



15 y 16 de Octubre / Boca del Río

**Universidad Veracruzana**

Congreso de Investigación de AcademiaJournals.com

# **VOLUMEN VI**

## **Ciencias de la Salud**

### **(Segunda Parte)**

Copatrocinado Por



Universidad Veracruzana



Instalaciones de la USBI  
Universidad Veracruzana  
Boca del Río, Veracruz, México

*"Compartiendo el Conocimiento de mi Disciplina al Mundo"*

ISSN 1946-5351 (online)  
ISSN 1948-2353 (CD-ROM)

## Equipo ECG Ambulatorio Auxiliar el Diagnóstico de Cardiopatías

Dr. José Antonio Gutiérrez Gnechchi<sup>1</sup>, Ing. Fabián Ortega Vargas<sup>2</sup>, Dr. Víctor Hugo Olivares Peregrino<sup>3</sup> y Dr. Juan Carlos González Hernández<sup>4</sup>

**Resumen**— Uno de los factores que impacta en el tratamiento de cardiopatías es la detección temprana. En gran medida, las cardiopatías pueden ser prevenibles o susceptibles de modificarse en forma positiva con acciones preventivas específicas. Sin embargo, pocas veces se obtienen registros ECG como parte de labores de diagnóstico rutinarias. Se presenta el diseño y construcción de un equipo de electrocardiografía ambulatorio para contribuir a mejorar la calidad de diagnóstico clínico de cardiopatías, en salud pública: el ECG-ITM03. Además se intenta utilizar el equipo para recopilar datos relacionados con afecciones cardíacas de la población que no existen a la fecha en México. El ECG-ITM03 está basado en el microcontrolador MSP430F149 y utiliza una memoria SD (Secure Digital) para almacenar los datos.

**Palabras claves**—Electrocardiografía, Procesamiento de Señales, Instrumentación biomédica, Cardiopatías.

### I. INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que tienen una gran repercusión en el tratamiento de cardiopatías es la detección temprana. Las enfermedades cardiovasculares representan una de las causas más frecuentes de morbilidad y mortalidad general tanto en el mundo, como en México<sup>1</sup>. La importancia de la epidemia de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) rebasa ampliamente a la de las enfermedades infecciosas y parasitarias, y su velocidad de propagación es mayor en los países de economía emergente que en los más desarrollados. En México, las enfermedades del corazón en conjunto son la primera causa de mortalidad general; cuando se desagrupan como causa única, la más prevalente es la cardiopatía isquémica que se convierte en la segunda causa de mortalidad general, debajo de la diabetes mellitas (DM) cuya mortalidad es originada principalmente por complicaciones cardiovasculares<sup>2</sup>. El análisis de la mortalidad en 2002 destaca que la cardiopatía isquémica y la enfermedad cerebrovascular (ECV) fueron las dos primeras causas de muerte en el mundo. De igual forma se ha considerado que de los sujetos que sufren un evento agudo, entre un 15 y 30% mueren en los treinta días siguientes<sup>3</sup>. Aunado a la generalización de hábitos alimenticios con altos contenidos en grasas saturadas y grasas trans, así como el incremento del consumo de sodio, tabaco, alcohol y sedentarismo; así como otros cambios relacionados con la urbanización e industrialización han generado incremento en las ECNT en la población adulta, pero estos riesgos hoy en día no excluyen a los adolescentes y a la población infantil.

#### *Principios de Electrocardiografía*

Electrocardiografía se refiere al registro de la actividad cardíaca. Mediante la utilización de electrodos colocados de forma no-invasora en el tórax y en las extremidades del paciente es posible captar y registrar pequeñas señales de

<sup>1</sup> El Dr. José Antonio Gutiérrez Gnechchi es Profesor Investigador del Departamento De Ing. Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia. [biodsprocessing@aol.com](mailto:biodsprocessing@aol.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Ing. Fabián Ortega Vargas obtuvo el título de Ingeniero en Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia y actualmente es estudiante de posgrado en la Maestría en ciencias en Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de Morelia. [biodsprocessing@aol.com](mailto:biodsprocessing@aol.com)

<sup>3</sup> El Dr. Víctor Hugo Olivares Peregrino es Profesor del Departamento De Ing. Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia [biodsprocessing@aol.com](mailto:biodsprocessing@aol.com)

<sup>4</sup> El Dr. Juan Carlos González Hernández es Profesor Investigador del Departamento De Ing. Bioquímica del Instituto Tecnológico de Morelia. [biodsprocessing@aol.com](mailto:biodsprocessing@aol.com)

voltaje que son el resultado del origen y propagación de potenciales eléctricos a través de los músculos cardíacos. Así, se considera que el registro resultante, denominado electrocardiograma (ECG o EKG), es representativo de la fisiología cardíaca y se utiliza para diagnosticar cardiopatías<sup>4</sup>. La condición cardíaca, generalmente se refleja en la morfología del registro ECG y en la frecuencia cardíaca y el análisis detallado del registro contiene indicadores importantes acerca de la naturaleza de los padecimientos cardíacos.

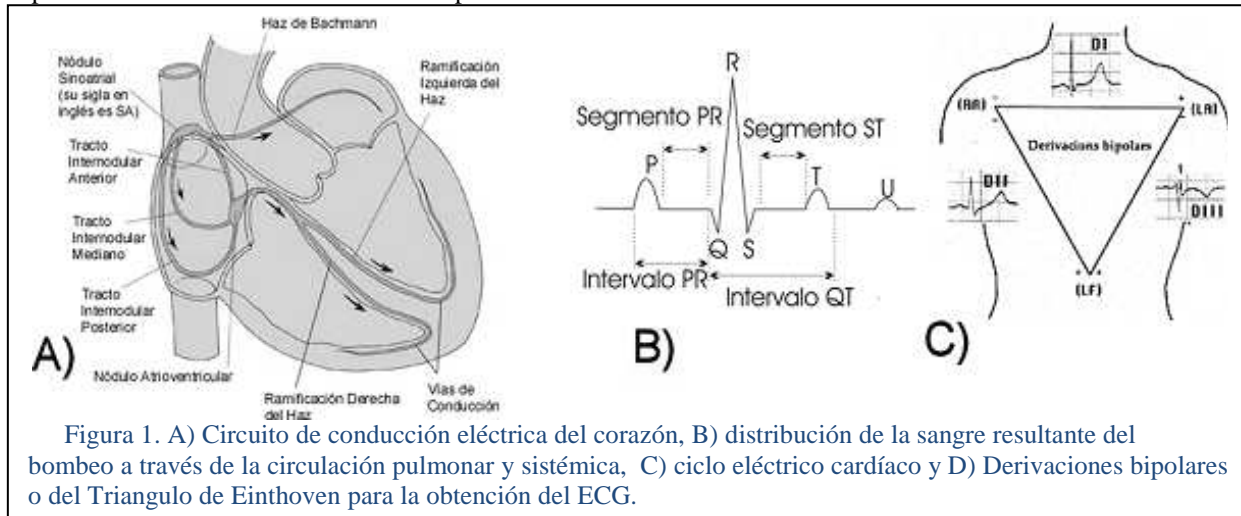


Figura 1. A) Circuito de conducción eléctrica del corazón, B) distribución de la sangre resultante del bombeo a través de la circulación pulmonar y sistémica, C) ciclo eléctrico cardíaco y D) Derivaciones bipolares o del Triángulo de Einthoven para la obtención del ECG.

En forma por demás simplificada, se puede considerar que el corazón es similar a una bomba formada por tejido muscular. La energía de bombeo del corazón proviene de un sistema integrado de conducción eléctrica (Figura 1A). El impulso eléctrico se genera en el nodo sinusal o nodo SA, que es una pequeña zona de tejido especializado, localizada en la aurícula derecha del corazón. El ritmo cardíaco que se origina en el nódulo SA se llama ritmo sinusal (Figura 1B) y ocurren de 60 a 100 veces por minuto. La transmisión del impulso eléctrico a través de las células miocárdicas da lugar a las diferentes ondas que aparecen en el ECG:

**Onda P.** En condiciones normales es la primera marca reconocible en el ECG. Representa la despolarización de ambas aurículas. Duración menor de 100ms y su voltaje no excede los 2.5mV.

**Intervalo PR.** Período de inactividad eléctrica correspondiente al retraso fisiológico que sufre el estímulo en el nódulo atrio-ventricular. Su duración debe estar comprendida entre los 120 y los 200 ms.

**Complejo QRS.** Representa la despolarización de ambos ventrículos. Su duración debe estar comprendida entre los 80 y 100 ms.

**Segmento ST.** Desde el final del QRS hasta el inicio de la onda T.

**Onda T.** Corresponde a la repolarización ventricular, apareciendo al final del segmento ST.

**Intervalo QT.** Comprende desde el inicio del QRS hasta el final de la onda T y representa la despolarización y repolarización ventricular. Su duración estará comprendida entre los 320 y 400 ms.

**Onda U.** Esta perturbación raramente aparece y se cree que es debida a la repolarización lenta de los músculos papilares.

El ECG estándar se compone de 12 trazos o derivaciones. Cada derivación registra las diferencias de potencial eléctrico que existen en varias zonas de la superficie corporal. Cada trazo o derivación representa el mismo evento cardíaco, pero desde diferentes puntos de la superficie o planos de proyección. Las derivaciones que registran las diferencias de potencial entre dos puntos se llaman Bipolares. En el ECG común existen tres derivaciones Bipolares, o derivaciones estándar, llamadas DI, DII y DIII, registran respectivamente, las diferencias de potencial que existen entre el brazo izquierdo y el brazo derecho (DI), entre pierna izquierda y brazo derecho (DII), y entre pierna izquierda y brazo izquierdo (DIII) (Figura 1C).

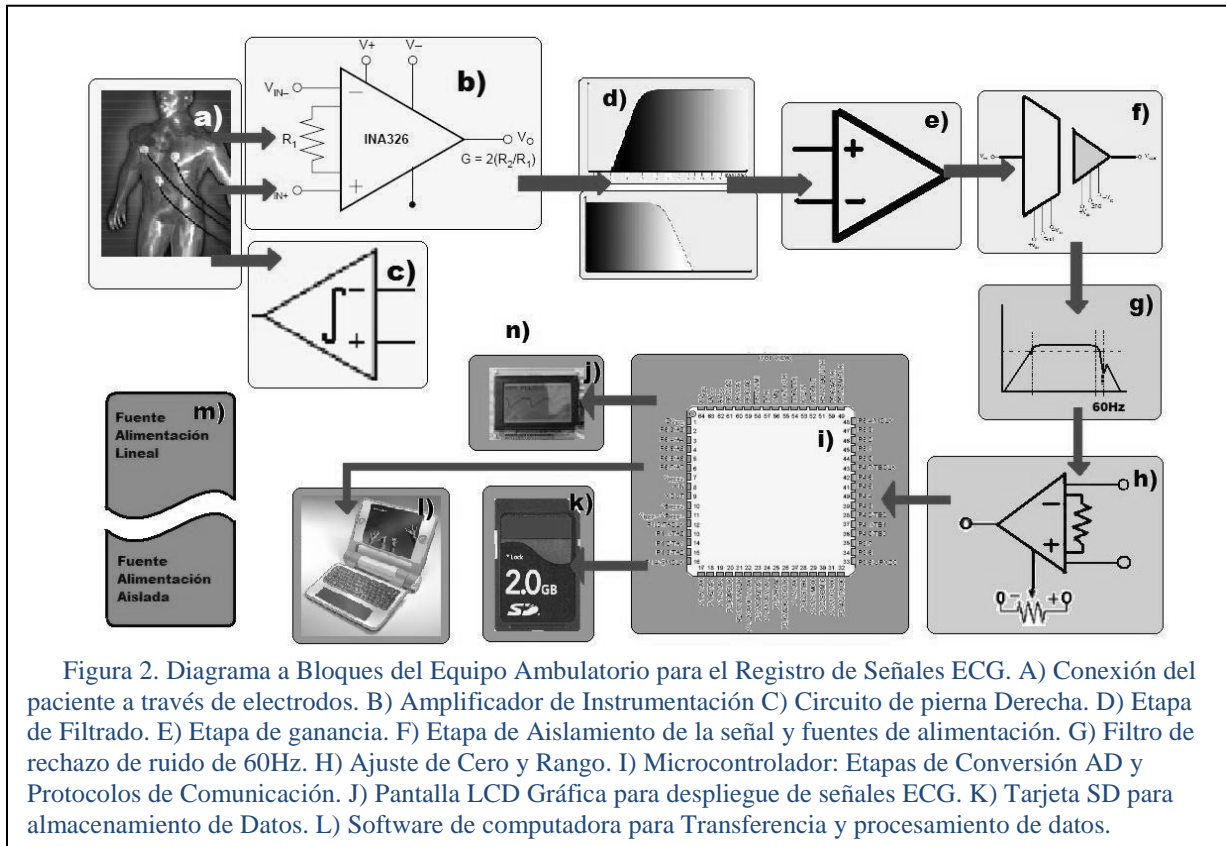
El ECG normal consiste en una serie repetida de ondas P, Q, R, S y T que tienen características definidas en cuanto a sus dimensiones y que se presentan a una frecuencia regular determinada. Cuando estas

condiciones prevalecen, se puede deducir que no hay anomalías en la actividad eléctrica del corazón y que éste se encuentra en Ritmo Sinusal Normal. Cuando la frecuencia, el ritmo, o el contorno de las ondas individuales no son normales, el trastorno se conoce como Arritmia. En sentido estricto, el término arritmia indica la ausencia de ritmo normal y podría restringirse para este solo tipo. Sin embargo en la práctica, el término arritmia se emplea colectivamente para describir toda clase de anomalías de los latidos del corazón, inclusive trastornos de la frecuencia, del ritmo y de la conducción<sup>5, 6, 7, 8</sup>.

La gran importancia que el registro e interpretación de señales ECG tienen para diagnóstico propicia que continuamente se reporten esfuerzos científicos y tecnológicos para facilitar la obtención, y mejorar la calidad de la información ECG. Existen numerosas soluciones comerciales para adquisición y análisis de datos. Sin embargo existe la creciente necesidad ajustar las características de software y hardware de acuerdo a las necesidades del usuario local para aplicaciones específicas<sup>9</sup>, como número de canales del sistema de adquisición de datos, ancho de banda de operación, configuraciones de los amplificadores, y otros aspectos. El desarrollo del software específico de acuerdo a las necesidades también es otra característica importante, considerando la independencia de programas comerciales (Matlab, Maple, Mathcad) para producir un sistema libre de regalías que pueda ser distribuido libremente como parte de un esfuerzo de cooperación y aplicación directa en el entorno. En este proyecto se propone el desarrollo e implementación de un sistema portátil, para adquisición de datos y análisis de señales ECG, de operación intuitiva para ayudar en las labores de diagnóstico rutinarias en salud pública regional. El trabajo que se presenta en este documento pretende contribuir a mejorar la calidad de diagnóstico clínico de cardiopatías, en salud pública e involucra la construcción de un prototipo para mediciones ECG que permitan la obtención de datos y, más tarde, la implementación de algoritmos de reconocimiento y clasificación de arritmias. La construcción del prototipo permitirá la proyección de los esfuerzos de investigación y desarrollo del Departamento de Ingeniería Electrónica del IT Morelia en el entorno. El proyecto también representa una oportunidad única para desarrollar técnicas de procesamiento de señales, hardware y software específicos para las necesidades del entorno.

## II. DISEÑO DEL EQUIPO ECG AMBULATORIO

El diseño de un sistema de adquisición de señales que esté enfocado al registro de la señal ECG, debe tener las características necesarias para captar las propiedades de la señal ECG (Figura 2).



Las etapas que se integran en un sistema de adquisición de señales como un equipo de registro de señales ECG son:

- A) *Acondicionamiento de la señal.* Se hace uso de amplificador de instrumentación. Etapa de filtrado y ganancia, así como un circuito de ajuste cero y rango (zero and span) (Figura 1A-1H).
- B) *Procesamiento Digital de la señal.* Para poder almacenar e implementar algoritmos en la señal ECG, es necesario el uso de un módulo de conversión analógico a digital (A/D), el uso de memoria para el almacenamiento de los datos convertidos y protocolos de comunicación para la transmisión de datos a medios de despliegue gráfico, como lo es una pantalla LCD gráfica o un software de computadora que permita visualizar la señal en el monitor.
- C) *Aislamiento Eléctrico.* El aislamiento eléctrico provee seguridad en el paciente, cuando el paciente está conectado al equipo ECG y el equipo ECG está conectado a la computadora y/o a la fuente de alimentación externa.
- D) *Fuente de Energía.* Esta etapa provee la energía necesaria a todo el equipo. Dentro de sus características principales debe ser una fuente aislada para evitar alguna corriente de fuga desde la línea. La energía que provee debe tener el menor ruido de regulación posible para evitar interferencias con la adquisición de la señal ECG.

#### *Pruebas de seguridad (corriente de fuga)*

Antes de utilizar el equipo en pacientes, se obtuvieron mediciones de corriente de fuga bajo consideraciones de falla sencilla en forma similar para otros sistemas de instrumentación biomédica como se describe en otros documentos<sup>10,11,12</sup>. Se consideró que el equipo es seguro si cumple al menos con las mínimas especificaciones de la norma NFPA 99 para corrientes de fuga:

- A.- Paciente a Tierra (aislado):  $\leq 10\mu\text{A}$  (GND intacta)  
 B.- Paciente a Tierra (aislado):  $\leq 50\mu\text{A}$  (GND abierto)



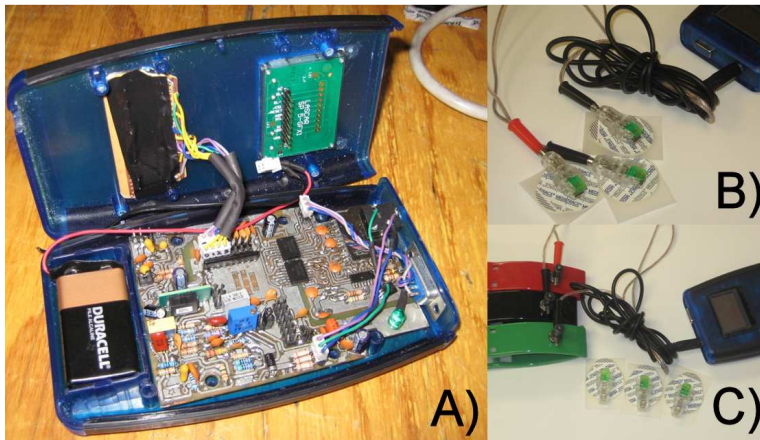


Figura 3. A) Tarjeta Electrónica del equipo ambulatorio para el registro de señales ECG. Integra todas las etapas del sistema: Acondicionamiento de Señal, Procesamiento Digital, Aislamiento Eléctrico y Etapa de Alimentación de Circuitos. B) Cable de electrodos con adaptadores conectores tipo broche modelo A34 Multi-clip de la marca AMC para sujeción de electrodos desechables. C) Cable de electrodos con electrodos tipo pinza con entrada ajustable.

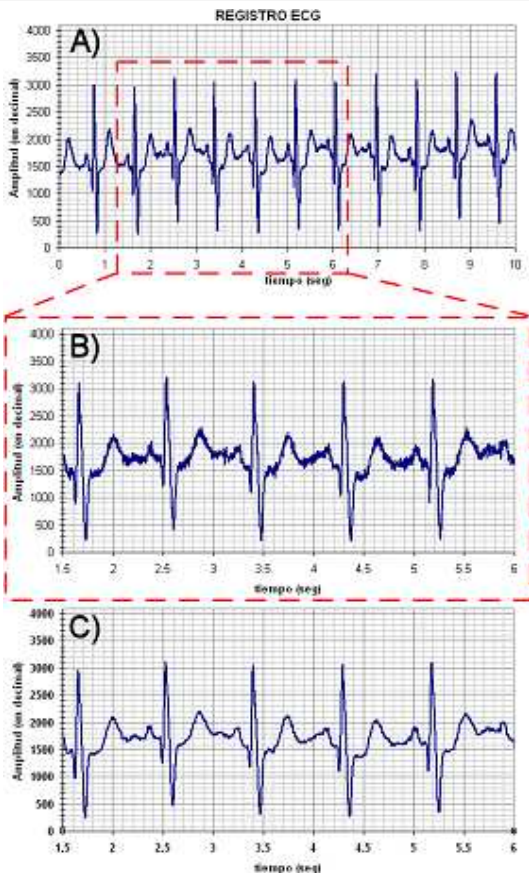


Figura 4. Datos exportados a una hoja de cálculo correspondientes a A) 10 segundos de registro ECG, B) acercamiento de la señal y C) señal después de aplicación de filtro digital pasa bajas.

permiten la aplicación de filtros digitales a la señal para mejorar la calidad de la señal. Por ejemplo, un filtro digital IIR,  $G(z)$ , dado por (1):

- C.- Entre Terminales (aislado):  $\leq 10\mu\text{A}$  (GND intacta)
- D.- Entre Terminales (aislado):  $\leq 50\mu\text{A}$  (GND abierto)
- E.- Entre Terminales (no-aislado):  $\leq 50\mu\text{A}$  (GND intacta o abierto).

El equipo se conectó para operar con el adaptador de AC/DC. La máxima corriente de fuga entre terminales fue de  $2.1\mu\text{A}$  entre el electrodo de referencia y el electrodo negativo para tierra abierta. La máxima corriente de fuga entre terminales y la línea fue de  $5.6\mu\text{A}$  entre el electrodo de referencia y la fase para tierra abierta. Los valores máximos de corriente de fuga están dentro del rango establecido por la norma y por lo tanto se consideró seguro para el paciente. La Figura 3 muestra el ensamble del equipo construido.

### III. PRUEBAS Y RESULTADOS

La Figura 4A muestra un extracto de registro durante 10 segundos exportado a una hoja de cálculo, correspondiente a un paciente con posible defecto en el sistema de conducción entre las aurículas y los ventrículos. Un acercamiento al registro de 1.5 a 6 segundos, muestra el nivel de detalle que se puede obtener de la señal medida (Fig. 4B). La resolución y el periodo de muestreo

$$G(z) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}{1 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}} = \frac{a_0 z^2 + a_1 z + a_2}{z^2 + b_1 z + b_2} \quad (1)$$

cuya descripción en variable de estado se implementa en línea (2):

$$\begin{bmatrix} x_1(k+1) \\ x_2(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -b_1 & -b_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} e(k) \quad (2)$$

$$u(k) = \begin{bmatrix} a_1 & a_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix}$$

donde k representa la k<sup>ésima</sup> muestra, a0, a1, b1 y b2 son los coeficientes del filtro, e(k) es la señal muestreada y u(k) es la salida filtrada. Entonces, la frecuencia de corte del filtro se selecciona mediante la elección de los coeficientes a0, a1, b1 y b2 almacenados en la memoria del microcontrolador. La Fig. 4C muestra el resultado después de aplicar el filtro con frecuencia de corte de 200Hz.

#### IV. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este trabajo se muestra el diseño y construcción de un equipo ambulatorio para medir señales de electrocardiografía. Las características generales del equipo son:

- 1) Consumo de corriente de (máximo) 40mA.
- 2) Aislamiento de voltaje de alimentación de 4kV.
- 3) Aislamiento de interfaz de comunicación de 4kV.
- 4) Pantalla grafica para despliegue de resultados.
- 5) Comunicación RS232 (USB con adaptador) para transferencia de datos
- 6) Filtrado de Ancho de banda de 0.05Hz a 150Hz
- 7) Ganancia de amplificación base de 1000.
- 8) Ganancia de amplificación variable hasta 2000
- 9) Frecuencia de muestreo de la señal de 512 muestras por segundo.
- 10) Cable de Electrodo propio con adaptadores para uso con electrodos desechables y electrodos de pinza

El diseño del equipo considera la seguridad del paciente como un factor primordial y se asegura mediante 3 secciones importantes: aislamiento en la sección analógica, conexión con computadora y alimentación.

El equipo incluye una interfase JTAG para reprogramación del equipo, de tal forma que otros algoritmos de procesamiento de señales pueden ser incluidos en el futuro. El siguiente conjunto de algoritmos a implementar incluye filtros digitales adicionales y un algoritmo de compresión Wavelet para incrementar el tiempo de utilización continua. El trabajo actual y futuro incluye formalizar el protocolo de pruebas y validación, ante la comisión de ética e investigación, de CECYPE, realizar un programa extensivo de validación con la participación de la Secretaría de Salud del Estado de Michoacán.

