible crear algoritmos que auxilien al médico a tomar decisiones, sin embargo, son únicamente una herramienta que no sustituirá el criterio del experto. Este tema se abordará en un segundo artículo que dará continuidad a esta introducción.

Conclusiones

La correcta identificación de los complejos punta-onda lenta por medio de la CWT depende básicamente de 3 factores: tipo de wavelet madre, selección de escalas y selección de número de sub-escalas, todo esto con el compromiso de utilizar los recursos computacionales de una manera eficiente.

Referencias

1. **(2018)**. *Epilepsy, Key and facts* World health organization, *Fact sheets, 2018*. [Online]. Disponible en: <http://www.who.int/news-room/factsheets/detail/epileps>
2. Nick Kane, Jayant Acharya, Sandor Beniczky, Luis Caboclo, Simon Finnigan, Peter W Kaplan, Hiroshi Shibasaki, Ronit Pressler, an..., **(2017)**. *A revised glossary of terms most commonly used by clinical electroencephalographers and updated proposal for the report format Clinical neurophysiology practice* 2 pp. 170.
3. Acharya JN, Hani AJ, Thirumala P, Tsuchida TN. **(2016)**. *American Clinical Neurophysiology Society Guideline 3: A Proposal for Standard Montages to Be Used in Clinical EEG*. *Neurodiagn J*. 56(4):253-260
4. R. A. Saiz Diaz **(2012)**. *Epilepsia: Módulo 3. Diagnóstico Neurodidact*
5. C. A. Ramírez Fuentes **(2016)**. *Tesis de Maestría en Tecnologías Avanzadas, "Estudio de la señal EEG para la identificación de pa-trones precursores de crisis epilépticas"* Sección de Posgrado UPIITA IPN
6. Brenda Enriquez Rodríguez **(2018)**. *Identificación de epilepsia de crisis de ausencia en niños y adolescentes utilizando datos clínicos y paraclínicos* Trabajo Terminal Ingeniería en Biónica Junio 2018, UPIITA IPN