#### V. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento de la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST) para la realización de este trabajo.

#### VI. REFERENCIAS

- <sup>1</sup>Velázquez Monroy O., F. S. Barinagarrementería Aldatz, A. F. Rubio Guerra, J. Verdejo, M. A. Méndez Bello, R. Violante, A. Pavía, R. Alvarado-Ruiz, A. Lara Esqueda A. "Morbilidad y mortalidad de la enfermedad isquémica corazón y cerebrovascular en México", Archivos de Cardiología de México. Vol. 77, No. 1, pp. 31-39, Enero-Marzo 2007.

<sup>2</sup>Boletín de Epidemiología No. 23-49, Vol. 18, 2001, ISSN14051405-2636.

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Estadísticas del Sector Salud y Seguridad Social. Cuaderno Número 19, Edición 2002. pp. 50-51. México, D.F., 2003.

<sup>4</sup>R. Acharya, P.S. Bhat, S.S. Iyengar, A. Roo, S. Dua, Classification of heart rate data using artificial neural network and fuzzy equivalence relation, J. Pattern Recognition Soc. 2002.

<sup>5</sup>Shapiro M, Martínez Sánchez J. Arritmias Cardíacas. Introducción a su tratamiento. Librería de medicina Francisco Méndez Oteo. 2a. Edición.

<sup>6</sup>Meltzer L.E, Pinneo R, Kitchell J.R. Cuidados Intensivos Para el Paciente Coronario. Ed. La prensa Mexicana S.A. 2a. Edición. México.

<sup>7</sup>Fajuri A. "Evaluación Clínica del paciente con Arritmia y Clasificación de las Arritmias". Ed Mediterráneo. 3ª edición . Chile. 2000

<sup>8</sup>Guyton A. C.. Tratado de Fisiología Médica. 7ª. Edición. Ed. Interamericana – Mc Graw-Hill.

<sup>9</sup>Purdon P., Millan H., Fuller P, and Bonmassar G. "An open source hardware and software system for acquisition and real-time processing of electrophysiology during high field MRI". Journal of Neuroscience Methods. Vol. 175, pp. 165-186. 2008.

<sup>10</sup> Gutiérrez Gnechi, J. A., L. R. Soriano Lara, J. C. Herrera Garcia, "Design and Construction of an EEG Data Acquisition System for Measurement of Auditory Evoked Potentials". Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference, 2008. CERMA 08, pp.547-552, Sep 30-Oct 3 2008

<sup>11</sup> Gutierrez Gnechi, J.A., J. C. Herrera Garcia, J. de D. Ortiz Alvarado, J. "Auxiliary Neurofeedback System for Diagnostic of Attention Deficit Hyperactivity Disorder". Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference, 2007. CERMA 07. Sept 25-28 2007. pp. 135-138.

<sup>12</sup> Esquivel Gordillo C. F., G. M. Chávez Campos, R. Doñán Ramírez, J. A. Gutiérrez Gnechi. "Sistema Adaptativo de Adquisición de Datos para Señales Biomédicas". IEEE Décima Reunión de Otoño de Potencia, Electrónica y Computación. 3-5 de Diciembre del 2008. Morelia, Michoacán.

El **Dr. José Antonio Gutiérrez Gnechi** obtuvo el título de Ingeniero Industrial en Electrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Obtuvo los títulos de Maestría en Ciencias en Instrumentación y Ciencia Analítica y Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la Universidad de Manchester, Inglaterra. Ha participado en proyectos de investigación y desarrollo en el área de Instrumentación y Control desde 1989. Es Coordinador del Cuerpo Académico de Procesamiento de Señales, y es Investigador Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores. Actualmente se dedica al desarrollo de sistemas de instrumentación de acuerdo a las prioridades del estado de Michoacán en Instrumentación Biomédica e instrumentación para el Desarrollo sustentable.

El Ing. **Fabian Ortega Vargas** obtuvo el Título de Ingeniero en Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia. Actualmente es estudiante de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de Morelia, en la especialidad de Ing. Biomédica. Su trabajo de tesis se refiere al diseño de sistemas de instrumentación aplicada a la medición y análisis biopotenciales.

El **Dr. Víctor Hugo Olivares Peregrino** obtuvo el Título de Ingeniero Industrial en Electrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Obtuvo los Títulos de Maestría y Doctorado en CENIDET. Se especializa en electrónica de potencia, y sistemas de alimentación de bajo consumo de energía. Es miembro del cuerpo académico de procesamiento de Señales y Candidato a investigador del Sistema Nacional de Investigadores. Actualmente funge además como Coordinador de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia.

El **Dr. Juan Carlos González Hernández** Profesor e Investigador del Instituto Tecnológico de Morelia; Ing. Bioquímico egresado del Instituto Tecnológico de Morelia, M. en C., del posgrado de Biología Experimental del Instituto Químico-Biológicas de la UMSNH; Doctor en Ciencias del Posgrado en Ciencias-Biomédicas de la UNAM; realizó una estancia posdoctoral en el Instituto Superior de Agronomía-UTL de Lisboa, Portugal. Cuenta con publicaciones Internacionales y Nacionales, asistencia a congresos Nacionales e Internacionales y es miembro actual del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1.



## Medición de Potenciales Evocados Auditivos del Tallo Cerebral para Detección de Hipoacusia

Dr. José Antonio Gutiérrez Gneccchi<sup>1</sup>, Ing. Ruth Doñán Ramírez<sup>2</sup>, Dr. Víctor Hugo Olivares Peregrino<sup>3</sup> y Dr. Juan Carlos González Hernández<sup>4</sup>

**Resumen**— Hipoacusia se refiere al nivel de reducción o pérdida de la habilidad auditiva. En particular para neonatos, es importante determinar si existe alguna discapacidad auditiva durante los primeros 3 a 6 meses de vida extrauterina pero, regularmente, no se realizan pruebas de hipoacusia en recién nacidos por falta de disponibilidad de equipo de diagnóstico dedicado. En este trabajo se presenta el diseño y construcción de un sistema EEG portátil para medición de potenciales evocados auditivos del tallo cerebral, auxiliar en el diagnóstico de hipoacusia. Se realizó un estudio clínico preliminar con 10 pacientes considerados sanos, con edades entre los 24 y 27 años. Los resultados sugieren que es posible utilizar al equipo, como auxiliar en la detección de hipoacusia.

**Palabras claves**— Hipoacusia. Electroencefalografía, Procesamiento de Señales,

### I. INTRODUCCIÓN

La pérdida auditiva es cualquier tipo de alteración auditiva: permanente, temporal, fluctuante, progresiva, gradual, bilateral, unilateral, conductiva, neurosensorial, mixta o central. La hipoacusia es un desorden que puede afectar a niños y adultos, disminuyendo la capacidad para escuchar y entender el lenguaje hablado. A su vez, este desorden provoca que las bases para construir el lenguaje, los aprendizajes y la comunicación se desestabilicen ocurriendo entonces retardos que pueden ser ligeros o muy marcados dependiendo del grado de pérdida auditiva, del momento en que la hipoacusia se descubra y de su persistencia a través del tiempo. El proceso de audición es complejo y se da desde la gestación; desde las 20 semanas de embarazo la cóclea está madura y se generan respuestas a la estimulación auditiva en el útero<sup>1</sup>. La maduración auditiva coincide con el desarrollo del lenguaje y es parte fundamental en el proceso de audición, ya que sin audición difícilmente se desarrolla el lenguaje oral. Un ejemplo típico de patología que se puede beneficiar mediante un diagnóstico precoz es la hipoacusia en neonatos. La hipoacusia tiene una fase inicial oculta o sintomática; los niños sordos pueden comportarse como si no lo fueran hasta los 18 meses o más, e incluso pueden desarrollar vocabulario reflejo, lo que hace que en ausencia de pruebas de detección, se diagnostique tarde, cuando ya se ha superado la edad crucial de desarrollo del sistema nervioso que permite la adquisición del lenguaje.

En particular para México, Rodríguez-Díaz et al<sup>2</sup> presenta un estudio realizado en 16 estados de la República Mexicana, donde se considera que en Michoacán existe hasta un 23.90% de incidencia de hipoacusia en comunidades rurales. Considerando la tasa de nacimiento por año, y asumiendo un valor conservador de incidencia de hipoacusia de 3/1000 en neonatos, para el estado de Michoacán, durante el periodo 2001 a 2007<sup>3</sup>, la utilización de un equipo para detección de hipoacusia podría beneficiar potencialmente a 350 recién nacidos por año sólo en el

<sup>1</sup> El Dr. José Antonio Gutiérrez Gneccchi es Profesor Investigador del Departamento De Ing. Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia. biodsprocessing@aol.com (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Ing. Ruth Doñán Ramírez es estudiante de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia. biodsprocessing@aol.com

<sup>3</sup> El Dr. Víctor Hugo Olivares Peregrino es Profesor del Departamento De Ing. Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia biodsprocessing@aol.com

<sup>4</sup> El Dr. Juan Carlos González Hernández es Profesor Investigador del Departamento De Ing. Bioquímica del Instituto Tecnológico de Morelia. biodsprocessing@aol.com

estado de Michoacán.

Existen varios métodos para la detección de hipoacusia. Dependiendo de la patología se utilizan la audiometría, impedanciometría, cámaras sonoamortiguadas, observaciones del paciente y emisiones otoacústicas. Otro método consiste en medir la actividad cerebral del paciente, debida a estímulos externos conocidos como potenciales evocados auditivos del tallo cerebral. El análisis de potenciales evocados relacionados con eventos o estímulos externos permite la investigación de tipos específicos de procesamiento de información por el cerebro. La utilización de equipo EEG (Electroencefalografía) con análisis de potenciales evocados puede proveer una solución económica, para el análisis de la actividad cerebral en función de estímulos auditivos, en pacientes que por su corta edad no pueden proveer de retroalimentación al médico.

#### *El papel de la medición de señales evocadas EEG en diagnóstico clínico.*

Desde la perspectiva del procesamiento de señales, probablemente el cerebro humano es la máquina de procesamiento de señales más compleja y fascinante que existe. Recientemente científicos e ingenieros han dedicado un gran esfuerzo de investigación para el desarrollo de métodos y algoritmos para lograr la conexión (interfase) directa entre el cerebro y la máquina (BMI: Brain Machine Interface)<sup>4</sup>. Aún cuando la carrera comercial indica que una gran parte del esfuerzo de investigación será dedicado a lograr la interfase hombre-máquina, el desarrollo de equipos de electroencefalografía para diagnóstico médico sigue ocupando un lugar importante en labores de investigación y desarrollo. Continuamente se reportan y registran equipos para medición de potenciales evocados<sup>5,6,7,8</sup>, mejoras a equipos anteriores<sup>9</sup>, arreglos de electrodos<sup>10</sup> y métodos de análisis de resultados de la utilización de la medición de potenciales evocados para la determinación de actividad cerebral<sup>11</sup>. Entre las razones más importantes para continuar el desarrollo del estudio de los potenciales evocados está la naturaleza no-invasora de la prueba: mediante la colocación de electrodos en la piel del cráneo se pueden obtener señales relacionadas con la actividad cerebral.

#### *Potenciales evocados auditivos de tallo cerebral (PEATC).*

Los PEATC se utilizan en la identificación de anomalías neurológicas en el VIII nervio craneal y tallo cerebral<sup>12</sup> y en la estimación de la sensibilidad auditiva basada en la presencia de una respuesta a varios niveles de intensidad. Aunque los PEATC son una prueba de la función neuronal y no una prueba de audición, es posible utilizarlos para hacer inferencias acerca de la sensibilidad auditiva. Además de su poder diagnóstico, una de las ventajas más importantes de los estudios PEATC, es que se consideran pruebas clínicas “objetivas”, dado que esta prueba no requiere la participación consciente del sujeto. Sin embargo la objetividad vuelve a perderse, en cierta medida, al momento de la interpretación por parte del especialista. Contar con un método automático de identificación del PEATC, puede mejorar la objetividad y repetibilidad de este tipo de estudios.

#### *Fundamento Electrofísico de los potenciales provocados auditivos*

El fundamento electrofísico en los PEA (Potenciales Provocados Auditivos, PPA, o Potenciales Evocados Auditivos, PEA, o Potenciales Evocados Auditivos del Tallo Cerebral, PEATC) consiste en que un estímulo breve presentado en el oído genera una respuesta secuencial de impulsos nerviosos bien organizados en un gran número de fibras. Las respuestas son generadas inicialmente por la vuelta basal de la cóclea, y esta descarga origina la respuesta secuencial de las sinapsis en la vía auditiva. Así, estas estructuras serán las responsables de la generación de varios componentes constantes que constituyen los PEA. Actualmente se conocen más de 20 componentes y estos han sido clasificados e identificados a través de su latencia, la cual indica el tiempo de aparición de los mismos después del estímulo. Los componentes obtenidos de los PEA y sus respectivas latencias ofrecen la información de la capacidad funcional del sistema nervioso central a través de la vía auditiva.

Los PEA pueden presentar variaciones en su latencia y morfología así como en sus intervalos inter-latencia por factores patológicos y no patológicos. La identificación correcta de los componentes es crucial para una adecuada interpretación y correlación diagnosticada en las lesiones auditivas y neurológicas detectadas en los PEA<sup>13</sup>.

Los PEATC se dividen en tres categorías: de corta latencia, también conocidos como potenciales de tallo cerebral, de media latencia y de latencia larga (Figura 1). Las amplitudes de los tres grupos son crecientes; el grupo de componentes correspondientes al potencial de latencia larga presentan una enorme variabilidad entre sujetos, por lo que su explotación clínica no es muy amplia. Por el contrario, los potenciales de corta latencia son potenciales de muy poca amplitud, pero más consistentes en un mismo sujeto y en una población homogénea. Además, los potenciales de tallo cerebral se pueden correlacionar, componente por componente, con las diferentes estructuras que

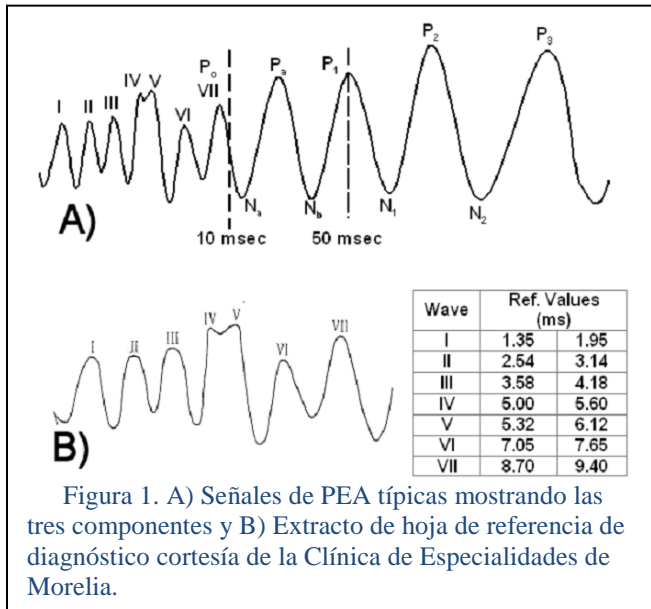


Figura 1. A) Señales de PEA típicas mostrando las tres componentes y B) Extracto de hoja de referencia de diagnóstico cortesía de la Clínica de Especialidades de Morelia.

intervienen en la primera etapa de transducción e integración de la respuesta auditiva.

Los Potenciales Evocados Auditivos no son una prueba auditiva *per se*. Los PEATC constituyen una medición de las descargas sincronizadas del nervio a lo largo del pasaje auditivo en respuesta a un estímulo auditivo. Esencialmente no están afectados por el estado de conciencia y las respuestas pueden obtenerse en o cercanas al umbral auditivo. Esta señal se encuentra sumergida en la actividad eléctrica espontánea cerebral y otros cambios eléctricos no provenientes del cerebro, como son las contracciones musculares, la respiración, la transpiración y los movimientos oculares, que son consideradas para este fin como ruido.

Debido a que se trata de una prueba objetiva, la importancia de la detección de los potenciales evocados auditivos está reconocida en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SSA2-2002<sup>14</sup> que

especifica su utilización los casos con riesgo de hipoacusia/sordera congénita. La Norma NOM-034, indica en el apartado 6.20.2 que los casos de riesgo deben ser canalizados a unidades con servicios especializados de audiología, para valoración audiológica especializada por medio de emisiones otoacústicas y/o potenciales provocados del tallo cerebral, antes de completar el primer trimestre de vida extrauterina. Sin embargo, la falta de disponibilidad de los equipos en centros de atención de salud pública contribuye a la escasa labor de diagnóstico de afecciones del oído justo después del nacimiento. Es por ello que la disponibilidad de un equipo para detección temprana de hipoacusia (en los primeros tres meses de vida) puede contribuir a la implementación de un programa de estimulación temprana, prótesis auditivas o cirugías, para evitar la pérdida del sentido del oído y por lo tanto reducir la necesidad por implantes cocleares más tarde. Los beneficios incluyen a los familiares del paciente, donde se espera reducir el estrés emocional y económico que implica el tener un familiar con sordera profunda. En este trabajo se presenta el diseño, construcción y pruebas de funcionamiento de un equipo EEG, auxiliar en la detección temprana de hipoacusia para contribuir a mejorar la calidad de diagnóstico clínico de salud pública y promover labores de tamizaje en el Estado de Michoacán, mediante detección temprana de algunos tipos de hipoacusia en neonatos, para mejorar las posibilidades de recuperación de pacientes recién nacidos. También se espera contribuir a la correcta identificación del tratamiento médico a seguir en neonatos que sufran de hipoacusia y más tarde facilitar su incorporación a la población estudiantil y su desarrollo social.

## II. EEG-ITM04: EQUIPO EEG DEDICADO A LA DETECCIÓN DE HIPOACUSIA

La Figura 2 muestra el diagrama de bloques del equipo EEG-ITM04. El diseño se puede dividir en 4 secciones principales. La primera etapa corresponde a la adquisición de datos EEG y está compuesta por un arreglo de electrodos (Figura 2A) amplificadores de instrumentación con razón de rechazo común mayor de 110 dB (Figura 2B), circuito de referencia y eliminación de offset (Figura 2C), filtro programable (Figura 2D) y ajuste de cero y rango (Figura 2E). La segunda sección corresponde a la etapa de aislamiento de la señal medida (Figura 2F), acondicionamiento de señal (Figura 2G), filtro programable (Figura 2H) y ajuste de cero y rango (Figura 2I). La tercera etapa corresponde a la digitalización la información con, al menos 12 bits de resolución mediante un microcontrolador MSP430F149IPAG que almacena, procesa y transfiere la información a la interfase con el usuario (Figura 2K). También se generaran los estímulos auditivos en sincronía con el proceso de adquisición de datos y el ajuste de la potencia del estímulo (Figura 2L), y graficación (Figura 2M, 2N). La última sección corresponde a la implementación de fuentes de alimentación, aisladas, para la cumplir con las condiciones de seguridad para el paciente (Figura 2O). Para proveer una interfase con el usuario se escribió un programa en lenguaje C++, que permite llevar un registro de los datos del paciente y almacenar los resultados de la prueba. Se intenta que el programa sea intuitivo y de fácil utilización. El programa permite el registro de los datos del paciente, el tipo y los parámetros de la prueba. Además permite el acceso a la configuración del equipo y al control del proceso de adquisición, almacenamiento, análisis y despliegue de los resultados de las pruebas. En electroencefalografía, la

relación señal ruido (SNR) es comúnmente -20dB o menor. Para compensar la limitación debida a un valor bajo de SNR, todos los métodos de análisis utilizan alguna forma de promediación, entre juegos de datos, con respecto del tiempo o entre los electrodos.

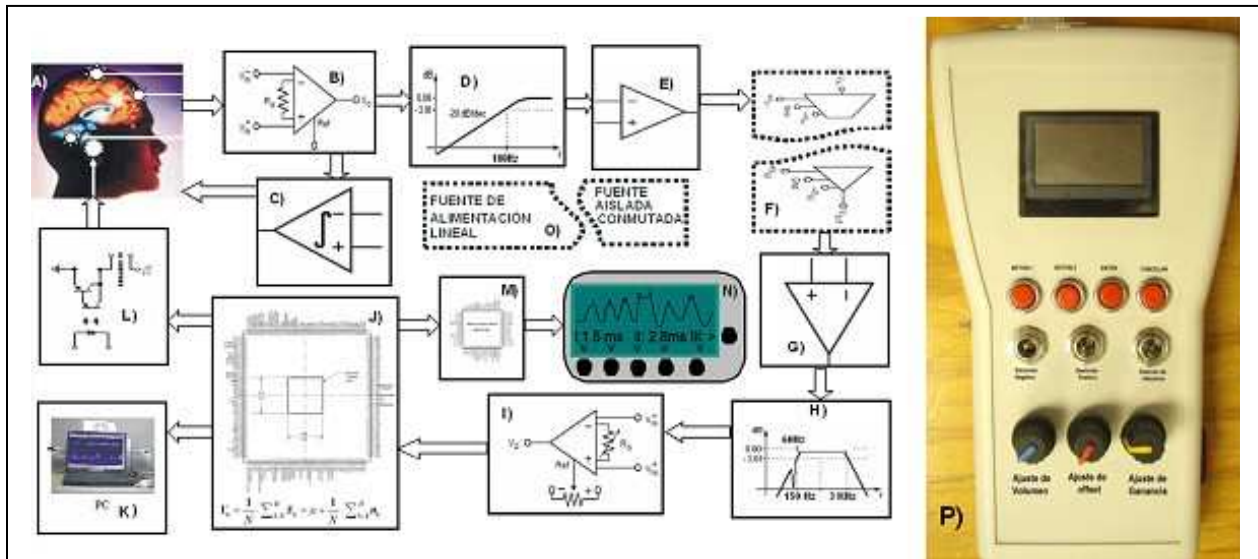


Figura 2 Diagrama esquemático del equipo EEG\_ITM04, que consiste en A), B) y C) captación de señales D), E) y F) acondicionamiento, ajuste de cero y rango, y aislamiento, G), H) e I) acondicionamiento no aislado, J) digitalización y procesamiento de señales, L) control de la generación del estímulo auditivo, K) comunicación con e interfase con el usuario, M) Control del procesador para gráficos y N) despliegue y O) circuito de alimentación aislado. P) Equipo Ensamblado.

Los datos son recabados, desplegados y analizados por un programa en C++, que reside en la computadora personal. El programa consta de tres ventanas principales: Una ventana para captura de datos de la prueba y el paciente (Figura 3A), la ventana para control de operación y captación de datos (Figura 3B) y la ventana para análisis de resultados (Figura 3C). La ventana de análisis de datos se utiliza para visualizar el resultado de la promediación de las secuencias medidas.

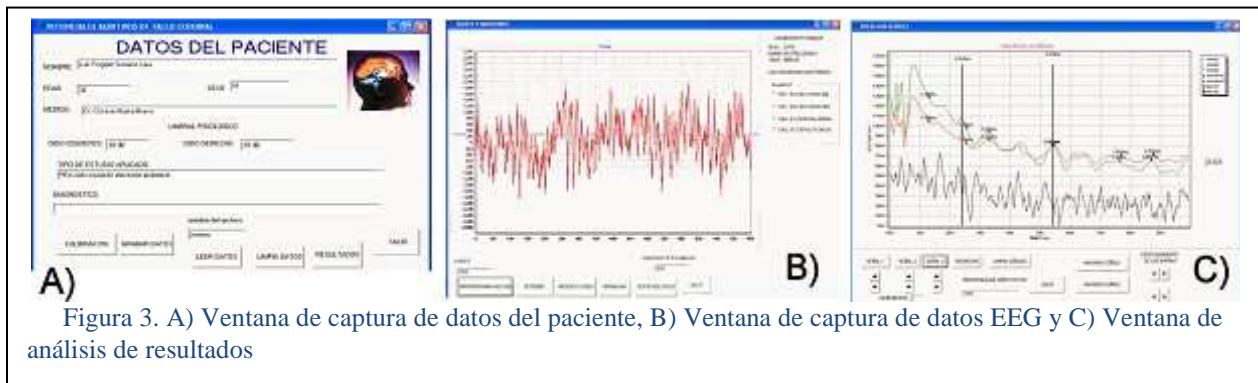


Figura 3. A) Ventana de captura de datos del paciente, B) Ventana de captura de datos EEG y C) Ventana de análisis de resultados

Es posible mostrar los resultados de varios estudios (por ejemplo correspondientes de ambos oídos) así como los datos sin filtrar. Las características del filtro digital se pueden ajustar en esta ventana. También es posible desplazar las señales de forma vertical para comparar los resultados. Finalmente se incluyeron barras verticales con ajuste en la escala de tiempo y auto-detección de máximos para marcar la correlación entre las latencias.

### *Pruebas de seguridad (corriente de fuga)*

Cualquier tipo de aparato electrónico debe cumplir con ciertas normas específicas que dependen de su campo de aplicación. Los instrumentos biomédicos no son la excepción, deben cumplir con la premisa fundamental de que dentro de su campo de aplicación no deben dañar al paciente aún cuando el aparato se encuentre dañado. Refiriéndose a los aparatos biomédicos, el riesgo principal son las fugas eléctricas que pueden provocar “Macroshocks” o “Microshocks”. Antes de utilizar el equipo en pacientes, se obtuvieron mediciones de corriente de fuga bajo consideraciones de falla sencilla en forma similar para otros sistemas de instrumentación biomédica como se describe en otros documentos<sup>6,7</sup>. Se consideró que el equipo es seguro si cumple al menos con las mínimas especificaciones de la norma NFPA 99 para corrientes de fuga:

- A.- Paciente a Tierra (aislado):  $\leq 10\mu\text{A}$  (GND intacta)
- B.- Paciente a Tierra (aislado):  $\leq 50\mu\text{A}$  (GND abierto)
- C.- Entre Terminales (aislado):  $\leq 10\mu\text{A}$  (GND intacta)
- D.- Entre Terminales (aislado):  $\leq 50\mu\text{A}$  (GND abierto)
- E.- Entre Terminales (no-aislado):  $\leq 50\mu\text{A}$  (GND intacta o abierto).

El equipo se conectó para operar con el adaptador de AC/DC. La máxima corriente de fuga entre terminales fue de  $5\mu\text{A}$  entre el electrodo de referencia y el electrodo negativo para tierra abierta. La máxima corriente de fuga entre terminales y la línea fue de  $6\mu\text{A}$  entre el electrodo de referencia y la fase para tierra abierta. Los valores máximos de corriente de fuga están dentro del rango establecido por la norma y por lo tanto se consideró seguro para el paciente.

### **III. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS**

La detección de potenciales evocados auditivos debe realizarse en un ambiente controlado. Idealmente, las condiciones de las instalaciones donde se realiza este estudio deben incluir aislamiento acústico. Sin embargo, es difícil que en zonas rurales y clínicas de salud pública haya instalaciones apropiadas. Se llevó a cabo un estudio clínico con 10 pacientes jóvenes, en cooperación con la Clínica de Especialidades de Morelia. La edad promedio de los pacientes es de 25 años. En la clínica se utilizó un equipo CADWELL 7200. Las impresiones de los resultados se obtuvieron con una impresora SONY Video Graphic Printer Modelo 34795. En la clínica, los pacientes se sometieron al estudio en un cuarto aislado acústicamente, acostados y con los ojos cerrados para evitar que se registraran señales correspondientes a otros estímulos sensoriales. El equipo Cadwell fue ajustado para producir 20 estímulos por segundo y el EEG-ITM04 fue ajustado para producir 6.66 estímulos por segundo, ambos a 95 dB. La Figura. 4B muestra el resultado de una prueba con el equipo CADWELL y la Figura. 4C muestra el resultado obtenido con el equipo del Instituto Tecnológico de Morelia, para el paciente 1.

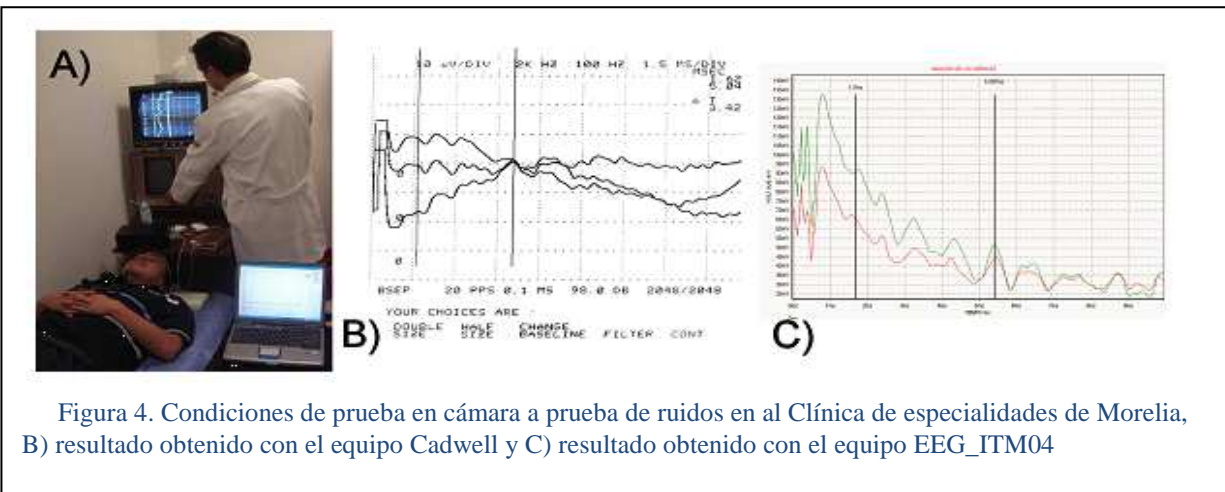


Figura 4. Condiciones de prueba en cámara a prueba de ruidos en al Clínica de especialidades de Morelia, B) resultado obtenido con el equipo Cadwell y C) resultado obtenido con el equipo EEG\_ITM04

El Cuadro 1 muestra un resumen de resultados obtenidos con el equipo Cadwell y el EEG\_ITM04. La validación de un equipo se basa en la correlación de las formas de ondas que deben de tener una morfología y latencia específicas cuando se obtienen de 2 ó 3 estudios realizados al mismo sujeto, con el equipo, en las mismas condiciones. En ambos casos, las señales de los potenciales provocados auditivos de tallo cerebral, se encuentran presentes, estableciéndolas por su morfología, latencia y correlación entre los diferentes estudios realizados. Aunque hay diferencias en los resultados con ambos equipos, es posible identificar las latencias correspondientes y por lo tanto se concluye que el equipo puede resultar de utilidad para la detección de hipoacusia.

	CADWELL 7200 LATENCIA en milisegundos					EEG-ITM04 LATENCIA en milisegundos				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
<b>PACIENTE</b>	<b>1.62</b>				<b>5.04</b>	<b>1.720</b>				<b>5.390</b>
<b>1</b>			<b>3.64</b>		<b>5.56</b>			<b>3.528</b>		<b>5.631</b>
<b>2</b>			<b>3.68</b>		<b>5.44</b>			<b>3.571</b>		<b>5.652</b>
<b>3</b>	<b>1.44</b>	<b>2.88</b>				<b>1.445</b>	<b>3.121</b>			
<b>4</b>		<b>2.72</b>			<b>5.36</b>		<b>2.763</b>			<b>5.785</b>
<b>5</b>			<b>3.52</b>		<b>5.39</b>			<b>3.560</b>		<b>5.515</b>
<b>6</b>	<b>1.59</b>				<b>5.19</b>	<b>1.635</b>				<b>5.253</b>
<b>7</b>		<b>2.75</b>			<b>5.37</b>		<b>2.810</b>			<b>5.471</b>
<b>8</b>	<b>1.56</b>	<b>2.77</b>				<b>1.550</b>	<b>2.781</b>			
<b>9</b>			<b>3.69</b>		<b>5.58</b>			<b>3.692</b>		<b>5.921</b>
<b>10</b>	<b>1.49</b>				<b>5.16</b>	<b>1.510</b>				<b>5.180</b>

Cuadro 1. Resumen de valores de latencias selectas en la validación preliminar del equipo EEG-ITM04. Comparación de resultados entre el CADWELL 7200 y el EEG-ITM04.

**IV. CONCLUSIONES**

En este trabajo se describió la construcción y prueba de un equipo para la detección de potenciales evocados en 5 pacientes. Se realizaron pruebas de funcionamiento para determinar el desempeño del equipo construido con respecto de un equipo comercial. Aún cuando las pruebas con el equipo del ITM fueron realizadas en un ambiente no-controlado, los resultados mostraron que es posible detectar los



potenciales evocados. Un equipo como este puede resultar de beneficio para ser utilizado en localidades que no cuentan con instalaciones dedicadas, como auxiliar en la detección de hipoacusia. El trabajo actual y futuro involucra extender el programa de pruebas clínicas. Además se modificará el diseño para producir un equipo portátil. Otras funciones de procesamiento de señales para análisis de potenciales evocados serán incluidas como el análisis en el dominio de la frecuencia.

## V. REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Chiappa K. Evoked Potentials in Clinical Medicine, Lippincot-Raven, 3° ed. 1997
- <sup>2</sup> Rodríguez Díaz J.A., Chavarria Contreras C.L., Montes de Oca Fernández E. "Frecuencia De Defectos Auditivos En 16 Estados De México". Revista de la SMORL. Vol 46, No. 3. 2001.
- <sup>3</sup> INEGI <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mpob23&s=est&c=3200>
- <sup>4</sup> Sajda P., K. Müller and K. V. Shenoy "From the Guest Editors. IEEE Signal Processing Magazine - Special Section - Brain Computer Interfaces". Vol 25, No. 1, Jan 2008, pp. 16-18.
- <sup>5</sup> Olsson O., S. Nielzen, S. Fristedt-Nehlstedt, J. Kallstrand, "System and Method for Diagnosis of Brainstem Disorders". US Patent Application. Dec 27, 2007. US 2007/0299359 A1
- <sup>6</sup> Gutiérrez Gnechchi, J. A., L. R. Soriano Lara, J. C. Herrera Garcia, "Design and Construction of an EEG Data Acquisition System for Measurement of Auditory Evoked Potentials". Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference, 2008. CERMA 08, pp.547-552, Sep 30-Oct 3 2008
- <sup>7</sup> Gutierrez Gnechchi, J.A., J. C. Herrera Garcia, J. de D. Ortiz Alvarado, J. "Auxiliary Neurofeedback System for Diagnostic of Attention Deficit Hyperactivity Disorder". Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference, 2007. CERMA 07. Sept 25-28 2007. pp. 135-138.
- <sup>8</sup> Esquivel Gordillo C. F., G. M. Chávez Campos, R. Doñán Ramírez, J. A. Gutiérrez Gnechchi. "Sistema Adaptativo de Adquisición de Datos para Señales Biomédicas". IEEE Décima Reunión de Otoño de Potencia, Electrónica y Computación. 3-5 de Diciembre del 2008. Morelia, Michoacán.
- <sup>9</sup> Collura T. F., J. Gambrill, J. Collura J. "EEG Electrode Assemblies". US Patent. US 6574513 B1. 2003.
- <sup>10</sup> Givens G., D. Balch, T. Murphy , A. Blarovich , P. Keller , "Systems, Methods and products For diagnostic Hearing Assesments Distributed Via the use of a Computer Network". US Patent. US 6916291 B2, 2005.
- <sup>11</sup> DeCharms R. C. "Methods for Measurement and Analysis of Brain Activity". US Patent Aplicacion. US 2007/0191704 A1. 2007.
- <sup>12</sup> Gorga M.P., J. R. Kaminski, K. A. Beauchaire y W. Jesteadt, "Auditory brainstem responses to tone bursts in normally hearing subjects". Journal of Speech Hearing Research, vol. 31, pp. 87-97. 1988.
- <sup>13</sup> Borton T. E, Borton B. B, and Blumsack J. T. "Audiometry. Encyclopedia of medical devices & instrumentation". John G. Webster (Ed), John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. pp. 91-103. 2006
- <sup>14</sup> NORMA Oficial Mexicana NOM-034-SSA2-2002, Para la prevención y control de los defectos al nacimiento.

## Fuente de corriente en el rango de dispersión $\beta$ para tomografía de impedancia eléctrica

Dr. José Antonio Gutiérrez Gnechi<sup>1</sup>, Dr. Víctor Hugo Olivares Peregrino<sup>2</sup>, Dr. Juan Carlos González Hernández<sup>3</sup>.

**Resumen**—La mastografía es la herramienta *de facto* para diagnóstico de cáncer de mama, pero problemas relacionados con falta de especificidad proveen un incentivo para buscar técnicas de diagnóstico adicionales complementarias, por ejemplo, la tomografía de impedancia eléctrica (EIT). Uno de los requisitos de una fuente de corriente para obtención de imágenes de impedancia eléctrica, es que los valores (magnitud y fase) de la señal de excitación deben ser independientes de las características del medio a estudiar. Este trabajo presenta el diseño y construcción de una fuente de corriente con ancho de banda de 10khz-20MHz para extender el rango frecuencia de operación con respecto a otros equipos. Se presentan resultados de simulación y experimentales y se propone un nuevo esquema de excitación para EIT.

**Palabras claves**—Tomografía, Impedancia, VCCS, Procesamiento de señales.

### I. INTRODUCCIÓN

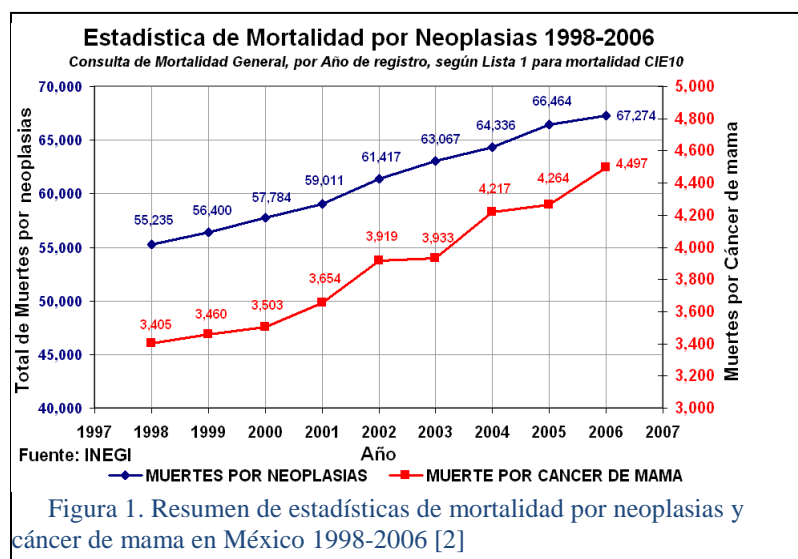


Figura 1. Resumen de estadísticas de mortalidad por neoplasias y cáncer de mama en México 1998-2006 [2]

El cáncer de mama es una de las principales causas de muerte en la población femenina mundial<sup>1</sup>. En México fallecen 190 personas por neoplasias por día, de las cuales 12 mueren diariamente por cáncer de mama, y la tendencia estadística tiende a aumentar cada año<sup>2</sup> (Figura 1). Es reconocido que uno de los factores que influye profundamente en la rehabilitación y recuperación de un(a) paciente con cáncer de mama es la detección temprana<sup>3</sup>.

Los métodos principales para la detección de cáncer de mama son la mastografía (o mamografía) de Rayos X y las imágenes de ultrasonido<sup>4</sup>. Para detectar cáncer, se genera una imagen del seno y el especialista inspecciona la

imagen para determinar si en la imagen hay un indicativo de la presencia de cáncer. Aún cuando se considera que la mastografía es la herramienta principal de diagnóstico de cáncer de mama, problemas relacionados con falta de especificidad de la mastografía proveen un incentivo para buscar técnicas adicionales que complementen las labores

<sup>1</sup> El Dr. José Antonio Gutiérrez Gnechi es Profesor Investigador del Departamento De Ing. Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia [biodsprocessing@aol.com](mailto:biodsprocessing@aol.com) (autor corresponsal)

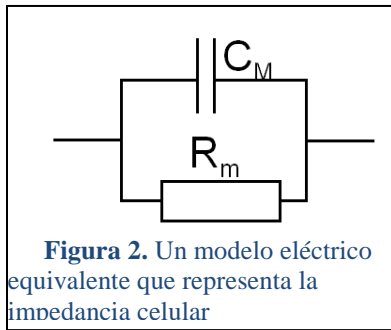
<sup>2</sup> El Dr. Víctor Hugo Olivares Peregrino es Profesor del Departamento De Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia [biodsprocessing@aol.com](mailto:biodsprocessing@aol.com)

<sup>3</sup> El Dr. Juan Carlos González Hernández es Profesor Investigador del Departamento De Ingeniería Bioquímica del Instituto Tecnológico de Morelia. [biodsprocessing@aol.com](mailto:biodsprocessing@aol.com)

de diagnóstico. Se han reportado valores de 10% al 30% de tumores que no fueron detectados por mastografía<sup>5,6</sup>. En estudios presentados por instituciones Canadienses<sup>7</sup> y Estadounidenses<sup>8</sup> se reportan 10% y 15% de casos respectivamente, que no se diagnosticaron usando la mastografía de rayos x. Entonces, las limitaciones de la mastografía de rayos X motivan el desarrollo de herramientas complementarias para la obtención de imágenes que asistan en la detección temprana de cáncer de mama.

*Importancia de las mediciones de bioimpedancia para detección de cáncer*

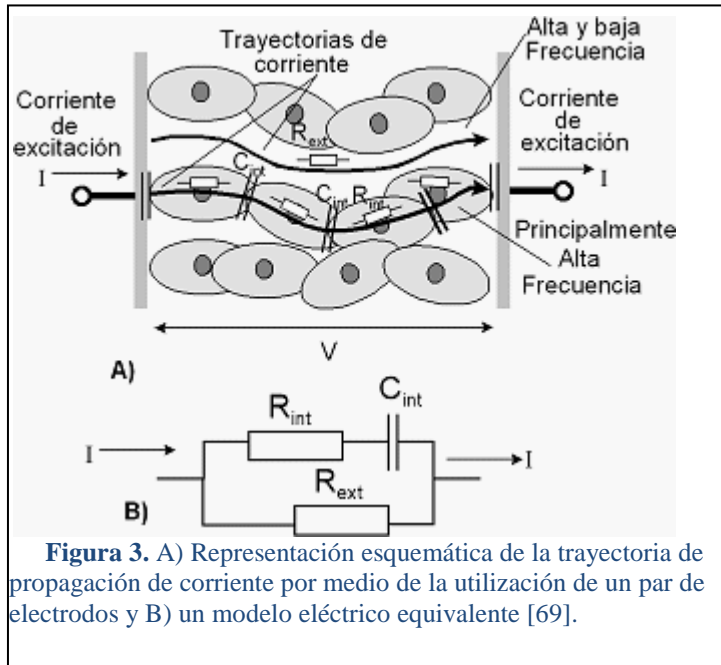
Dentro de las propiedades físicas de los tejidos, las mediciones de impedancia se destacan como un método potencialmente útil para monitorear y evaluar alteraciones<sup>9,10</sup>. Aún cuando los resultados de las mediciones de bioimpedancia presentados por diferentes autores, varían aún para el mismo tipo de tejido, en general se ha aceptado



**Figura 2.** Un modelo eléctrico equivalente que representa la impedancia celular

que la impedancia eléctrica de los tejidos cancerosos varía considerablemente con respecto a la impedancia de los tejidos sanos. Gabriel et al<sup>11,12,13</sup> ha presentado una de las reseñas más extensiva, incluyendo sus datos, acerca de los valores de impedancia. Esto ha resultado en un número de modelos matemáticos que han sido desarrollados para efectos de simulación. A nivel microscópico, las propiedades eléctricas de las células se pueden representar por medio de una parte resistiva y una parte capacitiva. La Figura 2 muestra uno de los modelos (tipo Debye) aceptados para la representación de la impedancia celular, donde la  $C_M$  y  $R_M$  son la capacitancia de la membrana celular y la resistividad de la membrana celular respectivamente. Una característica de tal circuito es que al incrementar la frecuencia, la resistencia

$R_M$  es corto circuitada en función de la reactancia capacitiva  $1/\omega C_M$ . Así, a bajas frecuencias (rango de dispersión  $\alpha$ : mHz-kHz) la resistencia de la membrana celular aísla el interior de la célula (citoplasma) del campo eléctrico exterior y no se inducen corrientes dentro de la célula<sup>14</sup>. Conforme se incrementa la frecuencia (rango de dispersión  $\beta$ : kHz-100 MHz), el efecto de corto circuito creado por la capacitancia de la membrana celular permite que el campo eléctrico penetre en la célula hasta que la resistencia efectiva de la célula es lo suficientemente pequeña para que aparente ser, dieléctricamente, como un esferoide compuesto de citoplasma disperso en un electrolito.



**Figura 3.** A) Representación esquemática de la trayectoria de propagación de corriente por medio de la utilización de un par de electrodos y B) un modelo eléctrico equivalente [69].

La medición de bioimpedancia in-vivo representa retos adicionales. La Figura 3 muestra un modelo eléctrico simplificado de la medición de bioimpedancia usando un par de electrodos y se utiliza para reflejar la estructura y el estado del tejido. En mediciones realizadas con un par de electrodos, existen variaciones en la medición en función de la frecuencia, cuando los electrodos se localizan en sitios diferentes aún en el mismo órgano. El incremento en el efecto de variación del dieléctrico con respecto de la frecuencia es generalmente conocido como efecto Maxwell-Wagner, y es característico en mediciones con electrodos. Es importante enfatizar que las diferencias de impedancia que se observan usando señales espaciadas en frecuencia, tan sólo una década, son considerables y por lo tanto el uso de información de bioimpedancia en múltiples frecuencias tiene un substancial valor para diagnóstico.

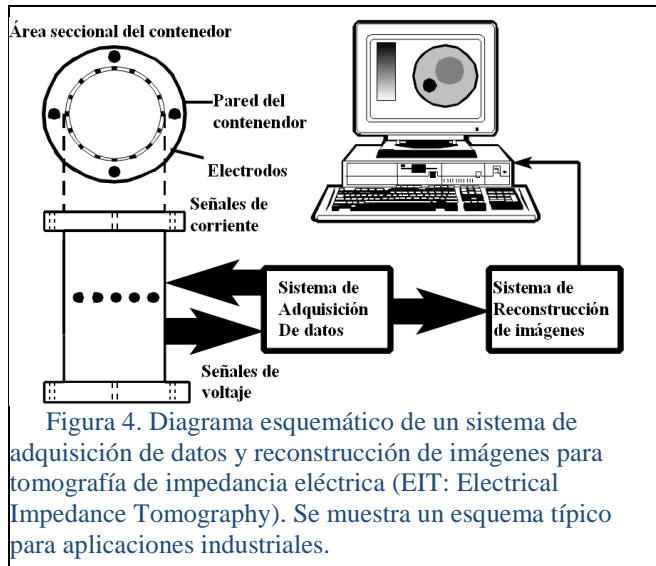


Figura 4. Diagrama esquemático de un sistema de adquisición de datos y reconstrucción de imágenes para tomografía de impedancia eléctrica (EIT: Electrical Impedance Tomography). Se muestra un esquema típico para aplicaciones industriales.

### Mediciones basadas en Tomografía de Impedancia Eléctrica (EIT)

El éxito de los métodos tomográficos de medición basados en radiación ionizante, propició el desarrollo de métodos de medición de campo suave. En particular, las técnicas conocidas como *Tomografía de Impedancia Eléctrica* y *Espectroscopia de Impedancia Eléctrica* han recibido considerable atención por parte de la comunidad científica mundial durante las últimas tres décadas para aplicaciones médicas e industriales. EIT requiere de un número de electrodos alrededor medio a estudiar (Figura 4). En adición EIT es un método no-invasor y la reconstrucción de imágenes se realiza usando señales eléctricas obtenidas en la periferia de la mama, producidas por señales de excitación externas. Ya que se obtiene un mapa de impedancia del medio, y considerando que los tumores tienen valores de conductividad y permeabilidad diferentes

del tejido sano<sup>15,16</sup>, en principio es posible diferenciar tumores embebidos en tejido sano por medio del análisis e interpretación de las imágenes reconstruidas. Sin embargo es difícil realizar mediciones de impedancia in-vivo usando señales de frecuencia localizadas en la parte alta de la dispersión  $\beta$ . La existencia de iones capaces de propagarse debida a fluidos corporales y electrolitos produce polarización de electrodos que a su vez produce una alta permitividad aparente. De cualquier forma, aún cuando la especificidad del EIT pueda ser distribuida en relación con el volumen a investigar, es concebible que haya un balance; es decir es que un rango de operación en donde se pueda lograr una mejor especificidad. Uno de los requisitos para una fuente de corriente para obtención de imágenes de impedancia eléctrica, es que los valores (magnitud y fase) de la señal de excitación deben ser independientes de las características del medio a estudiar en el rango de operación. Así, los cambios de magnitud y fase en los voltajes medidos en la periferia se deben exclusivamente a las características de impedancia del medio. Con algunas excepciones, actualmente se siguen utilizando esquemas de inyección de corriente clásicas que imponen restricciones debido a su arquitectura. En este trabajo se propone un nuevo esquema de fuente de corriente, derivado de un sistema de tomografía de impedancia eléctrica para aplicaciones industriales<sup>17,18,19</sup> para poder incrementar efectivamente el rango de frecuencias utilizadas por EIT.

## II. DISEÑO DE LA FUENTE DE CORRIENTE PARA EIT

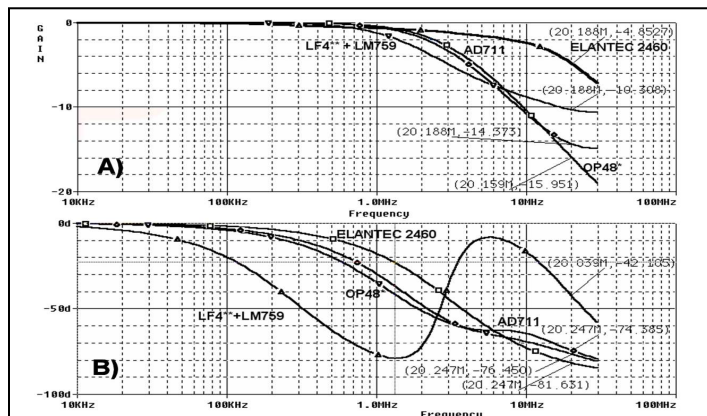


Figura 5. Comparación del funcionamiento (ancho de banda útil) en función de A) Magnitud y B) Fase, de fuentes de corriente usadas comúnmente en EIT. Elantec 2460 ITMorelia Spectroscopy System (2001), LF4\*+ (UMIST, UK) (similar al LM759+ High gain op-amp), AD711 EIT (UMIST, Leeds & Sheffield UK) y OP4\* EIT (Darmouth)

Uno de los requisitos que una fuente de corriente debe cumplir para obtención de imágenes de impedancia eléctrica, es que los valores (magnitud y fase) de la señal de excitación deben ser independientes de las características del medio a estudiar en el rango de operación. Así, los cambios de magnitud y fase en los voltajes medidos en la periferia se deben exclusivamente a las características de impedancia del medio. Con algunas excepciones, actualmente se siguen utilizando esquemas de inyección de corriente clásicas que imponen restricciones debido a su arquitectura. La Figura 5 muestra la respuesta en el dominio de la frecuencia de algunas

fuentes de corriente utilizadas en sistemas EIT. Claramente se puede observar que la contribución de fuentes de corriente a los valores de fase y magnitud son importante en el rango bajo de la dispersión  $\beta$ ,

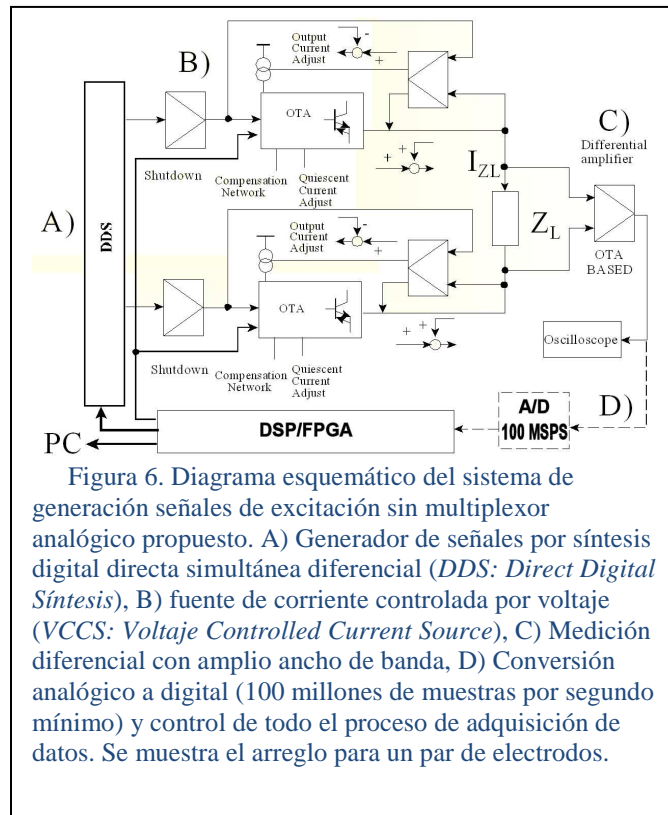


Figura 6. Diagrama esquemático del sistema de generación señales de excitación sin multiplexor analógico propuesto. A) Generador de señales por síntesis digital directa simultánea diferencial (DDS: *Direct Digital Síntesis*), B) fuente de corriente controlada por voltaje (VCCS: *Voltaje Controlled Current Source*), C) Medición diferencial con amplio ancho de banda, D) Conversión analógico a digital (100 millones de muestras por segundo mínimo) y control de todo el proceso de adquisición de datos. Se muestra el arreglo para un par de electrodos.

aún sin tomar en cuenta la contribución de atenuación y desfaseamiento de los multiplexores analógicos usados para controlar el proceso de inyección de corriente. La unidad básica de la fuente de corriente (*Voltaje Controlled Current Source: VCCS*) presentada en este trabajo (Figura 6), puede ser considerada como una fuente de corriente adaptativa, donde el ancho de banda se ajusta en función de la diferencia de magnitud y fase de la salida con respecto de la entrada. Resultados preliminares para un solo par de electrodos usando combinaciones de cargas capacitivas y resistivas similares a un arreglo Debye, sugieren que la utilización del nuevo esquema puede ser utilizado para aumentar el rango de frecuencia a 20 MHz (Figura 7). El equipo debe ser capaz de producir señales de frecuencia variable. La modificación de la frecuencia de señales de excitación y/o la generación de múltiples frecuencias simultáneamente pueden facilitar la caracterización de los tejidos en el espectro de

funcionamiento propuesto.

### III. COMENTARIOS FINALES

En este trabajo se presenta el diseño y construcción de una fuente de corriente para mediciones de

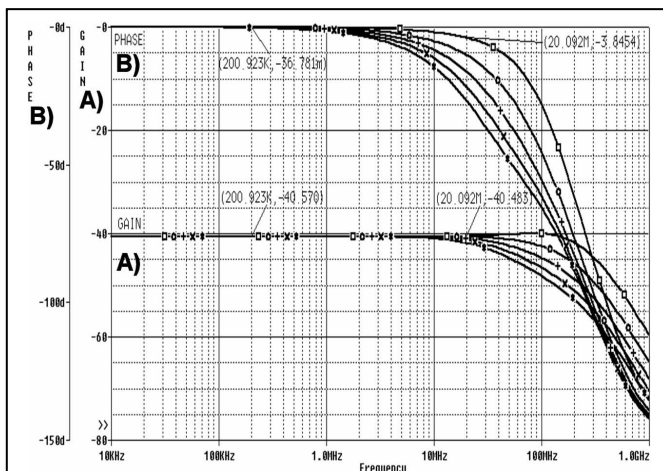


Figura 10. Respuesta en el dominio de la frecuencia de la fuente de corriente controlada por voltaje propuesta para el proyecto. Se muestran resultados para un modelo tipo Debye con valores de resistencia y capacitancia de □ 100 Ohm R || 47pF C, ○ 100 Ohm R || 47 pF C x 100 Ohm resistor || 1 nF C and \* 200 Ohm R || 1 nF C.

tomografía de impedancia eléctrica. El diseño intenta incrementar el rango de frecuencias utilizadas para cubrir una porción del rango de dispersión  $\beta$ , que regularmente no se reporta en la literatura.

#### Resumen de resultados

El circuito fue probado usando combinaciones de elementos pasivos (resistencias y condensadores) en arreglos tipo Debye. El rango de trabajo (ancho de banda) efectivamente se extiende a 20 MHz con un desfaseamiento menor de  $4^\circ$  y menos de 0.04 dB de atenuación a la frecuencia máxima especificada.

#### Conclusiones

Los resultados sugieren que es posible utilizar la fuente de corriente



presentada en este trabajo como parte de un sistema de tomografía de impedancia eléctrica para mediciones de biomedancia. En términos de espacio físico para la implementación del nuevo sistema inyección de corriente para EIT, se elimina el uso de multiplexores analógicos; sin embargo el precio pagar es la implementación de 14 circuitos de inyección de corriente para implementar el método de medición usando electrodos adyacentes.

#### *Recomendaciones*

Este trabajo constituye la primera etapa en la construcción de un equipo de tomografía eléctrica de impedancia con aplicación para detección de cáncer de mama. El trabajo futuro inmediato incluye llevara a cabo una etapa de pruebas en el Centro Estatal de Atención Oncológica (Michoacán, México) utilizando muestras de tejido canceroso, justo después de cirugía, para corroborar que es posible detectar diferentes características de impedancia con respecto a tejidos sanos. El equipo resultante debe cumplir además con los estándares de equipo de diagnóstico, considerando la combinación apropiada de corriente auxiliar y frecuencia de excitación.

#### **IV. AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen el apoyo financiero de CONACYT para la realización de este trabajo.

#### **V. REFERENCIAS**

<sup>1</sup> Cancer Mondial, International Agency for Research on Cancer, IARC, Disponible en línea <http://www-dep.iarc.fr>, ultimo acceso 7 de Septiembre del 2009.

<sup>2</sup> Harris J. R., M. E. Lippman, U. Veronesi, and W. Willett. "Medical progress: Breast cancer". *New Eng. J. Med.*, vol. 327, no. 5, pp. 319–328, 1992.

<sup>3</sup> Lista 1 para mortalidad CIE10, Consulta por Mortalidad General. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Disponible en línea <http://www.inegi.gob.mx/lib/olap/general/MDXQueryDatos.asp> , Último acceso 7 de Septiembre del 2009.

<sup>4</sup> Norma Oficial Mexicana NOM-229-SSA1-2002, "Salud Ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X"

<sup>5</sup> Boetes C., R. D. M. Mus, R. Holland, J. O. Barentsz, S. P. Strijk, T. Wobbes, J. H. C. L. Hendriks, and S. H. J. Ruys, "Breast Tumors: Comparative accuracy of MR imaging relative to mammography and U.S. for demonstrating extent," *Radiol.*, vol. 197, no. 3, pp. 743–747, 1995.

<sup>6</sup> Hall F. M., J. M. Storella, D. Z. Silverstone, and G. Wyshak, "Nonpalpable breast-lesions: Recommendation for biopsy based on suspicion of carcinoma at mammography," *Radiol.*, vol. 167, no. 2, pp. 353–358, 1988.

<sup>7</sup> Paquette D., J. Snider, F. Bouchard, I. Olivotto, H. Bryant, K. Decker, and G. Doyle, "Performance of screening mammography in organized programs in Canada in 1996", *Can. Med. Assoc. J.*, vol. 163, pp. 1133-1138, 2000.

<sup>8</sup> Committee on Technologies for the Early Detection of Breast Cancer, "Mammography and Beyond: Developing Technologies for the Early Detection of Breast Cancer", Nass S. J., I.C. Henderson, and J.C. Lashof, Eds. National Cancer Policy Board, Institute of Medicine, and Commission on Life Studies, National Research Council, 2001.

<sup>9</sup> Wang L., W. Wang , T. Huang and B. Tunstall. „In-vitro Study of the electrical Impedance Characteristics of human female breast tissue". In. Proc. EIT world Conference 2008, Dartmouth USA.

<sup>10</sup> Wang W., D-W Gu, S Pelengaris, G Qiao, L Cheung, G Sze, B Tunstall , M Brien and D Epstein. "Preliminary results from a study of pancreatic tissue for cancer identification using electrical impedance measurement". In. Proc. EIT world Conference 2008, Dartmouth USA.

<sup>11</sup> Gabriel C., S. Gabriel, and E. Corthout, "The dielectric properties of biological tissues—I: Literature survey," *Phys. Med. Biol.*, vol. 41, no. 11, pp. 2231–2249, Nov. 1996.

<sup>12</sup> Gabriel S., R. W. Lau, and C. Gabriel, "The dielectric properties of biological tissues—II: Measurements on the frequency range 10 Hz to 20 GHz," *Phys. Med. Biol.*, vol. 41, no. 11, pp. 2251–2269, Nov. 1996.

<sup>13</sup> Gabriel C., S. Gabriel, and E. Corthout, "The dielectric properties of biological tissues—III: Parametric models for the dielectric spectrum of tissues," *Phys. Med. Biol.*, vol. 41, no. 11, pp. 2271–2293, Nov. 1996

<sup>14</sup> Grimnes S. and Martinsen Ø. G. *Bioimpedance and bioelectricity basics*. 2nd Edition. Chapter 4: Passive Tissue Electrical Properties. Academic Press is an imprint of Elsevier Linacre House, Jordan Hill, Oxford. pp. 93-137. 2008.



<sup>15</sup> Heinitz J and O. Minet “Dielectric properties of female breast tumors. Proceedings of the 9th International Conference on electrical bioimpedance”. Heidelberg: University of Heidelberg. pp. 356-359, 1995.

<sup>16</sup> Stelter J, J. A. Wtorek., A. Nowarowski, A. Kopacz and T. Jastrzembki. “Complex permitivity of breast tumor tissue. Proceedings of the 10th International Conference on electrical bioimpedance”. Barcelona, pp. 59-62, 1998.

<sup>17</sup> Gutierrez-Gnecchi J. A and E. Marroquín-Pineda. “Control of a Pilot-Scale Solid-Liquid Separation plant Using Electrical Impedance Tomography Measurements”. Wiley Interscience. Int. J. Part. Part. Syst. Charact. Vol. 25 pp. 306–313, 2008.

<sup>18</sup> J. A. Gutiérrez Gnecchi, E. Marroquín Pineda, A. Gómez-Tagle Chávez, A. Gómez-Tagle Rojas, J. Correa Gómez, J.C. Herrera García. “Soil Water Infiltration Measurements Using Electrical Impedance Tomography”. In Proc. 5th World Congress on Industrial Process Tomography, Bergen, Norway, 2007

<sup>19</sup> Gutiérrez-Gnecchi J. A., Marroquín-Pineda E. “Evaluation of methods for on-line image analysis of Electrical Impedance Tomography Images”. IEEE Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference (CERMA 2007) pp. 283-288. 2007.

El **Dr. José Antonio Gutiérrez Gnecchi** obtuvo el título de Ingeniero Industrial en Electrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Obtuvo los títulos de Maestría en Ciencias en Instrumentación y Ciencia Analítica y Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la Universidad de Manchester, Inglaterra. Ha participado en proyectos de investigación y desarrollo en el área de Instrumentación y Control desde 1989. Es Coordinador del Cuerpo Académico de Procesamiento de Señales, y es Investigador Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores. Actualmente se dedica al desarrollo de sistemas de instrumentación de acuerdo a las prioridades del estado en Instrumentación Biomédica e instrumentación para el Desarrollo sustentable.

El **Dr. Víctor Hugo Olivares Peregrino** obtuvo el Título de Ingeniero Industrial en Electrónica del Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Obtuvo los Títulos de Maestría y Doctorado en CENIDET. Se especializa en electrónica de potencia, y sistemas de alimentación de bajo consumo de energía. Es miembro del cuerpo académico de procesamiento de Señales y Candidato a investigador del Sistema Nacional de Investigadores. Actualmente funge además como Coordinador de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Morelia.

El **Dr. Juan Carlos González Hernández** Profesor e Investigador del Instituto Tecnológico de Morelia; Ing. Bioquímico egresado del Instituto Tecnológico de Morelia, M. en C., del posgrado de Biología Experimental del Instituto Químico-Biológicas de la UMSNH; Doctor en Ciencias del Posgrado en Ciencias-Biomédicas de la UNAM; realizó una estancia posdoctoral en el Instituto Superior de Agronomía-UTL de Lisboa, Portugal. Cuenta con publicaciones Internacionales y Nacionales, asistencia a congresos Nacionales e Internacionales y es miembro actual del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1.

## Biosensado de interacciones biomoleculares mediante microbalanzas de cristal de cuarzo

Ing. Juan Manuel Hernández Lara<sup>1</sup>, Dr. Victor Altuzar<sup>2</sup>, Dr. Severino Muñoz Aguirre<sup>3</sup> y Dra. Claudia Mendoza Barrera<sup>4</sup>

**Resumen**— La señal generada por la interacción biomolecular de un analito y un biosensor puede ser detectada por medio de algún transductor que mida un parámetro físico tal como resistencia, pH, masa o calor. Dicha señal permite obtener información cuantitativa y/o cualitativa del fenómeno que resulte de la interacción. En este trabajo, se diseñó e implementó un sistema de biosensado utilizando un frecuencímetro de cuatro canales para la medición de un arreglo de biosensores de 2x2 microbalanzas de cristal de cuarzo. El instrumento se implementó con un microcontrolador PIC16F876, mientras que los biosensores de anti fibrinógeno (1.5mg/ml) fabricados fueron basados en microbalanzas de cristal de cuarzo con electrodo de oro previamente aminofuncionalizados. De los resultados experimentales y la ecuación de *Sauerbrey* se determinaron las densidades de masa de los biosensores de anti fibrinógeno fabricados así como las correspondientes a su interacción con fibrinógeno (1.5 mg/ml).

**Palabras claves**— Biosensor, microbalanza de cristal de cuarzo, funcionalización, proteína.

### I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de sistemas de instrumentación portátiles con alta sensibilidad y reproducibilidad usando nuevas tecnologías para detectar concentraciones bajas de biomoléculas en soluciones es de gran relevancia en el monitoreo en paralelo de la interacción entre biomoléculas como proteína/proteína, cDNA/cDNA, DNA/proteína, entre otros. Varios autores (Song<sup>1</sup> et. al 2006; Mehrvar y Abdi<sup>2</sup>, 2004; Luong<sup>3</sup>, 2007; Rasooly y Herold<sup>4</sup>, 2006) reconocen que sus aplicaciones varían desde la investigación médica y el diagnóstico clínico, el descubrimiento de nuevos fármacos, investigaciones biológicas fundamentales moleculares y celulares y el desarrollo de sensores analíticos. Una de las formas más comunes de monitoreo de interacciones biomoleculares es a través del empleo de biosensores. De acuerdo con McFadden<sup>5</sup>, un sensor es un sistema que en respuesta de un estímulo físico produce una señal de salida, la cual puede ser usada para medición, interpretación o control. Los componentes básicos de un sensor son: 1) el detector, el cual reconoce el estímulo físico; 2) el transductor, que convierte dicho estímulo a una señal electrónica útil y 3) el sistema de salida que abarca la amplificación de la señal, despliegue de datos, etc. Particularmente en un *biosensor* se emplea un sistema de detección de tipo biológico o bioquímico, es decir, moléculas biológicas –usualmente enzimas, anticuerpos o ácidos nucleicos– para reconocer la molécula de interés mediante enlaces hidrógeno, interacciones entre cargas u otros modos de interacción bioquímicos.

La señal del transductor permite obtener información cuantitativa y/o cualitativa del fenómeno físico que resulta

<sup>1</sup> El Ing. Juan Manuel Hernández Lara es Estudiante de la Maestría en Micro y Nanosistemas del Centro de Investigación en Micro y Nanosistemas, Universidad Veracruzana, Boca del Río Veracruz, México. [jumahela@hotmail.com](mailto:jumahela@hotmail.com)

<sup>2</sup> El Dr. Victor Manuel Altuzar Aguilar es Investigador del Laboratorio de Bionanotecnología, Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología, Universidad Veracruzana, Boca del Río Veracruz, México. [valtuzar@uv.mx](mailto:valtuzar@uv.mx)

<sup>3</sup> El Severino Muñoz Aguirre es Investigador de la Facultad de Ciencia Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. [smunoz@fcfm.buap.mx](mailto:smunoz@fcfm.buap.mx)

<sup>4</sup> La Dra. Claudia Mendoza Barrera es Investigadora del Laboratorio de Bionanotecnología, Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología, Universidad Veracruzana, Boca del Río Veracruz, México. [omendoza@uv.mx](mailto:omendoza@uv.mx) (autor corresponsal)

de la interacción entre la superficie activa del biosensor y la macromolécula que se desea detectar. De acuerdo con Muñoz Aguirre<sup>6</sup> et. al, 2005, algunos de los transductores más usados en los diferentes tipos de biosensores detectan cambios en el índice de refracción (resonancia de plasmones superficiales SPR), calor (termistor), luz (fotodetector), masa (microbalanzas de cristal de cuarzo QCM), entre otros. En los biosensores se explota la especificidad que se presenta en los procesos biológicos como la interacción entre DNA/proteína, proteína/proteína, DNA/DNA y DNA/RNA. Pearson<sup>7</sup> et. al, 2000 y Arau<sup>8</sup>, 2006 encuentran que entre las características que se pueden explotar se encuentran su bajo costo, tiempo de ensayo, alta selectividad, alta especificidad, miniaturización, reproducibilidad y sensibilidad, y en algunos casos su reutilización.

Durante la fabricación de un biosensor es necesaria la modificación orgánica de la superficie que funcionará como sustrato de la película biosensora, la cual será reactiva a las biomacromoléculas de interés. Love<sup>9</sup> et. al, 2005, describen en su revisión que un mecanismo para la activación del soporte metálico, polímero o cerámico del biosensor consiste en el empleo de la técnica de auto-ensamblado molecular SAM (Self-Assembling Monolayer). El auto-ensamblado de monocapas se ha establecido y popularizado por ser un método simple, flexible y reproducible con el cual se pueden modificar las propiedades interfaciales de varios materiales inorgánicos tales como metales y silicatos para inmovilizar biomoléculas. Brevemente, el auto-ensamblado molecular de monocapas se forma por la adsorción molecular espontánea durante la inmersión de un sustrato determinado en una solución de un surfactante activo en un solvente orgánico. Es decir, los adsorbatos contenidos en el fluido se organizan espontáneamente sobre dicho soporte de tal manera que se forma una monocapa, usualmente de espesor nanométrico. En particular, los compuestos químicos más utilizados para ensamblar sobre sustratos de plata, oro, y platino son los compuestos tiolados. Las moléculas que forman el auto-ensamblado cuentan con un grupo funcional cabezal, que se adsorberá químicamente a la superficie a modificar; un grupo funcional terminal, que brindará reactividad para el anclaje covalente de las biomoléculas deseadas; y un separador del grupo, formado por las cadenas intermedias de H, C y O, generalmente.

Acorde con Godber<sup>10</sup> et. al y Arnau<sup>11</sup> et. al, entre los muchos tipos de biosensores que existen se encuentran las microbalanzas de cristal de cuarzo QCM (Quartz Crystal Microbalance), quienes en años recientes han despertado mucho interés por parte de la comunidad científica e industrial por su potencial aplicabilidad en áreas como la médica, la de control de calidad, química y farmacéutica. Estos dispositivos de detección son robustos, de bajo costo, estables en su frecuencia de resonancia, altamente sensibles a los cambios de masa, y de ellos se aprovecha precisamente su propiedad de piezoelectricidad para incorporarlos en un circuito oscilador. El QCM consiste de un cristal de cuarzo de espesor determinado sobre el cual es depositado un electrodo metálico (usualmente níquel u oro). Las características del cristal, tales como su espesor y corte, determinan la frecuencia de resonancia del circuito. De acuerdo con Dixon<sup>12</sup> y los autores citados en su revisión, cuando un QCM es empleado como biosensor se aprovechan los cambios en la frecuencia de resonancia del cristal debida a los cambios de masa en la superficie del electrodo metálico. Estos cambios son directamente proporcionales al corrimiento de la frecuencia de resonancia y pueden ser evaluados mediante la ecuación de *Sauerbrey*:

$$\Delta f = \frac{-2 f_0^2 \Delta m}{A \sqrt{\mu_q r_q}} \quad (1)$$

donde  $\mu_q$  es el módulo de cizalla (shear) del cuarzo de corte AT (para  $f_0 = 20\text{Hz}$  corresponde un valor de  $2.947 \times 10^{11} \text{ dina}\cdot\text{cm}^{-2}$ ),  $r_q$  es la densidad del cuarzo ( $2.65 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ),  $\Delta f$  es el cambio de frecuencia medido,  $f_0$  es la frecuencia fundamental de resonancia del cristal de cuarzo antes de producirse el cambio de masa,  $\Delta m$  es el cambio de masa (g) y  $A$  es el área piezoelectricamente activa (electrodo metálico), que para los electrodos usados en el presente trabajo es de  $0.06605 \text{ cm}^2$ . El signo negativo indica que un incremento de la masa en la superficie del cristal, por ejemplo por la adsorción de una biomolécula, da lugar a una disminución en su frecuencia de resonancia y viceversa.

En este trabajo se desarrolló un frecuencímetro de 4 canales y se empleó para medir la respuesta de un arreglo 2x2 de microbalanzas de cristal de cuarzo QCM para su aplicación en estudios de la cuantificación simultánea de  $f_0$ , la frecuencia fundamental de los electrodos tal como se desempaquetaron de fábrica;  $f_1$ , frecuencia después de lavados;  $f_2$ , la correspondiente a la activación orgánica de los electrodos de oro,  $f_3$ , frecuencia de la monocapa biosensora de fibrinógeno FGN (1.5mg/ml) y  $f_4$  la frecuencia de interacción con entre la película biosensora de FGN y una solución de anti-FGN (1.5mg/ml).

## II. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

### *Materiales y métodos*

#### *Biosensores de antifibrinógeno*

Se emplearon 8 QCMs con electrodo de oro pulido de área  $6.6 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$ , de corte AT, espesor 110nm y frecuencia fundamental base de 20MHz (International Crystal Manufacturing Co., Inc.), los cuales fueron manejados en condiciones normales de presión y temperatura durante todo el proceso de limpieza, activación del electrodo de oro y fabricación y medición de la película biosensora. Previo a la aminofuncionalización de los electrodos de oro de los QCMs se realizó una limpieza mediante solución piraña 3:2 ( $\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y lavado abundante con agua desionizada ( $>18 \text{ M}\Omega\text{-cm}$ ) y etanol absoluto. Inmediatamente se procedió a la activación orgánica de los electrodos por autoensamblado molecular (SAM) con grupos orgánicos terminales amino-reactivos, los cuales permiten el enlace para el anclaje de proteínas sobre dichos electrodos y de acuerdo con Love et.al.<sup>9</sup>. El radical amino  $\text{NH}^{2+}$  servirá como sitio de anclaje molecular covalente para los sitios activos negativos  $\text{COO}^-$  de las proteínas a inmovilizar. En la fabricación de las películas biosensoras sobre los electrodos aminofuncionalizados de oro se empleó la proteína fibrinógeno de humano FGN (Sigma-Aldrich), con peso molecular de 640 kDa, y empleado sin purificación adicional. La adsorción de proteínas es un proceso básicamente espontáneo entre sitios activos de la superficie modificada (radicales  $\text{NH}^{2+}$ ) y aquellos presentes en las terminales negativas de las proteínas (terminal  $\text{COO}^-$ ). La selección de la concentración óptima de 1.5mg/ml se basa en resultados obtenidos en otras investigaciones de nuestro grupo<sup>13</sup>. El protocolo consiste en realizar soluciones de fibrinógeno de humano en PBS (Solución Básica de Fosfato) 1X con pH 7, a temperatura ambiente y por un periodo de 2hr. Los biosensores se emplearon en el sensado de anti-fibrinógeno de humano (1.5 mg/ml), por lo que nuestro diseño se conoce como biosensor de anti-FGN.

#### *Frecuencímetro de 4 canales*

Para la medición cuantitativa de los experimentos de fabricación del biosensor desarrollados en este trabajo, se diseñó e implementó un frecuencímetro de cuatro canales para la lectura simultánea de cada uno de cuatro QCM. Los resultados de este diseño fueron validados mediante el empleo de un frecuencímetro comercial de un canal (BK Precision 1823A). El sistema de cuatro canales fue implementado en un microcontrolador PIC16F876 (Microchip Technology Inc.), el cual es de la gama media y con una frecuencia de trabajo máxima de 20 MHz. Cuenta con un conjunto de 35 instrucciones y tiene la capacidad de manejar numerosas interrupciones. Además, contiene tres diferentes temporizadores: Timer 0 (TMR0) que es un temporizador/contador de 8 bits con divisor de frecuencia de 8 bits; Timer 1 (TMR1) que es un temporizador/contador de 16 bits con divisor de frecuencia el cual puede ser incrementado independientemente al programa con un reloj externo y Timer 2 (TMR2) el cual es un temporizador/contador de 8 bits. La característica explotada para implementar el frecuencímetro fue el uso del TMR1 como contador de eventos externos. El algoritmo de medición de frecuencia se desarrolló mediante el diseño y aplicación de un programa en el entorno de desarrollos integrados (IDE) MicroCode Studio y compilador PIC Basic Pro (versión 2.45).

### *Resultados*

#### *Frecuencímetro de cuatro canales*

##### *Diseño del programa para el microcontrolador*

En la implementación de los frecuencímetros se usaron los recursos TMR0 y TMR1 del PIC16F876. El TMR0 se utilizó para fijar la base de tiempo a un segundo y el TMR1 fue implementado como contador de pulsos externos. Para fijar la base de tiempo se utilizaron las interrupciones por desbordamiento del TMR0, empleando el desbordamiento más grande posible para el reloj empleado. También, se usó el divisor de frecuencia con un factor de 1:256. En este caso, el tiempo de desbordamiento fue menor a un segundo por lo que se implementó un contador de desbordamientos para lograr que la base de tiempo

fuera la deseada. Por su parte, el TMR1 fue empleado para el conteo de los pulsos generados por el QCM. Debido a que el tamaño del contador del TMR1 es de 2 bytes, fue necesario concatenar un tercer byte tal que se cubriera el rango de frecuencias que se deseaba medir. Esto se logró monitoreando la bandera de desbordamiento del TMR1 e incrementando un conteo cada vez que este se activara. Dentro del microcontrolador el conteo se puede realizar a un ritmo máximo de 5 MHz debido a que una instrucción se ejecuta en 4 ciclos de reloj, por lo que para poder medir en el rango de frecuencias con las que se trabajó se manejó un divisor con valor de 8 tal que sea posible medir frecuencias de hasta 40 MHz. El Multiplexor empleado se programó de tal manera que para indicar el turno de lectura se utilizaran 2 pines para cada frecuencímetro; con el primero de ellos el frecuencímetro le indica al multiplexor que el dispositivo ha terminado de contar, mientras que con el otro el multiplexor le da la orden al frecuencímetro de enviar los datos. Además, existen cinco líneas en común entre los cuatro frecuencímetros por medio de las cuales, el multiplexor envía un número entre 1 y 24 que indica el bit que debe enviar el frecuencímetro que se está leyendo. Los datos de los cuatro frecuencímetros son enviados por un pin en común al multiplexor. Una vez que recibió los datos de cada uno de los frecuencímetros, acondiciona las variables del resultado para su despliegue en una pantalla LCD mediante una conversión de binario a BCD (Binary-coded decimal, decimal codificado en binario) empleando el algoritmo Shift and Add 3 (corrimiento y suma 3). Posteriormente, se despliega el resultado de cada frecuencímetro en el lugar asignado en la LCD.

### Conversiones

Las lecturas durante la interacción de FGN/anti-FGN registran frecuencias del orden de MHz, por lo que se requiere del manejo de 24 bits (o 3 bytes) y por tanto de la concatenación de las tres variables distintas de ocho bits del microcontrolador. En la visualización del valor de la variable concatenada fue necesario emplear un algoritmo de conversión, de binario a BCD, conocido como Shift and Add-3. Dicho algoritmo consiste en hacer corrimientos de un bit a la izquierda del número binario original, y agrupar en conjuntos de 4 bits los que ya se han recorrido, éstos desplazamientos se realizan hasta que en algún grupo de 4 bits el número sea mayor o igual a 5; cuando esto ocurre se le sumará un tres binario a ese

conjunto de 4 bits, y se continuarán realizando corrimientos. Este procedimiento continúa hasta que se hayan realizado un número igual de corrimientos que la cantidad de bits del número que se desea convertir a BCD. Una vez que se realizaron los corrimientos, se toman los primeros cuatro bits y el valor que tengan es el valor en BCD de la unidad; los siguientes cuatro bits son el valor de las decenas; los siguientes cuatro de las centenas, y así sucesivamente.

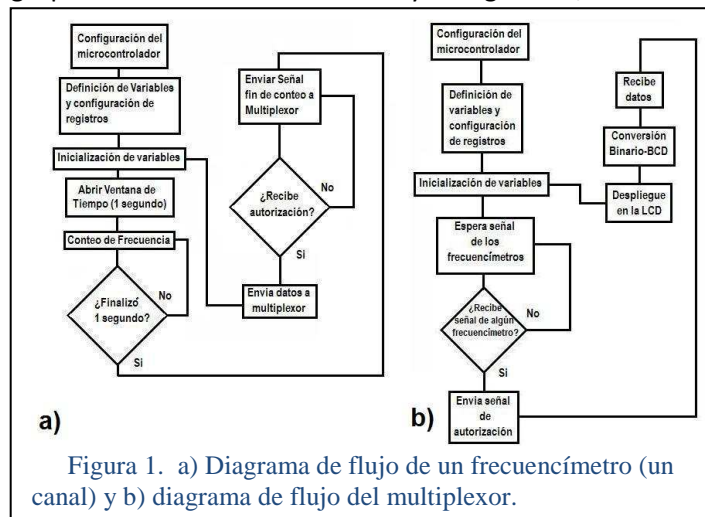


Figura 1. a) Diagrama de flujo de un frecuencímetro (un canal) y b) diagrama de flujo del multiplexor.

### Algoritmo del frecuencímetro de cuatro canales

La figura 1 muestra el algoritmo seguido durante la programación de los frecuencímetros (figura 1a) y del multiplexor (figura 1b), respectivamente, para el desarrollo del código en el PIC16F876. El compilador empleado para estos efectos fue el compilador Microcode Studio –PicBasicPro.

### Diseño del frecuencímetro

El sistema empleado para medir la frecuencia en los cuatro sensores QCM es un conjunto de cuatro frecuencímetros, cada uno implementado en un PIC16F876. Los cuatro frecuencímetros se conectaron a un multiplexor de 4x1 (cuatro entradas y una salida) en la que la salida de los cuatro canales es desplegada en una pantalla LCD de 16 caracteres por 4 líneas. La figura 2 muestra la simulación del sistema, desarrollada en Proteus, de cuatro frecuencímetros conectados a un multiplexor de 4x1 del circuito con el código de los cuatro frecuencímetros y el código del multiplexor cargado en el PIC correspondiente con cuatro diferentes entradas a diferentes frecuencias. La simulación consistió en introducir en cada frecuencímetro una señal cuadrada de 5 V a diferentes frecuencias, observándose que en el rango de simulación (1 Hz a 30 MHz) el sistema se comporta de forma estable. El error sistemático de

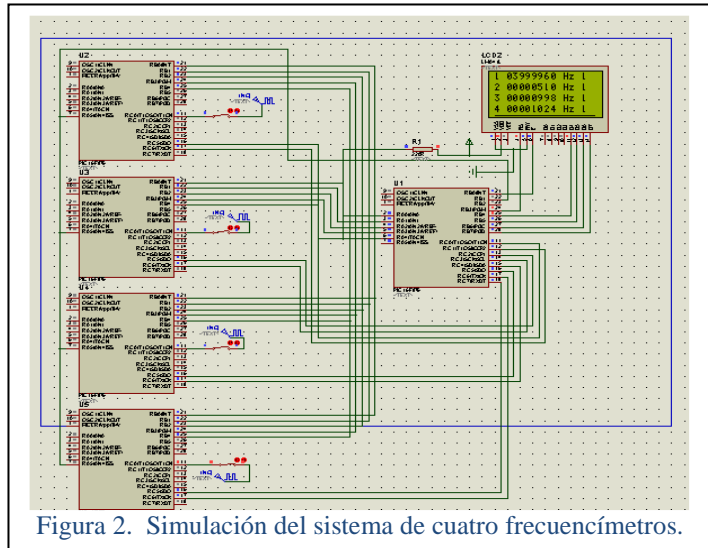


Figura 2. Simulación del sistema de cuatro frecuencímetros.

considerado es de  $\pm 8$  Hz derivado del valor del divisor de frecuencia. El sistema de medición envía hasta 24 dígitos, aunque queda restringido a 16 por el número de dígitos que es posible desplegar en la LCD. Dado que para expresar todos los dígitos de una cantidad del orden de decenas de MHz es suficiente con 8 dígitos, es posible observar nuestras mediciones completas en la pantalla LCD. Por su parte la figura 3 muestra el diagrama

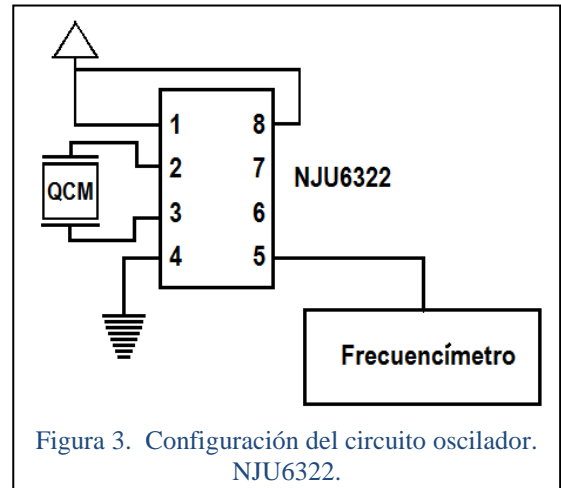


Figura 3. Configuración del circuito oscilador. NJU6322.

esquemático del circuito oscilador que se empleó en cada uno de los QCM, el circuito integrado empleado es el NJU6322 (New Japan Radio, Ltd.) y la salida del circuito se conecta directamente a la entrada de cada uno de los canales del sistema de lectura.

### Determinación de frecuencias y masas de monocapas

El protocolo de aminofuncionalización de la superficie de oro mediante autoensamblado molecular empleado en este trabajo se caracterizó por medio de

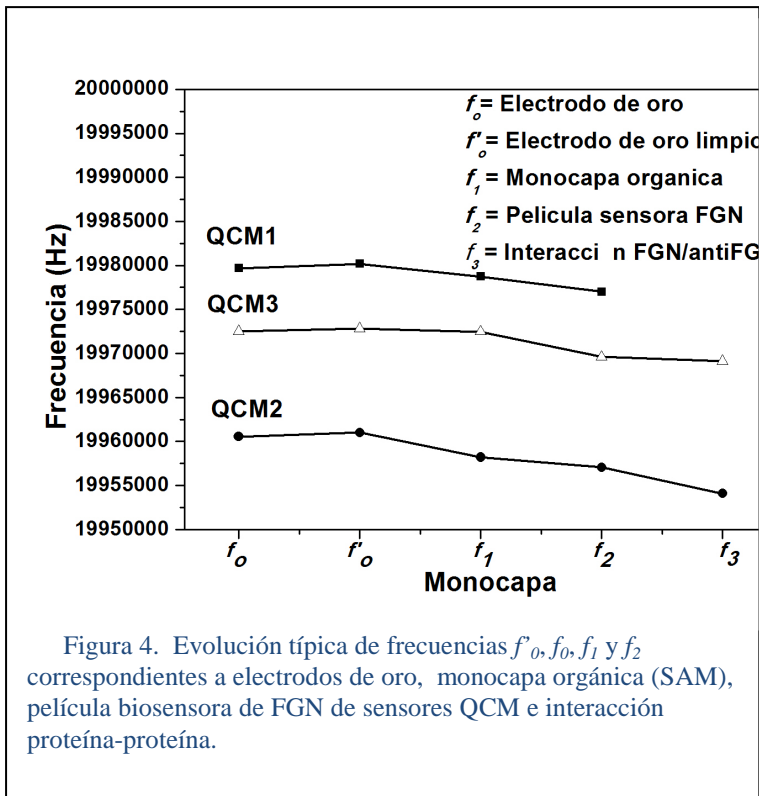


Figura 4. Evolución típica de frecuencias  $f'_0, f_0, f_1$  y  $f_2$  correspondientes a electrodos de oro, monocapa orgánica (SAM), película biosensora de FGN de sensores QCM e interacción proteína-proteína.



espectroscopia de fotoelectrones de rayos X XPS y microscopia de resonancia de plasmones superficiales SPRM para determinar las condiciones de mayor densidad de anclaje molecular de FGN sobre superficies reactivas de oro (resultados no mostrados aquí). La figura 4 muestra el comportamiento típico de las frecuencias de tres de los QCMs evaluados con el frecuencímetro implementado. Para el caso del QCM1 no se muestra la interacción proteína-proteína. Se observa un incremento en la frecuencia fundamental de los electrodos de como se desempaquetaron (frecuencia  $f_o$ ) a cuando son lavados con solución piraña (frecuencia  $f'_o$ ). Dichos resultados están en concordancia con la ecuación de *Sauerbrey* que dice que si la frecuencia del QCM aumenta, la masa sobre el electrodo disminuye. En concordancia con Ron<sup>14</sup> et. al, se sugiere que la disminución en masa sobre el electrodo limpio puede atribuirse a la eliminación de óxidos de oro depositados sobre la superficie del electrodo cuando están expuestos a aire, como fue en este caso. Cuando se realiza la modificación orgánica sobre los electrodos limpios de oro, nuevamente se presenta una disminución de la frecuencia de los osciladores que corresponde a un aumento de masa sobre los QCMs (frecuencia  $f_1$ ). Así mismo, este comportamiento descendente en frecuencia ( $f_2$ ) se mantiene al fabricar la monocapa biosensora de FGN (1.5mg/ml).

Biosensor	Frecuencia fundamental $f'_o$ (Hz)	Frecuencia Película sensora $f_2$ (Hz)	$\Delta f_2 = f_2 - f'_o$ (Hz)	$\sigma_2$ ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )
QCM1	19980176	19977000	-3176	53.2221
QCM2	19961008	19957050	-3958	66.4540
QCM3	19972816	19969600	-3216	53.9321

Cuadro 1. Cambio en las frecuencias y masas de las monocapas  $f_2$  y  $f'_o$  y de  $f_3$  y  $f'_o$ .

La tabla 1 resume las variaciones en frecuencia  $\Delta f_2 = f_2 - f'_o$  y las correspondientes variaciones de densidad superficial de masa  $\sigma_2$  ( $\text{gr}/\text{cm}^2$ ) de los QCMs 1 a 3, correspondientes a la masa de la modificación orgánica (SAM) y a la monocapa biosensora. Así mismo se obtuvieron las correspondientes variaciones de frecuencia  $\Delta f_3 = f_3 - f'_o$  y  $\sigma_3$  para la interacción FGN-antiFGN y película de FGN, monocapa orgánica tal que  $\sigma_3 - \sigma_2$  corresponden a 0.235574 y 0.248256 ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ), las densidades de mansa superficial adsorbida sobre la superficie biosensora en QCM2 y QCM3.

### III. COMENTARIOS FINALES

#### Conclusiones

Se diseñó e implementó un frecuencímetro de cuatro canales y se aplicó para la lectura simultánea de un arreglo de 2X2 microbalanzas de cristal de cuarzo con electrodo de oro utilizados como biosensores. El sistema fue calibrado con un frecuencímetro comercial de un canal, estableciéndose que tiene la sensibilidad de medir variaciones de décimas de Hertz. El frecuencímetro fue utilizado para cuantificar cambios en la masa adsorbida sobre los electrodos de oro, mediante el monitoreo de las diferencias de frecuencias producidas al autoensamblar películas orgánicas, monocapas de proteína sobre dichos electrodos, y al emplearlos en el sensado de FGN en concentración saturada.

### IV. REFERENCIAS

<sup>1</sup>Song S., Xu H., y C. Fan, "Potential diagnostic applications of biosensors: current and future directions", Int. J. Nanomedicine, Vol. 1, No. 4, 2006, 433-440.

<sup>2</sup>Mehrvar M. y M. Abdi, "Recent developments, characteristics, and potential applications of electrochemical biosensors", Anal. Sci., Vol. 20, No. 8, 2004, 113-126.

- <sup>3</sup>Luong J.H., Male K.B. y J.D. Glennon, "Biosensor technology: technology push versus market pull", *Biotechnol Adv.*, Vol. 26, No. 5, 2008, 492-500.
- <sup>4</sup>Rasooly A. y K.E. Herold, "Biosensors for the analysis of food- and waterborne pathogens and their toxins", *J AOAC Int.*, Vol. 89, No. 3, 2006, 873-883.
- <sup>5</sup>P. McFadden, "Broadband Biodetection: Holmes on a Chip", *Science*, Vol. 297, No. 5589, 2002, 2075 – 2076.
- <sup>6</sup>Muñoz-Aguirre S., Nakamoto T. y Moriizumi T., "Study of deposition of gas sensing films on quartz crystal microbalance using an ultrasonic atomizer", *Sensors and Actuators B: Chemical*, Vol. 105, No. 2, 2005, 144-149.
- <sup>7</sup>Pearson J.E., Gill A. y P. Vadgama, "Analytical aspects of biosensors", *Ann. Clin. Biochem.*, Vol. 37, No. 2, 2000, 119- 145.
- <sup>8</sup>A. Arnau, "A Review of Interface Electronic Systems for AT-cut Quartz Crystal Microbalance Applications in Liquids", *Sensors*, Vol. 8, No. 1, 2008, 370-411.
- <sup>9</sup>Love J.C., Estroff L.A., Kriebel J.K., Nuzzo R.G. y G.M. Whitesides, "Self-assembled monolayers of thiolates on metals as a form of nanotechnology", *Chemical Reviews*, Vol. 105, No. 4, 2005, 1103-1169.
- <sup>10</sup>Godber B., Frogley M., Rehak M., Sleptsov A., Thompson K.S.J., Uludag Y. y M.A. Cooper, "Profiling of molecular interactions in real time using acoustic detection", *Biosen. and Bioelectr.*, Vol. 22, 2007, 2382–2386.
- <sup>11</sup>A. Arnau, T. Sogorb, Y. Jiménez y J.C. Gómez, "Quartz Crystals Piezoelectric in application how microbalance QCM", *Rev. Colombiana de Física: Medicina*, Vol. 33, No. 2, 2001, 27-37.
- <sup>12</sup>M.C. Dixon, "Quartz Crystal Microbalance with Dissipation Monitoring: Enabling Real-Time Characterization of Biological Materials and Their Interactions" *J. Biomol. Tech.*, Vol. 19, 2008, 151-158.
- <sup>13</sup>Mendoza-Barrera C., Canavan H.E., Michel R. y D.G. Castner, 55th AVS Meeting and Exhibition, Boston MA, USA, Noviembre 2005.
- <sup>14</sup>Ron H., Matlis S. e I. Rubinstein, "Self-assembled monolayers on oxidized metals. 2. Gold surface oxidative pretreatment, monolayer properties, and depression formation", *Langmuir*, Vol. 14, No. 5, 1998, 1116-1121.

## Infección del sistema respiratorio por *Cryptococcus neoformans* y *Mycobacterium tuberculosis* en ausencia de Virus de la Inmunodeficiencia Humana

José Manuel Hurtado Capetillo<sup>1</sup>, Mara Elisa Salazar Calderón<sup>2</sup>, Eréndira Rodríguez Román<sup>3</sup>.

**Resumen**—Se presenta el caso de un paciente de 51 años, con antecedentes de tabaquismo crónico y cardiopatía mixta quien fue atendido en el Hospital del ISSSTE en Veracruz por presentar un cuadro de bronconeumonía de focos múltiples en el cual no se obtuvo respuesta inicial al manejo con antimicrobianos de amplio espectro y antimicóticos. En los estudios realizados se demostró la presencia de *Cryptococcus neoformans* y *Mycobacterium tuberculosis* en ausencia de virus de la Inmunodeficiencia humana, obteniéndose respuesta satisfactoria con el manejo a base de Anfotericina B y antifúngicos.

Revisando la literatura no se encuentran reportes de este tipo de casos, por lo que consideramos de interés divulgar nuestra experiencia en el diagnóstico y manejo de éste paciente.

**Palabras claves**—*Cryptococcus neoformans*, *Mycobacterium tuberculosis*, Infección.

### I. INTRODUCCIÓN

La criptococosis es una micosis sistémica ampliamente distribuida en todo el mundo, producida por una levadura encapsulada *Cryptococcus neoformans*, Figura 1, cuya incidencia se ha incrementado a consecuencia del SIDA<sup>1,2,3</sup>.

La fuente mas importante para la persistencia de este hongo en el medioambiente son las excretas de las palomas, mientras su prevalencia en el ser humano la preservan los casos de inmunosupresión como linfomas, sarcoidosis, insuficiencia renal crónica, tratamiento prolongado con glucocorticoides y particularmente en los que se ha transplantado algún órgano. Es una afección poco frecuente en las personas inmunocompetentes, en quienes generalmente se limita a un cuadro clínico pulmonar leve o a una meningoencefalitis subaguda o crónica<sup>2,4</sup>. Esta levadura en

desórdenes inmunitarios se ha encontrado asociada a *Toxoplasma gondii*, *Streptococcus neumoniae*, *Prototheca wickern*, *Plasmodium* y *Mycobacterium tuberculosis*<sup>5</sup>.

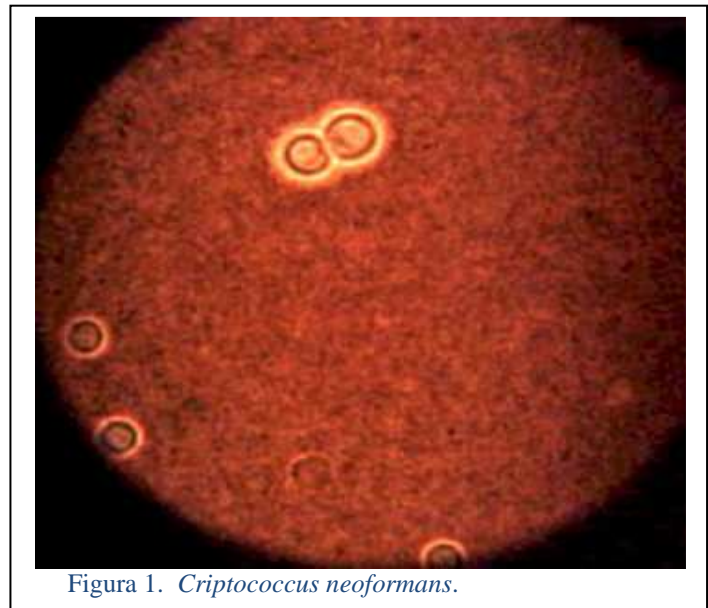


Figura 1. *Cryptococcus neoformans*.

<sup>1</sup> Hurtado Capetillo José Manuel es Investigador del Centro de Estudios y Servicios en Salud de la Universidad Veracruzana, Veracruz, México [mhurtado@uv.mx](mailto:mhurtado@uv.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Dra. Mara Elisa Salazar Calderón es Investigadora del Laboratorio de Biología Molecular del Centro de Estudios y Servicios en Salud de la Universidad Veracruzana, Veracruz, México. [msalazar@uv.mx](mailto:msalazar@uv.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Eréndira Rodríguez Román es epidemióloga del Hospital General del ISSSTE, Veracruz, México.

El presente trabajo constituye un quehacer multidisciplinario para la integración diagnóstica de un proceso infeccioso neumónico con participación de dos agentes microbiológicos que habitualmente no coexisten en el paciente negativo al virus de la inmunodeficiencia humana.

## II. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

### *Descripción del caso clínico*

Paciente masculino de 51 años, procedente de Veracruz, México. Médico urgenciólogo por más de 20 años.

Fumador crónico con antecedente de infarto agudo al miocardio un año antes de su padecimiento actual. Inicia con odinofagia, fiebre de 39° C, tos con expectoración blanquecina, siete días después ingresa al servicio de urgencias del Hospital General ISSSTE en Veracruz, con disnea y dolor torácico, hipo aeración basal bilateral, estertores subcrepitantes a nivel basal izquierdo, presión arterial 96/98, taquicardia sinusal, leucocitosis 11,600 y enzimas cardíacas no compatibles con infarto. Radiografía de tórax con broncograma aéreo izquierdo, infiltrado parenquimatoso derecho y enfisema pulmonar.

Se integra diagnóstico de neumonía de focos múltiples administrándose cefotaxima, amikacina y fluconazol. Su evolución es hacia el deterioro con presión arterial de 78/46, oliguria, prueba de bacilo ácido alcohol resistente (BAAR) en expectoración negativo, con numerosas hifas. Se incrementa la aparición de infiltrados pulmonares bilaterales, con limitación de la función respiratoria, por lo que se inicia asistencia mecánica ventilatoria. Evoluciona hacia choque séptico, se agrega imipenem y anfotericina B la cual se retira a las 24 hrs. por efectos secundarios, iniciando caspofungina.

Al cuarto día de internamiento se realiza traqueostomía y empieza nutrición enteral. Aparece secreción purulenta por meato uretral. El método de ELISA para virus de inmunodeficiencia humana es negativo, en el cultivo de secreción bronquial se aísla *Pseudomona spp* y *Candida albicans*. Aumentan los estertores subcrepitantes bibasales se anexa gatifloxacina. Se encuentra con leucocitosis de 19,700, neutrofilia 83%, linfocitos 11% y anemia normocítica hipocrómica. Continúa evolución en decremento, se realiza aspirado bronquial mediante broncoscopia directa, con prueba de BAAR negativo y tinción con tinta china positiva para *Cryptococcus neoformans*.

Se realiza Western-blot para identificación de inmunodeficiencia por VIH con resultado negativo. Al día 18 de internamiento se realiza reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para complejo *Mycobacterium* con resultado positivo por lo que se cultiva en Lowenstein Jensen, se anexa isoniazida, rifampicina, pirazinamida y etambutol ajustada por peso.

Se suspende caspofungina por falta de respuesta clínica y se reinicia anfotericina B. Responde favorablemente, se suspende la sedación, gasometría con pH de 7.65, pCO<sub>2</sub> 31 mm/Hg, pO<sub>2</sub> 64 mm/Hg, HC=3 35.3 mmol/l, TCO<sub>2</sub> 36.2 mmol/l, SO<sub>2</sub> 96.2% y leucocitos 12,600. Cultivo de Sabouraud confirma *Cryptococcus neoformans*.

Se descarta patología gástrica mediante endoscopia digestiva y marcadores tumorales. Continúa evolución favorable, con disminución de infiltrados pulmonares intersticiales bilaterales y hay inicio de dieta vía oral. Al día 26 nuevamente deterioro de las condiciones de salud, se encuentra con punta de catéter con *Pseudomona sp* y *Staphylococcus aureus* en sonda urinaria, leucocitosis 23,000, se ajusta manejo de antibióticos.

Día 38 nuevamente consciente, estable, tranquilo, leucocitos 6,800. Al día 42 se decanula, buena respuesta ventilatoria, leucocitos 7,300, diuresis normal, creatinina 0.8 mg/dl.

Finalmente al día 59 escasos estertores bilaterales, respiración soplante en cara lateral de hemitórax izquierdo, se considera estable para su egreso, se da de alta con ciprofloxacino y tratamiento antifísico. Se aísla *Mycobacterium tuberculosis* de aspirado bronquial.

### III. COMENTARIOS FINALES

#### Discusión

La criptococosis es una enfermedad fúngica oportunista grave, cuya principal fuente de transmisión son las heces de paloma. La adquisición del hombre es por vía respiratoria. No se han descrito casos por transmisión aérea persona a persona, pero sí a través de órganos transplantados. Tampoco se conocen casos de transmisión directa de los animales al hombre<sup>1,5, 6</sup>.

El diagnóstico de criptococosis se sospecha sobre las bases de sintomatología clínica asociada a inmunodeficiencia en el 97% de los casos. Los principales factores de riesgo documentados son VIH positivo, leucemia mielocítica aguda, diabetes, heridas de piel y menos del 10% se desconoce<sup>7,8</sup>.

La infección se adquiere por inhalación de las levaduras disecadas (<3 µm) existentes en la naturaleza. La patogenicidad viene determinada por la envoltura celular de este hongo constituida principalmente por glucanos; un polisacárido capsular GMX (manosa, xilosa, ácido glucorónico) y al menos dos carbohidratos antigénicos menores, galactoxilomannan (GalXM) y manoproteínas (MP).

Los tres compuestos son antígenos serológicamente distintos y al menos dos de estos, GXM y MP, tienen efectos separados sobre el sistema inmune. Cuando el criptococo llega a los alveolos pulmonares se desencadena una respuesta de inmunidad celular y humoral del huésped, que en condiciones normales es suficiente para controlar la infección<sup>1,9</sup>.

La respuesta inmune específica está determinada por un set de citoquinas producidas por células TCD4+ (Th). Las Th1 secretan IKN-g e IL-2, las cuales impulsan la respuesta inmune celular por activación de células T y estimulación de fagocitos mediados por las defensas del huésped y las Th2 secretan IL-4 e IL-10, las cuales inhiben la función de macrófagos. La IL-4 también estimula células B productoras de anticuerpos. Una respuesta Th en perfecta concordancia parece ser necesaria para la resolución exitosa de la infección. De allí la importancia de que el individuo cuente con un sistema inmune competente, capaz de eliminar cualquier agente extraño que ingrese al cuerpo humano. La virulencia de *C. neoformans* es multifactorial y depende de las diferencias cuantitativas en la expresión de los numerosos factores, como también las características que regulan las distintas vías de estos factores<sup>10, 11</sup>.

El cuadro clínico en la mayoría de los pacientes presenta signos inespecíficos de fiebre, malestar general, cefalea y tos, con estertores, disminución de los ruidos respiratorios y broncofonía; por lo que es importante que el médico mantenga una alta sospecha de esta enfermedad para poder llegar así al diagnóstico. La Clínica Mayo reporta 33 casos de criptococosis en 25 años, todos con escasas manifestaciones clínicas<sup>12</sup>.

En los pacientes inmunodeprimidos, la afectación puede ser desde asintomática a grave, ocupando la segunda causa de muerte en pacientes con SIDA<sup>13, 14</sup>.

#### Conclusiones

La sospecha de la enfermedad en este caso se basó fundamentalmente en la severidad del cuadro respiratorio, la respuesta nula a los antimicrobianos iniciales, la falta de respuesta ante una infección por *Candida albicans*, la presencia de complicaciones respiratorias y la persistencia en la fiebre. La identificación de *Mycobacterium* por PCR y el manejo antifímico permitió enfocar la búsqueda de patología pulmonar hacia micosis menos frecuentes. Finalmente la búsqueda conjunta permitió aislar el *Cryptococcus neoformans* y el *Mycobacterium tuberculosis* ante la poca probabilidad de una asociación en un paciente sin virus de inmunodeficiencia humana.

### IV. REFERENCIAS

<sup>1</sup>Kwon-Chong KJ, TC Sorrell, F Dromer, E Fung y SM Levitz. "Criptococosis: clinical and biological aspects". Med Mycol, Vol 38, 2000.

<sup>2</sup>John MA y Y Coovadia. "Meningitis due to a combined infection with Cryptococcus neoformans and Streptococcus pneumoniae in AIDS patient". J infect, Vol 36, No. 4, 1998.

- <sup>3</sup>Carrada BT. "Criptococosis en la era del SIDA". Rev Mex Patol Clin, Vol. 50, No. 1, 2003.
- <sup>4</sup>Lobaina Delfino P, y AE León Moreno. "Meningoencefalitis crónica por *Cryptococcus neoformans*, MEDISAN, Vol. 8, No. 1, 2004.
- <sup>5</sup>Dolande M. "Factores de virulencia e inmunidad en criptococosis". Rev Soc Ven Microbiol, Vol. 21, No. 2, 2001.
- <sup>6</sup>Colon MF, S Frases, C Ferrer, E Martín –Palazuelos, M Hermoso de Mendoza, MT Torres Rodríguez. "Estudio epidemiológico de la criptococosis en España: primeros resultados, Rev Iberoam Micol, Vol. 18, 2001.
- <sup>7</sup>Delgado Azañero WA, L Meneses, E Gotuzzo, B Bustamante. "Criptococosis gingival en un paciente con SIDA". Rev Estomatol Herediana, Vol. 14, No. 1-2, 2004
- <sup>8</sup>Hernández-Hernández F, E Córdova-Martínez, P Manzano-Gayosso, R López-Alvarez, E Bazán-Mora y R López-Martínez. "Frecuencia de micosis en pacientes inmunosuprimidos de un hospital regional de la Ciudad de México". Salud Pública Mex, Vol. 45, 2003.
- <sup>9</sup>De Vivero A, MP Patricia-Sosa, P Ojeda y J Carrillo. "Criptococosis pulmonar: revisión de 20 años de experiencia Hospital Santa Clara E.S.E. Revista Colombiana de Neumología, Vo. 16, No. 1, 2004.
- <sup>10</sup>Kawakami K, Y Kinjo, K Uezu. Monocyte chemoattractant protein-1-dependent increase of V<sub>α</sub>14NKT cells in lungs and their roles in Th1 response and host defense in cryptococcal infection". J Immunol, Vol. 167, 2001.
- <sup>11</sup>Buchanan KL y HA Doyle. "Requirement for CD4+ T lymphocytes in host resistance against *Cryptococcus neoformans* in the central nervous system of immunized mice". Infection and Immunity, Vol. 68, 2000.
- <sup>12</sup>Lizarazu J, M Mendoza, D Palacios, A Vallejo, A Bustamante, E Ojeda, A Restrepo, y E Castañeda. "Criptococosis ocasionada por *criptococcus neoformans* variedad *gattii*". Acta Med Colomb, Vol. 25, 2000.
- <sup>13</sup>Clark R, Creer D, W Atkinson et al. "Spectrum of *Cryptococcus neoformans* infection in 68 patients infected with human immune-deficiency virus". Rev Infect Dis, Vol 12, 1990.
- <sup>14</sup>Martín G, A Lazaruz. "Epidemiology and diagnosis of tuberculosis: recognition of at risk patients in key to prompt detection". Posgrad Med, Vol. 108, No. 2, 2000.



## Obesidad y dislipidemia, asociadas al tipo de dieta en jóvenes

Dr. José Manuel Hurtado Capetillo<sup>1</sup>, Mara Elisa Salazar Calderón<sup>2</sup>, Joel Hernández Pacheco<sup>3</sup>, Beatriz Torres-Flores<sup>4</sup>.

**Resumen**—Se estudiaron 14,507 jóvenes de la Universidad Veracruzana en Veracruz México de septiembre de 2001 a septiembre 2008. El promedio de edad 18.64. El 4.5% presento muy bajo peso (651), el 9,9% bajo peso (1,433), peso normal 52.9% (7,673), sobrepeso 15.2% (2,203) y obesidad 17.6% (2,547). La presencia de al menos una dislipidemia fue de 54.14%(7,855), hipertrigliceridemia (>150mg/dl) 10.5%(1,523), hipercolesterolemia (>200 mg/dl) 7.8% (1,130) y de disminución de lipoproteína de alta densidad de colesterol (HDL-C) (hombres <40 mg/dl, mujeres < 50 mg/dl) 44.6% (6,470). El 34.3%(4,975) de los jóvenes presentaron dieta adecuada de acuerdo al equilibrio de los grupos alimentarios, el 63.8%(280) dieta regular y 1.9% dieta inadecuada. El problema en México de la obesidad aunado a la dislipidemia hace que los jóvenes sean el blanco de la población donde las manifestaciones bioquímicas y antropométricas son las primeras señales de la enfermedad crónica.

**Palabras claves**—obesidad, dislipidemia, jóvenes, dieta.

### I. INTRODUCCIÓN

La dislipidemia primaria esta relacionada con la obesidad y caracterizada por incremento de triglicéridos, disminución de lipoproteínas de alta densidad (HDL) y composición anormal de lipoproteinas de baja densidad (LDL)<sup>1</sup>.

En niños españoles la prevalencia de sobrepeso y obesidad llega al 9.4% y 15.7% respectivamente y se ha observado que en niños y niñas existen altas concentraciones de triglicéridos y bajas concentraciones de HDL<sup>2</sup>.

En México, la prevalencia de adolescentes con obesidad de una o más dislipidemias es de 56,6% en comparación con 20.8% en adolescentes sin obesidad<sup>3</sup>. Figura 1.

Según cifras de la ENSANUT 2006, en México padecen sobrepeso 5% de los menores de 5 años, 26% de los niños entre 5 y 11 años y cerca de 70% de la población entre los 30 y 60 años (71.9% de las mujeres (24 910 507) y 66.7% de los hombres (16 231 820)). Las prevalencias tanto de sobrepeso como de obesidad tuvieron una tendencia hacia arriba conforme avanzaba la edad hasta los 60 años.

En México coexisten la subnutrición y la obesidad. En muchas comunidades del país está presente el problema de las enfermedades infecciosas y la subnutrición, y al mismo tiempo hay un aumento importante en los niveles de sobrepeso y obesidad, sobre todo en el medio urbano. Esta doble carga de morbilidad es causada por una nutrición inadecuada durante el periodo prenatal, la lactancia y la primera infancia, seguida del consumo de alimentos hipercalóricos, ricos en grasas y con escasos micronutrientes, combinada con la falta de actividad física<sup>4</sup>.



Figura 1. Población universitaria.

### II. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

#### *Población de estudio*

Se estudiaron 14,507 jóvenes de nuevo ingreso a la Universidad Veracruzana en Veracruz México, de septiembre

de 2001 a septiembre 2008. Se les realizó un examen de salud en el cual se llevaron a cabo estudios antropométricos, bioquímicos, así como entrevistas para identificar el tipo de alimentación. Se considero dislipidemia al menos una alteración en la concentración de lípidos. Hipertrigliceridemia cuando la concentración fue mayor o igual a 150mg/dl, hipercolesterolemia  $\geq 200$  mg/dl y disminución de lipoproteína de alta densidad de colesterol (HDL-C) en hombres  $\leq 40$  mg/dl, mujeres  $\leq 50$  mg/dl. El consumo de alimentos se clasificó en adecuado regular e irregular de acuerdo al equilibrio en el consumo de los diferentes grupos alimentarios. Todos los datos fueron registrados en bases electrónicas.

#### Análisis estadístico.

Se obtuvieron medidas de tendencia central y dispersión para las variables continuas como edad y se clasificaron en categorías de acuerdo al tipo de dieta. Se aplicó la prueba de ANOVA para establecer la significancia estadística.

### III. RESULTADOS

El 52.9% de los estudiantes correspondió al sexo femenino (7,681). El promedio de edad fue de 18.64 con desviación estándar de 1.33. De acuerdo al índice de masa corporal (IMC) el 4.5% presento muy bajo peso (651), el 9.9% bajo peso (1,433), peso normal 52.9% (7,673), sobrepeso 15.2% (2,203) y obesidad 17.6% (2,547). La presencia de al menos una dislipidemia fue de 54.14% (7,855), la prevalencia de hipertrigliceridemia ( $\geq 150$  mg/dl) fue del 10.5% (1,523), hipercolesterolemia ( $\geq 200$  mg/dl) 7.8% (1,130) y de disminución de lipoproteína de alta densidad de colesterol (HDL-C) (hombres  $\leq 40$  mg/dl, mujeres  $\leq 50$  mg/dl) 44.6% (6,470). La concentración de LDL presentó un comportamiento ascendente de acuerdo al IMC, ( $< 18.5$ kg/m<sup>2</sup>, 85mg/dl; 18.5-24.9 kg/m<sup>2</sup>, 89mg/dl; 25.0-29.9 kg/m<sup>2</sup>, 94mg/dl;  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>, 95mg/dl).

De acuerdo al análisis de consumo de alimentos se identifico que el 34.3% de los jóvenes universitarios (4,975) presentaron una dieta adecuada de acuerdo al equilibrio de los grupos alimentarios, el 63.8% presentó una dieta regular (280) y el 1.9% dieta inadecuada.

La concentración de lípidos, con base en el índice de masa corporal demostró de forma significativa ( $p < 0.001$ ) que los triglicéridos fueron el único lípido que presentó un incremento en la dieta clasificada como inadecuada. El promedio de la concentración de triglicéridos en jóvenes con sobrepeso y obesidad con consumo inadecuado de alimentos fue de 121 mgs/dl (SD 62), mientras que en jóvenes con IMC normal y bajo peso fue de 88.72 (SD 37.22) y 82.69 (SD 64) mg/dl respectivamente (ANOVA 14.76.  $p < 0.00001$ ). Cuadro 1.

IMC (kg/m <sup>2</sup> )	<18.5		18.5 – 24.9		25 y mas		P – value*
	media	SD	medi	SD	media	SD	
Dieta	<i>a</i>						
Adecuada	82.19	25.87	89.24	33.63	111.76	53.1	0.00001
Regular	80.57	24.47	90.81	37.17	115.69	58.6	0.00001
Inadecuada	82.69	64	88.72	37.22	121.61	62	0.00001

\* Anova

### IV. COMENTARIOS FINALES

Las complicaciones de la obesidad a corto tiempo van desde la discriminación social hasta el incremento en el riesgo cardiovascular, sin embargo a mayor tiempo mayor incremento en la mortalidad<sup>4</sup>. El problema en México de la obesidad aunado a la dislipidemia hace que los jóvenes sean el blanco de la población donde las manifestaciones bioquímicas y antropométricas son las primeras señales de la enfermedad crónica, lo cual obliga a dejar de considerar a este grupo como no patológico y empezar a

intervenir de forma más temprana. El tipo de alimentación es una de las condiciones mas difíciles a estabilizar dentro de la formación del universitario y corresponde en la mayor parte de los casos al principal motivo asociado a la dislipidemia y a la obesidad.

## V. REFERENCIAS

- 1.- Howard BV, Ruotolo G, Robbins DC. Obesity and dyslipidemia. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2003 Dec;32(4):855-67
- 2.- Garcés C, Gutierrez-Guisado J, Benavente M, Cano B, Vitorro E, Ortega H, de Oya M. Obesity in Spanish schoolchildren: relationship with lipid profile and insulin resistance. *Obes Res.* 2005 Jun;13(6):959-63
- 3.- Marcos-Daccarett Nydia J, Núñez-Rocha Georgina M, Salinas- Martínez Ana M, Santos-Ayarzagotia Magaly, Decanini-Arcaute Horacio. Obesity as risk factor for metabolic disorder in Mexican adolescents, 2005. *Rev. salud pública.* 9 (2):180-193, 2007
- 4.- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2006
- 5.- Reilly JJ, Methven E, McDowell ZC, Hacking B, Alexander D, Steward L, Kelnar CJH: Health consequences of obesity. *Arch Dis Child* 2003, 88:748-752.

El **Dr. José Manuel Hurtado Capetillo** es médico epidemiólogo, investigador titular B en el Centro de Estudios y Servicios en Salud y profesor de la Facultad de Bioanálisis por la Universidad Veracruzana, maestro con reconocimiento nacional de perfil deseable PROMEP. Con publicaciones en el campo de la salud pública y epidemiología con enfoque en enfermedades crónicas e infecciosas.

La **PhD. Mara Elisa Salazar Calderón**, es Investigadora del Laboratorio de Biología Molecular del Centro de Estudios y Servicios en Salud de la Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

El **Dr. Joel Hernández Pacheco**, es médico especialista en Medicina Familiar, coordinador del Examen Integral de Salud de la Universidad Veracruzana.

La **Dra. Beatriz Torres-Flores**, es coordinadora del Centro de Estudios y Servicios en Salud de la Universidad Veracruzana. Profesora de la Facultad de Nutrición de la Universidad Veracruzana y Directora de la Facultad de Bioanálisis de la Universidad Veracruzana.

## Una Encuesta de Satisfacción como un Indicador de Calidad en una Institución de Salud

M. A. Beatriz Meneses Aguirre<sup>1</sup> y M. A. Bismarck Sesma Muñoz<sup>2</sup>

**Resumen**—En este artículo se presentan los resultados parciales de una encuesta de satisfacción llevada a cabo en la Cruz Roja, en Xalapa, Ver., México. La encuesta se realizó en el consultorio que da servicio 24 horas. El propósito de la misma es conocer la satisfacción de los usuarios del consultorio en cuanto a atención oportuna, información proporcionada en los cuidados a seguir y el trato que recibieron. Los resultados muestran que el porcentaje de usuarios del servicio que se encuentran satisfechos es mayor al 95% (estimación puntual); lo anterior constituye una fortaleza para promover el servicio que se está dando en el consultorio. Una propuesta es promover las fortalezas de la institución entre los usuarios potenciales de la localidad. Al incrementar la consulta médica, como consecuencia, se incrementarían sus ingresos, lo cual sería favorable a los problemas económicos que enfrenta el lugar en que se llevó a cabo el estudio

*Palabras clave*—satisfacción, trato digno, atención oportuna.

### I. INTRODUCCIÓN

La calidad en los servicios de salud ha sido un tema prioritario en los programas de las instituciones de salud, dentro del Plan Nacional de Salud 2001-2006, en México, se instituyó como un programa de acción, la cruzada nacional por la calidad de los servicios de salud. Son dos los aspectos que considera este programa, para evaluar la calidad en los servicios de salud, el trato digno al paciente y la atención médica efectiva. El trato digno al paciente comprende tres factores que son: el respeto al paciente, la información que se le proporciona, en cuanto al tratamiento y los cuidados y finalmente, el darle un trato amable. La atención médica efectiva, comprende varios aspectos que son: efectividad, eficiencia, ética y seguridad: todos estos aspectos, enfocados a la atención médica.

En la delegación de la Cruz Roja, en Xalapa, Veracruz, el Consejo de la misma, está interesado en que los servicios que se proporcionen a los usuarios de los servicios de salud se puedan mejorar y éstos sean de calidad. Dado que los recursos con los que cuenta esta institución en la localidad, son muy limitados, los servicios que se ofrecen son solamente: análisis clínicos, aplicación de inyecciones, consulta general las 24 horas del día, electrocardiogramas, rayos X, ultrasonido y traslados programados en ambulancia, además de impartir cursos de primeros auxilios. Este estudio, se orientó a los servicios que se ofrecen en el consultorio de consulta externa y emergencias que pueden ser atendidas en el mismo. Cuando se presenta alguna emergencia que requiere hospitalización, el o los pacientes, son trasladados a algún hospital de la localidad. En este documento, solamente se hace un análisis acerca del trato digno a los pacientes en el consultorio de la Cruz Roja en la ciudad de Xalapa.

La sección II de este documento, se divide en dos subsecciones, en la primera, se presentan algunos antecedentes en trato digno a los pacientes en los servicios de salud y los indicadores que se utilizan para su evaluación, posteriormente se describe el método que se siguió y se presenta un análisis descriptivo de las características generales de la muestra seleccionada. La sección III presenta los

<sup>1</sup> Beatriz Meneses Aguirre es Investigadora del Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas de la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. [bmeneses@uv.mx](mailto:bmeneses@uv.mx) (autora corresponsal)

<sup>2</sup> Bismarck Sesma Muñoz es Investigador del Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas de la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. [bsesma@uv.mx](mailto:bsesma@uv.mx)

resultados y se divide en tres subsecciones, en la primera se dan los resultados de la satisfacción de los pacientes con relación a la atención oportuna, en la segunda, con relación a la información proporcionada y en la tercera, lo relacionado con el trato recibido en la institución. En la cuarta sección, se presentan algunos comentarios finales obtenidos en el trabajo realizado.

## II. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Antecedentes en trato digno al paciente en los servicios de salud.

En el año 2000, se realizó la encuesta nacional de satisfacción con los servicios de salud, a través de los resultados de ésta, se encontraron los siguientes problemas: un bajo nivel, en promedio, de la calidad de los servicios de salud, tanto públicos como privados, heterogeneidad de los niveles de calidad, comparando regiones geográficas, instituciones y áreas dentro de una misma institución, además de lo anterior, una percepción de mala calidad en los servicios, por parte de los usuarios y también la percepción de que se recibe poca información y poco confiable sobre el desempeño de los servicios de salud (Secretaría de Salud, 2001).

En el Programa Nacional de Salud 2001-2006 (Secretaría de Salud, 2001) se plantean tres retos que se quieren resolver en el sector salud, éstos son: la equidad, la protección financiera y la calidad. En lo relativo a la calidad, se estableció la Cruzada Nacional por la Calidad de los Servicios de salud como una estrategia para evaluar dos aspectos que son: la calidad y la eficiencia de los servicios de salud; estos dos aspectos se relacionan con la mejora de la calidad técnica y la calidad percibida. Como ya se mencionó en la introducción, en este trabajo solamente se evaluaron los indicadores relacionados con la calidad percibida, ésta, puede ser percibida por el mismo paciente, por sus familiares o por alguien más que acompaña al paciente.

A partir del año 2001, se establecieron los indicadores orientados a lo que se llamó trato digno que deben recibir los usuarios de los servicios de salud, los cuales evalúan lo relativo a: tiempo de espera, surtimiento de recetas e información que recibe el paciente acerca del diagnóstico que le hacen y el tratamiento que le proporcionan. A partir del año mencionado, se empezaron a evaluar diferentes unidades que prestan servicios de salud, tomando en cuenta los indicadores establecidos y en base a los resultados, tomar decisiones para mejorar la calidad, tanto en trato digno como en atención médica efectiva.

En el año 2002, de acuerdo con la Encuesta nacional de evaluación del desempeño (ENED), a nivel nacional, el porcentaje de usuarios satisfechos con el tiempo de espera en servicios de primer nivel, fue de 87.90% y el porcentaje de usuarios satisfechos con el tiempo de espera en servicios de urgencias fue de 84.60% (Salud México, 2002). El interés se centra en evaluar a las instituciones de salud y hacerles conscientes de que los usuarios de los servicios de salud tienen derecho a recibir un trato adecuado, independientemente de otros factores.

Además de los resultados de las encuestas nacionales llevadas a cabo, algunas entidades federativas en México, han emprendido acciones para evaluar la calidad de los servicios en algunas instituciones. El interés en evaluar la calidad en los servicios de salud, ha seguido incrementándose con las acciones emprendidas a partir de 2007.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, el objetivo 5 en salud es “brindar servicios de salud eficientes, con calidad, calidez y seguridad para el paciente” (Estados Unidos Mexicanos, 2007) por lo anterior, se ha seguido fomentando el dar un trato digno a los pacientes. Para fomentar el interés de las instituciones de salud en proporcionar calidad en los servicios, se ha convocado al Premio Nacional de Calidad e Innovación de la Secretaría de Salud (PNC).

Uno de los aspectos de la convocatoria de 2008, del Premio mencionado, es la medición de la satisfacción de los usuarios en calidad percibida (convocatoria PNC, 2008). En la convocatoria del año 2007, se inscribieron aproximadamente 445 instituciones, en comparación con sólo 80, que se

inscribieron para la convocatoria de 2002; de estas instituciones, se premió a seis instituciones de la Secretaría de Salud, tres del IMSS, dos de PEMEX y a una clínica privada (Zúñiga E., 2008).

Del estado de Veracruz, fueron premiados dos hospitales de Minatitlán, Veracruz, y también al Hospital General de Veracruz, Veracruz (La Crónica, 2008), (Zúñiga E., 2008).

Método de investigación en la aplicación de la encuesta y características generales de la muestra

La Cruz Roja, como institución de salud, en la delegación en Xalapa, Ver., no tiene la capacidad de ofrecer todos los servicios que se que se daban con anterioridad o que se dan en otras instituciones, por lo que no podría participar en la convocatoria del Premio mencionado, sin embargo, lo que sí puede hacer es una evaluación de la calidad en los servicios de salud en lo que se refiere al trato digno que se da a los pacientes.

El propósito de este estudio, es conocer la satisfacción en relación al trato digno que reciben los usuarios de la Cruz Roja en la delegación de la ciudad de Xalapa, Ver. Para lograr lo anterior, se realizó una encuesta entre los usuarios que reciben atención en el consultorio que da servicio las 24 horas y que atiende casos de consulta externa y también de urgencias que no requieren hospitalización, ya que no se cuenta con las el equipo necesario para dar estos servicios. Cuando algún paciente requiere hospitalización, es trasladado en alguna ambulancia al hospital de la localidad que cuente con lo requerido para el caso de que se trate.

En el lugar de estudio, se llevó a cabo una encuesta entre los meses de enero y junio de 2009, dirigida a los pacientes que acuden al consultorio, en distintos horarios. Se calculó un tamaño de muestra para proporciones igual a 55 pacientes, para un nivel de confianza de 95% ( $z=1.96$ ), un error máximo de estimación de 10% ( $E=0.10$ ) y valores de  $p=0.83$  (proporción de pacientes satisfechos o totalmente satisfechos) y  $q= 0.17$ . El total de los entrevistados fue de 55 pacientes, de los cuales 25 fueron mujeres y 30 hombres, la edad de los pacientes se distribuyó como se muestra en el Cuadro 1.

Con relación al nivel de estudios de los pacientes, la mayoría tienen estudios de secundaria con un total de 19 de los 55 pacientes, que representan el 34.55%; 13 más tienen nivel de bachillerato con un 23.64%, otros 13 cuentan con la primaria y son el 23.64%, 8 personas con grado de licenciatura con un porcentaje del 14.54%, finalmente dos personas más con carrera técnica (3.64%).

La encuesta mencionada, se llevó a cabo únicamente entre aquellas personas que acudieron al consultorio solicitando los servicios de: consulta, curación, inyección, toma de presión, sutura y atención de emergencia. De acuerdo a lo señalado por los entrevistados, los servicios por los que acudieron, el número de pacientes y el porcentaje de los mismos, se muestran en el Cuadro 2.

Categoría	Frecuencia
Menos de un año	0
1 año a - 6 años	2
6 años a – 13 años	3
13 años a – 19 años	8
19 años a - 30 años	19
30 años a - de 60	19
60 años o más	4
<b>Total</b>	<b>55 pacientes</b>

Cuadro 1. Distribución por grupos de edad.

Servicio solicitado	Número de pacientes	Porcentaje %
Atención de emergencia	4	7.27
Consulta	15	27.27
Curación	9	16.36
Inyección	15	27.27
Toma de presión	6	10.91
Sutura	6	10.91
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100.00 %</b>

Univers



### III. RESULTADOS

Los resultados con relación al trato digno del paciente, se dividen en tres partes que son; atención oportuna, información proporcionada y trato recibido.

#### *Atención oportuna (tiempo de espera)*

Con relación a la atención oportuna, se le cuestionó al paciente acerca de qué tan satisfecho se encontraba en cuanto al tiempo que tuvieron que esperar para recibir la atención médica, siendo las opciones de respuestas nada satisfecho, poco satisfecho, indiferente, satisfecho y totalmente satisfecho. La mayoría de los pacientes (83.33%) se ubicaron en satisfechos, y un 14.81% en totalmente satisfecho, y sólo un paciente afirmó de forma indiferente (1.86%). Al agrupar a los usuarios satisfechos y totalmente satisfechos, se alcanza el 98.14%.

En el tiempo de espera para recibir atención el 80% de los hombres estuvieron satisfechos, cinco de ellos estuvieron totalmente satisfechos (20%). Por otra parte, de las mujeres que contestaron esta pregunta (30), 25 de ellas dijeron estar satisfechas con el tiempo de espera (83.33%), sólo tres estuvieron totalmente satisfechas (10%), y una dijo estar indiferente ante esta situación. Lo anterior muestra una diferencia de 10%, en cuanto a que una proporción mayor de los hombres (20%) expresaron estar totalmente satisfechos, en comparación con las mujeres (10%), además de que la persona que expresó indiferencia fue mujer.

#### *Información proporcionada*

Acerca de la información que se le proporcionó al paciente, se dividió en dos partes, una pregunta, se le hizo a todos los entrevistados, ésta fue con relación a la satisfacción acerca de la explicaciones de todos los cuidados que debe seguir el paciente; hubo cuatro entrevistados que no respondieron a esta pregunta, la distribución en cuanto al nivel de satisfacción se presenta en el Cuadro 3:

La otra pregunta de la información proporcionada fue sobre el tratamiento a seguir, ésta, no se hizo a todos los pacientes, debido a que no todos recibieron un tratamiento, esto dependía del tipo de atención que recibieron. En este documento solamente se presentan los resultados de la pregunta que se hizo a todos los pacientes y que fue respondida por 51 de ellos.

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
<b>Totalmente satisfecho</b>	12	23.53%
<b>Satisfecho</b>	38	74.51%
<b>Indiferente</b>	1	1.96%
<b>Poco satisfecho</b>	0	0.00%
<b>Nada satisfecho</b>	0	0.00%
<b>Totales</b>	51	100.00%

Cuadro 3. Nivel de satisfacción en cuanto a las explicaciones de los

Un 74.51% de los pacientes dijeron estar satisfechos y 23.53% totalmente satisfechos, si se suman ambos resultados, se concluye que 98.04% de los entrevistados estuvieron satisfechos o totalmente satisfechos. Sólo uno de los pacientes dijo ser indiferente a lo que se le preguntó con relación a las explicaciones de los cuidados a seguir.

Como puede apreciarse, hubo un porcentaje ligeramente mayor de entrevistados totalmente satisfechos con relación a las explicaciones sobre los cuidados a seguir (23.53%) en comparación con el tiempo de espera (14.81%)

#### *Trato recibido en el servicio*

El otro aspecto que se considera en el trato digno a los pacientes, es el trato que reciben en general, cuando acuden a solicitar atención médica. La satisfacción de este aspecto la respondieron 54 personas, 25 hombres y 29 mujeres; que se distribuyen en cuanto al nivel de satisfacción como se indica en el Cuadro 4,

En esta pregunta, aunque el porcentaje de los totalmente satisfechos es un poco mayor al que se refiere a las explicaciones recibidas, el porcentaje de usuarios agrupados en las categorías totalmente satisfecho y satisfecho es un poco menor a las anteriores (96.30%), debido a que hubo una persona que dijo estar poco satisfecha.

<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Totalmente Satisfecho</b>	14	25.93%
<b>Satisfecho</b>	38	70.37%
<b>Indiferente</b>	1	1.85%
<b>Poco satisfecho</b>	1	1.85%
<b>Nada satisfecho</b>	0	0.00%
<b>Totales</b>	54	100.00%

Cuadro 4. Satisfacción en cuanto al trato recibido

#### IV. COMENTARIOS FINALES

##### *Resumen de resultados*

El estudio realizado en la Delegación de la Cruz Roja en Xalapa, Ver., da como resultado en la muestra que el 98.14% de los usuarios del servicio, se encuentran satisfechos o totalmente satisfechos con el tiempo de espera, acerca de las explicaciones sobre los cuidados que deben seguir, el 98.04% están satisfechos o totalmente satisfechos y así también con el trato que recibieron, en esta categoría está el 96.30% de los entrevistados. En el trato recibido, el porcentaje es aproximadamente menor en 2% a los resultados de los otros factores.

##### *Conclusiones*

Aunque la Cruz Roja en Xalapa no cuenta con todo lo necesario para dar atención a los usuarios, las personas que han utilizado el servicio, tienen opinión bastante favorable de lo que recibieron. Esta es una fortaleza que se podría aprovechar para tratar de tener un mayor número de usuarios, ya que la demanda de los servicios en el consultorio es baja y, como consecuencia, los ingresos por este concepto son escasos.

##### *Recomendaciones*

Una recomendación que se puede dar al consejo de esta Delegación, es promover los servicios con los que cuenta, ya que al incrementar los usuarios, se incrementarían sus ingresos. Aunado a lo anterior, también se recomienda llevar a cabo una campaña para promover que más personas hagan donativos con regularidad para el sostenimiento de la institución y también para poder invertir en lo necesario para ofrecer más servicios.

También se recomienda organizar algunas conferencias en la institución donde se hizo el estudio para dar a conocer entre el personal que labora en el lugar, lo relacionado con calidad en atención en los servicio de salud y el trato digno o adecuado hacia los usuarios de los servicios que se ofrezcan.

#### V. REFERENCIAS

Convocatoria del Premio Nacional de Calidad en Salud en línea. Consultado por Internet el 24 de noviembre de 2008. Dirección de Internet: [http://www.calidad.salud.gob.mx/dctos/calidad/pnc\\_2008.pdf](http://www.calidad.salud.gob.mx/dctos/calidad/pnc_2008.pdf)

Estados Unidos Mexicanos (2007). *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*. Consultado por Internet en junio de 2008. Dirección de Internet: <http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/igualdad-de-oportunidades/salud.html>

La crónica. Martes 30 de Septiembre de 2008. Consultado por Internet en abril de 2009. Dirección de Internet: [http://www.cronica.com.mx/nota.php?id\\_notas=388218](http://www.cronica.com.mx/nota.php?id_notas=388218)

Salud México Estado de Colima. (2002). Consultado por Internet el 28 de septiembre de 2008. Dirección de Internet: <http://www.salud.col.gob.mx/documentos/INFOESTR.PDF>

Secretaría de Salud. (2001). *Programa nacional de salud 2001-2006*. Consultado el 4 de noviembre de 2008 en el sitio:

[http://www.salud.gob.mx/docprog/estrategia\\_4/cruzada\\_nal\\_salud.pdf](http://www.salud.gob.mx/docprog/estrategia_4/cruzada_nal_salud.pdf)

Trato digno. *Definición del indicador*. Consultado el 27 de Septiembre de 2008 en el sitio:  
<http://www.calidad.salud.gob.mx/doctos/calidad/indicador3.pdf>

Villalpando Casas, José de J. y Elizabeth Ferreira Guerrero. "Medigraphic Artemisa en línea". (Octubre-diciembre de 2007). *Fomentemos el trato digno al paciente y su familia*. Volumen 20 No. 4. pp. 239-240. Consultado el 6 de marzo de 2009 del sitio:  
<http://www.medigraphic.com/pdfs/iner/in-2007/in074a.pdf>

Zúñiga, Eloy. Argonmexico. Agencia informativa especializada. (2008) *Entrega Ssa Premio Nacional de Calidad en Salud*, 28 de septiembre de 2008, consultado el 20 de julio de 2009 en el sitio: <http://www.argonmexico.com/salud/entrega-ssa-premio-nacional-en-calidad-de-salud-2.html>

## PREVALENCIA DE LOS PATRONES OCLUSALES

C.D. \*Soledad Guzmán Andrade M.S.P. MTRA.\*Leticia Tiburcio Morteo,\*MTRA. Clara Luz Parra Uscanga,\*MTRO. José Antonio Sosa Delfín, COASESORAS: MTRA. \*Clara Elodia Loyo Wolf, MTRA.\*\* Antonia Barranca Enriquez

Participantes:\*\*\* Pablo Uscanga López

\*Catedrática de la Facultad de Odontología Región, Veracruz.

\*\* Cordinadora del Centro de Estudios de Servicios de Salud (CEESS)

\*\*\* Estudiante de Odontología

Introducción: Siendo la mal oclusión un problema de Salud Pública que ocupa el 3er. Lugar a nivel mundial<sup>1</sup>, se requiere valorar el problema de los patrones oclusales. Existe una ausencia de evidencia científica con respecto a la fisiopatología, epidemiología, etiología, diagnóstico y manejo de los Transtornos Temporomandibulares (TTM). La relación de factores oclusales con TTM, ha sido ampliamente investigada para establecer algún tipo de relación causal con la presencia de un cuadro disfuncional. Tal es el caso de los movimientos laterales funcionales de la mandíbula, ante los cuales la mayoría de las investigaciones han establecido como parámetro de normalidad la presencia de una guía canina; medida en términos generales<sup>2</sup>. El sobrepase anterior y canino constituye, junto con el resalte, un elemento morfológico integrante de la guía anterior. El sobrepase canino debe ser, por regla general, mayor que en los incisivos, y el resalte canino debe ser menor o igual que el incisivo. Este criterio coincide con varios autores.<sup>3-4</sup> Uno de los objetivos fundamentales del tratamiento debe ser lograr la desoclusión posterior correcta, en cuanto a velocidad (resalte) y magnitud en que se exprese (sobrepase).<sup>5</sup> Se debe ser cuidadoso en la combinación resalte-sobrepase, pues existen valores a partir de los cuales no permite una función correcta, y sus diferentes combinaciones e interacción con las otras variables como la relación de caninos, son las que determinan la funcionalidad de la oclusión, o sea, no es una variable por sí sola o su valor numérico el que determina que sea funcional, sino la combinación del conjunto de varias de ellas durante la función mandibular. Por ello no se pueden plantear valores absolutos o estándares para cada una de las variables<sup>6</sup>, porque lo que es funcional para un individuo, puede ser lesivo para otro, por lo tanto, los análisis oclusales tienen que ser individuales y no debemos establecer normas absolutas de obligatorio cumplimiento en la totalidad de los casos.<sup>1-2</sup> Debemos de tener siempre presente que

<sup>1</sup> Felice, y. Malpica, E. Caracterización de las Maloclusiones en la Población. Atendida en el Área de Ortopedia Dentofacial de la Facultad de Odontología de La Universidad de Carabobo Valencia 1994-2000. Carabobo Valencia, 2000.

<sup>2</sup> Fernando Alfonso Ortiz Culca. Tesis de maestría "Patrone de contacto oclusal en posiciones intermedias y su relación con la disfunción craneomandibular en individuos jóvenes con dentición natural completa." Facultad de Odontología de San Martín de Porres. Lima Perú 2004.

<sup>3</sup> Owens S, Buschang PH, Thorockmorton GS, Palmer L, English J. Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am J Orthop Dentofacial Orthop* 2002;(216):602-9.

<sup>4</sup> Capurso U. Dental occlusion and temporomandibular involvement rheumatic pathology. *Minerva Stomatol* 1999;4:327-35.

<sup>5</sup> Oles RD. Oclussal adjusment. *J Can dent Assoc* 1990;56(6):527-31.

<sup>6</sup> Pullinger g., Seligman A. "Quantification and validation of predictive values of occlusal variables in TMD using a multifactorial analysis". *J Prosthet Dent* 2000;(83): 66-75

los dientes anteriores tienen la importante tarea de proteger a los dientes posteriores. La mayoría de las investigaciones, están de acuerdo en que del lado de no trabajo, no deben existir normalmente, ningún contacto, en tanto que del lado de trabajo, el ideal es que sólo contacten los caninos. Es lo que se llama desoclusión canina en dientes naturales. Debido a que la oclusión en realidad exige el análisis de la desoclusión y por lo tanto el no contacto dentario, el término en éste caso debería ser más preciso y denominarse función canina, así como existe el término muy usual de función de grupo. La existencia de una función canina evita el desgaste de los dientes posteriores, lo que da mayor estabilidad oclusal y ayuda a prevenir parafunciones.<sup>3</sup>-

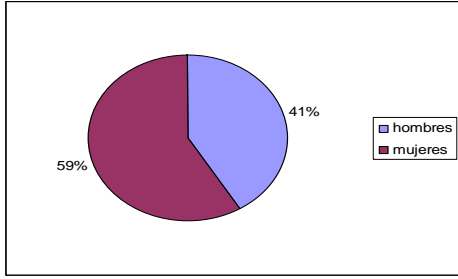
**Objetivo general y específicos:** a través de la realización de este proyecto de investigación se ha de conocer la prevalencia de los patrones oclusales durante los movimientos de lateralidad de la mandíbula en los jóvenes, de tal forma que se observará la función de los patrones oclusales que se presentan en la población de 18 a 24 años de edad que acudieron al examen de salud del CEES, alumnos de nuevo ingreso de la facultad de odontología Veracruz de la Universidad Veracruzana, con fines preventivos, además de determinar la frecuencia de guía canina y función de grupo así como identificación temprana de factores predisponentes de dicha población **Hipótesis:** Durante los movimientos de lateralidad, el patrón de oclusión ideal es la guía canina, y es la que se presenta con mayor frecuencia. **Variables:** edad, sexo, guía canina, función de grupo. **Material y método:** se realizó un estudio descriptivo, transversal, donde se examinaron los 90 alumnos entre los 18 a 20 años seleccionados de una población de 123 estudiantes de nuevo ingreso inscritos en la Facultad de Odontología Veracruz de la Universidad Veracruzana durante el periodo agosto 2007 febrero 2008, quienes llenaron un instrumento elaborados por los académicos que intervinieron en esta investigación. El instrumento utilizado para la recolección de datos nos permitió investigar en los alumnos de nuevo ingreso mediante la exploración clínica, si referían dolor temporomandibular al realizar excursiones de lateralidad, determinar cuantos presentaban protección canina, cuantos función de grupo y los tipos de relación molar de acuerdo a la clasificación de Angle, tipos de masticación, antecedentes traumáticos mandibulares, edad y sexo; en este instrumento se marcaba si o no a las siguientes interrogantes: Relación molar de Angle, Clase I; Clase II-División I, Clase II División II; Clase III., Protección Canina, Función de grupo, Dolor en movimientos laterales, masticación es apertura izquierda, masticación unilateral, masticación bilateral, antecedentes traumáticos mandibulares, administración de neurofármacos, Se analizó también la guía anterior, llevando los dientes anteriores de borde a borde y observando se desocluían los posteriores, además se contó con una ficha de identificación que nos arrojaba nombre, sexo y edad.

---

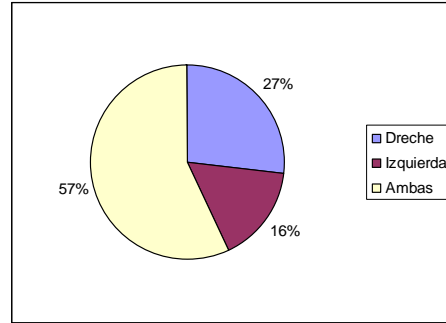
<sup>1</sup> Hunter BD, Toth RW. Centric relation registration using anterior desprogrammer in dentates patients. J Oral Rehabil 1999;8(1):51-61.

<sup>2</sup> Alamoudi N. Correlation between oral parafunction and temporomandibular disorders and emotional status among Saudi Children. J Clin Pediatr Dent 2001;26(1):71-80

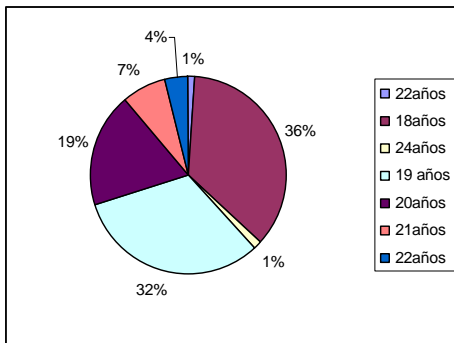
<sup>3</sup> Sture Lundquist, DDS, Bjorn Hedegard, DDS. “ Group function or Canina Protección”.The journal of prosthetic dentistry. Volume 91 No. 5, pag. 403, mayo 2004.



El gráfico 1 muestra que del total de la población encuestada el 59% son mujeres y el 41% son hombres

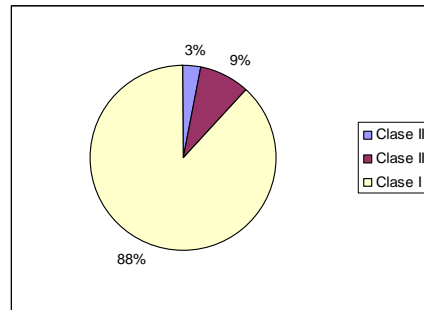


El gráfico 4 muestra que el 57% de los sujetos de estudio tienen protección canina en ambos lados, el 27% comprende a los sujetos que presentan protección canina derecha y el 16% de ellos presenta protección canina izquierda.

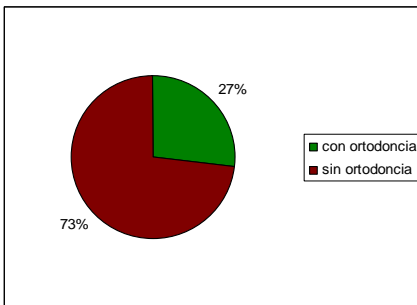


El gráfico 2 muestra que el 36% de los encuestados tienen 18 años, el 32% tienen 19 años, el 19% de ellos tienen 20 años, el 7% del total tienen 21 años, 4% de la población encuestada tienen 22 años y por último con porcentajes iguales del 1% se encuentran los que tienen 22 y 24 años.

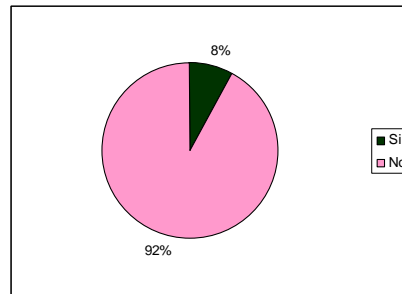
## RESULTADOS



En el gráfico 5 se muestra que el 88% de la población estudiada presentan oclusión en Clase I, el 9% se encontró con clase II y el 3% ocluyen en clase III.

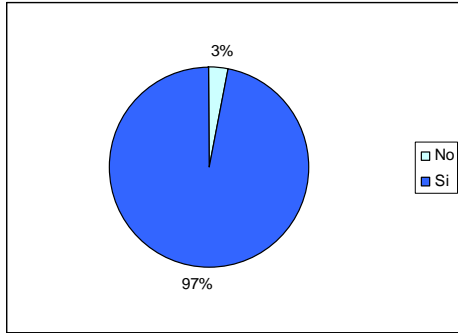


En el gráfico 3 se observa que el 73% de los encuestados no han tenido tratamiento de ortodoncia y el 27 de ellos sí

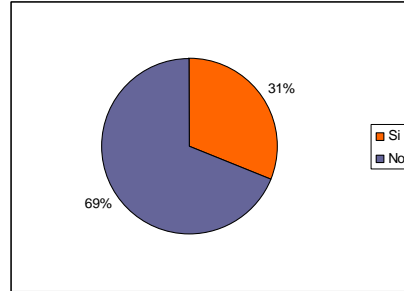


En el gráfico 6 se observa que el 92% de los casos presentan masticación en apretura y cierre y 8% no la presentan.

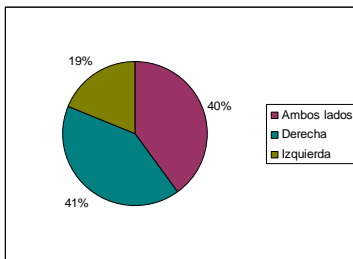




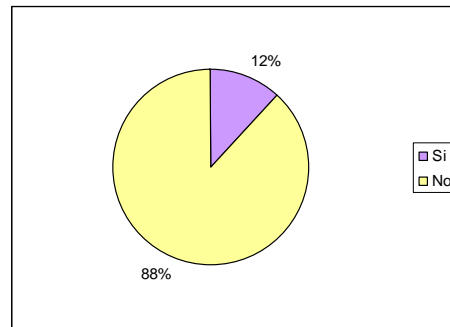
Como se aprecia en el gráfico 7, el 97% del total de los casos si tienen movimientos de literalidad y el 3% no la presentan.



En el gráfico 9, se observa que el 69% del total de la población estudiada no tienen paladar profundo y el 31% si lo tienen.



En el gráfico 8 se observa que el 41% de la población estudiada tienen preferencia masticatoria derecha, el 40% del total su preferencia masticatoria es en ambos lados y por último el 19% su preferencia masticatoria es del lado izquierdo.



Se observa en el gráfico 10, que el 88% de los casos estudiados no presentan mordida cruzada posterior y el 12% de ellos si la presentan.

### Conclusión:

Con base en los resultados obtenidos de los 90 alumnos examinados se pudo constatar que la prevalencia de los patrones oclusales durante los movimientos de lateralidad de la mandíbula en los jóvenes de la población de 18 a 24 años de edad que acudieron al examen de salud del CEES, siendo alumnos de nuevo ingreso de la facultad de odontología Veracruz de la Universidad Veracruzana del periodo de agosto 2007, se concluye que predominó la protección canina en ambos lados derecho e izquierdo representada con un 57% (52) de los sujetos observados, así como la Clase I de Angle la cual fue de un 88% (79) de los casos estudiados. Siendo el 43% (38) los que se encontraron con función de grupo. No obstante dentro de los factores predisponentes de dicha población se encontró que el 41% (37) tiene preferencia masticatoria derecha y el 19% (17) por el lado izquierdo, los cuales se deberán realizar estudios explicativos posteriores para determinar la causa de dicha situación y realizar los tratamientos pertinentes según el caso. Estos mismos casos tantos los que relataron la preferencia de masticas por el lado derecho o el izquierdo y no por ambos lados refirieron dolor en la articulación temporomandibular. De tal forma que se puede inferir que el 62% tiene trastornos temporomandibulares (TTM). Cabe mencionar que el 64% (57) de los sujetos estudiados no lograban la desoclusión posterior cuando llevaban los dientes anteriores de borde a borde.

## Bibliografía

- 1.-Owens S, Buschang PH, Thorockmorton GS, Palmer L, English J. Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am J Orthop Dentofacial Orthop* 2002;(216):602-9.
- 2.-Capurso U. Dental occlusion and temporomandibular involvement rheumatic pathology. *Minerva Stomatol* 1999;4:327-35.
- 3.-Oles RD. Oclussal adjsument. *J Can dent Assoc* 1990;56(6):527-31.
- 4.-Hunter BD, Toth RW. Centric relation registration using anterior desprogrammer in dentates patiens. *J Oral Rehabil* 1999;8(1):51-61.
- 5.-Alamoudi N. Correlation between oral parafunction and temporomandibular disorders and emotional status among Saudi Children. *J Clin Pediatr Dent* 2001;26(1):71-80
- 6.-Fernando Alfonso Ortiz Culca. Tesis de maestría "Patrone de contacto oclusal en posiciones intermedias y su relación con la disfunción craneomandibular en individuos jóvenes con dentición natural completa." Facultad de Odontología de San Martín de Porres. Lima Perú 2004.
- 7.-Sture Lundquist, DDS, Bjorn Hedegard, DDS. " Group function or Canina Protección". *The journal of prosthetic dentistry*. Volume 91 No. 5, pag. 403, mayo 2004.
- 8.-Jeffrey P. Okeson " Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. Ed. Mosby. Pag. 472. 2006.
- 9.-PULLINGER G., SELIGMAN A.: Quantification and validation of predictive values of occlusal variables in TMD using a multifactorial analysis. *J Prosthet Dent* 2000;(83): 66-75
- 10.-Felice, y. Malpica, E. Caracterización de las Maloclusiones en la Población. Atendida en el Área de Ortopedia Dentofacial de la Facultad de Odontología de La Universidad de Carabobo Valencia 1994-2000. Carabobo Valencia, 2000.

## **Analgesia Obstétrica espinal-epidural con Ropivacaína fentanyl VS Analgesia epidural con Ropivacaína Fentanyl**

Mtra Rosa María Torres Hernández<sup>1</sup>, Dr. Adolfo Raygadas Crespo<sup>2</sup>

### **Resumen**

**Título:** Analgesia Obstétrica espinal-epidural con Ropivacaína fentanyl VS Analgesia epidural con Ropivacaína fentanyl.

**Autor:** Adolfo Raygadas Crespo. Rosa María Torres Hernández

**Material y Métodos:** Se efectuó un ensayo clínico controlado en 60 pacientes embarazadas en trabajo de parto, se dividieron aleatoriamente en dos grupos grupo I Ropivacaína al 2% 3 mg mas fentanilo 25 mcg intatecal y grupo II Ropivacaína al 2% 18 mg mas 50 mcg de fentayl eperidural. Se midió el dolor con la escala Analógica Visual, bloqueo motor, presión arterial y frecuencia cardiaca

**Resultados:** El EVA de 0 en grupo a los 40 seg. Grupo 2  $11 \pm 3.2$  min. ( $p < 0.05$ ). TA grupo I  $125.4 \pm 12.3$  mmHg y grupo 2  $136 \pm 8.8$  mmHg

**Conclusiones:** La analgesia combinada espinal-peridural con ropivacaína mas fentanilo intratecal produce la disminución del dolor a partir del primer minuto, no se presentan cambios hemodinámicas

**Palabras Clave:** Analgesia obstétrica, Ropivacaína fentanyl intratecal, eperidural

### **Introducción**

El dolor durante el trabajo de parto ocasiona en la paciente embarazada una serie de cambios en la homeostasis y estado emocional, los que de no ser abolidos o controlados pueden deteriorar el bienestar materno-fetal. La población obstétrica ocupa una parte importante en la práctica de la anestesia por lo que es necesario optimizar la técnica y la dosificación de los agentes anestésicos utilizados, sin alterar la calidad de la analgesia ni el curso del trabajo de parto. La transmisión periférica del dolor en el primer estadio del trabajo de parto es principalmente visceral el del segundo es somático, los nociceptores son mecanorreceptores que bruscamente incrementan su frecuencia de descarga durante la contracción uterina. Los impulsos dolorosos provenientes del cuello y del segmento uterino son producidos por la tracción de músculos y ligamentos de vagina y periné son transmitidos por fibras A $\delta$  y C. la transmisión central por fibras aferentes de las láminas I, II y V del asta posterior al tracto neoespinoitalámico hacia la corteza somatosensorial . (1,2)

La analgesia epidural y la analgesia combinada espina-epidural son técnicas que bloquean segmentaria y transitoriamente la conducción nerviosa. (6-9) La aplicación de dosis de opiodes y anestésico local proporciona un bloqueo sensorial muy selectivo sin bloqueo motor lo que permite a las parturientas deambular durante la primera etapa de trabajo de parto. (3-8) La ropivacaína es un anestésico local del grupo amida es produce un bloqueo sensitivo-motor con predominio de fibras C sobre las A, menor toxicidad en el SNC (7-13)

El objetivo del estudio determinar la eficacia de la Ropivacaína fentanyl espinal-epidural VS Ropivacaína Fentanyl epidural en analgesia Obstétrica

### **Material y Métodos.**

Se efectuó un ensayo clínico controlado en 60 pacientes en trabajo de parto en el área de Toco cirugía del Hospital Regional Veracruz, con previa autorización de las pacientes con carta de consentimiento informado y autorización del comité local de investigación. La selección de las pacientes con los criterios de inclusión ASA I y II, primigesta, edad gestacional 37-42 semanas, edad matera de 15-32 años, trabajo de parto con inicio espontáneo y en fase activa. Los criterios de no inclusión, pacientes con peso mayor de 100 Kg., dilatación cervical menor de 3

<sup>1</sup> Mtra Rosa María Torres Hernández es Catedrática de la Facultad de Medicina Región Veracruz. Universidad Veracruzana. Veracruz ros\_torres@hotmail.com

<sup>2</sup> Dr. Adolfo Raygadas Crespo es Residente de Anestesiología. Hospital Regional Veracruz SSA plaquetita@hotmail.com

cm., cesárea anterior, toxemia del embarazo, diabetes, ruptura de membranas, recuento plaquetas menor a 150,000. En el área Tococirugia se aplica hidratación con solución de Lactato de Ringer 500 ml, posteriormente las pacientes se colocan en decubito lateral izquierdo se efectúa asepsia y antisepsia de la región lumbar, con yodo povidona en L1-L2. Las pacientes se dividen en dos grupos en forma aleatoria el grupo I (n=30) Ropivacaína al 2% 3 mg mas 25 mcg de fenil (volumen 2 ml) en espacio subaracnoideo con aguja Witacre # 25 y catéter inerte peridural con aguja de Touhy 18 , y al grupo II (n = 30) ) Ropivacaína al 2% 18 mg mas 50 mcg de fenil es espacio epidural con aguja de Touhy 18, colocación de catéter peridural inerte para dosis subsecuentes. Se midió presión arterial, frecuencia cardiaca, se registró la intensidad del dolor mediante una escala visual análoga (EVA) de 0 a 10, en donde 0 = ausencia del dolor y 10 = dolor severo;, Saturación de oxígeno y dilatación cervical basal a los 10, 30 y 60 minutos. El análisis estadístico medidas de tendencia central media y desviación estándar, para diferencia de medias prueba t de Student

## Resultados

Las características demográficas de las pacientes la edad en el grupo I 23.6± 6.26 años para el grupo II 24.8±7.1 años. El peso en el grupo I 76.4±12.5 Kg. en el grupo II 77.5±8.9 Kg. el porcentaje de borramientocervical era promedio de 82 + 7% y la dilatación cervical de 6.5 + 0.8 cm (cuadro 1)

La frecuencia cardiaca fetal no registro cambios significativos con respecto a la medición basal grupo I 141.4±8.42 Lat. por min. grupo II 144.2±9.24 Lat. por min. La presión arterial sistólica basal en el grupo I 125.4±12.3 mmHg en el grupo II 136.2±8.8 mmHg. (p<0.05) A los 10 min el grupo I 113.3±5.1 mmHg y el grupo II 127.1±9.1 mmHg,. A los 30 min en el grupo I 112.3±11.2 mmHg y grupo II 120.6±9.2 mmHg (p<0.05). (figura 1)

La tensión arterial diastólica. la frecuencia cardíaca materna y fetal no presentaron cambios.

La escala analógica visual antes de la aplicación del bloqueo ambos grupos presentaron dolor a una escala de 10 puntos, a los 10 min posterior del bloqueo el grupo I la EVA de 0 puntos, en el grupo II EVA 6 puntos (p<0.05), a los 60 min el grupo I cinco pacientes con escala 3 y 28 en escala de 0 (figura 2)

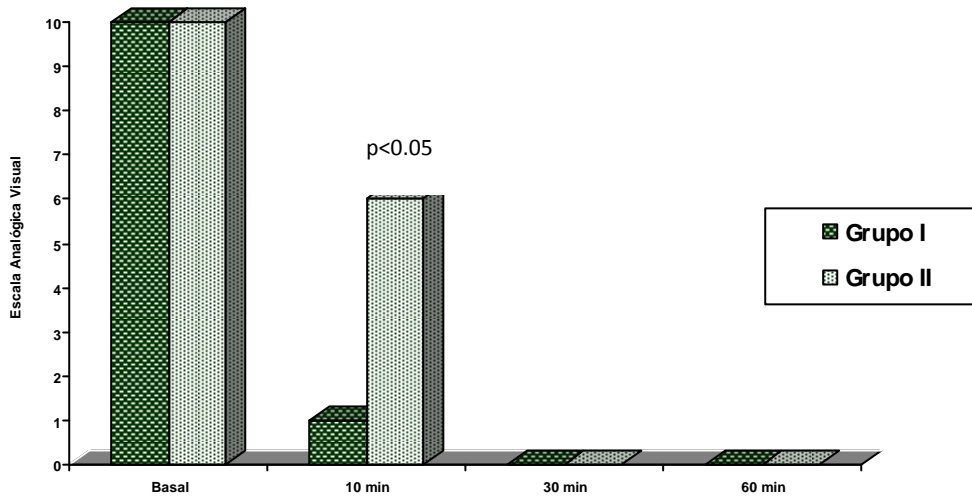
## DISCUSIÓN

La técnica bloqueo espinal-epidural con el anestésico Ropivacaína adicionada con un opiáceo produjo una disminución en la percepción del dolor en menor tiempo, así como disminuyó la duración del trabajo de parto. Norris et al menciona la adición de narcótico tiene efecto selectivo en concentraciones muy bajas, de manera semejante a los que tienen las hormonas y los neurotransmisores, en el sistema nervioso central y periférico. (1,11) Una ventaja de la anestesia combinada fue el tiempo de latencia corto se manifestó en la puntuación de la escala analógica visual En la anestesia regional subaracnoidea para cesárea es de suma importancia utilizar el anestésico local que brinde una mayor duración del efecto analgésico con un mínimo de efectos colaterales y un riesgo bajo de toxicidad para el binomio madre/hijo, ropivacaína parece tener este perfil (10. 12. 13)

## Bibliografía

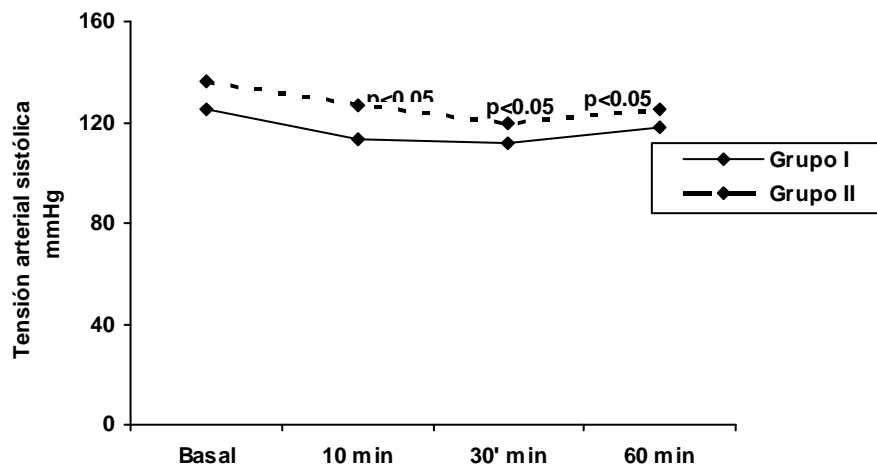
1. Rocha LG. Mecanismo del dolor en trabajo de parto. Mark C Norris. Editor Anestesia Obstétrica. Segunda edición mcGraw-Hill Interamericana 2001: 247-259
2. Cutaneo A. El Anestesiólogo en el trabajo de parto. Rev Col de Anestesiología 1996: 24:85-87
3. Torre MR Perez MP Analgesia epidural del parto : Ropivacaína va Bupivacaína. Rev Soc. Española del Dolor 2002;9:441-446
4. Fernandez GJ, Garcia VS, Gómez AJ Técnica combinada subaracnoidea-epidural para analgesia obstetrica. Rev Esp Anestesiología y Reanim 2000;47:207-215
5. Sanchez MC. Uribarri FJ. Analgesia epidural para el trabajo de parto, utilizando bajas dosis de bupivacaína y Fentanilo Rev Soc. Española del Dolor 1999;6:406-41
6. Dominguez RA. Huerta FJ Garcia M miron MF. Influencia del empleo de opioides durante el parto Rev Soc. Española del Dolor 2005;12:340-347
7. Brills Gurman GM Fisher A. A history of neuroaxial administration of analgesia and opioids. Eur J Anesthesiology;21:329-330
8. Bernards CM Understanding the psychology and pharmacology of epidural and intratecal opioids. Best Practice and Research Clinical Anesthesiology 2002;16:489-505

9. Hogan QH anatomy examined by cryomicrotome section influence of age, vertebral level and disease. *Regional Anesthesia* 1996;21:395-406
10. Losada PJ. Insignares J. Menendez A. Estudio comparativo de anestesia obstétrica por infusión peridural continua Bupivacaína VS Bupivacaína-fentanyl. *Rev Col Anestesiología* 1994; 22: 212-213
11. Norris M. C., Arkoosh V. A.; Spinal opioid Analgesia for Labor; *Int. Anesthesiol Clin*; 1994; 84 (6): 931-81.
12. Rust LA; Waring RW; Hall GL; Nelson EI. Intrathecal Narcotics for Obstetrics Analgesia in Community Hospital; *Obstetric Gynecol*; 1994; 170 (6): 1643-6.
13. Marron PM, Rivera FJ. Ropivacaína neuroaxial para operación cesárea. Artículo de Revisión *Revista Mexicana de Anestesiología* 2008;31:133-138



Prueba  $X^2$

Figura 1. Escala analógica visual en analgesia obstétrica mixta con Ropivacaina fentanilo espinal peridural VS analgesia peridural con ropivacaina fentanyl



Prueba t de Student

Figura 2. Presión arterial sistólica en analgesia obstétrica mixta con Ropivacaina fentanilo espinal-peridural VS analgesia peridural con ropivacaina fentanyl



## “Estrés laboral en personal de enfermería del Hospital Español de Beneficencia de la Cd. de Veracruz, Veracruz, México”

Norma Alicia Riego Azuara M.I.E.<sup>1</sup>, M.C.E. Amelia Sánchez Espinosa<sup>2</sup>, M.I.E. Blanca Flor Fernández<sup>3</sup>, M.I.E. Silvia G. Santos Arceo<sup>4</sup>.

**Resumen-** Existe interés por estudiar el estrés y factores relacionados con la salud de los trabajadores de Enfermería quienes presentan mayores probabilidades de padecerlo. Objetivo determinar la presencia de estrés laboral en personal de enfermería. Variable estrés laboral. Estudio cuantitativo, descriptivo y transversal. El análisis de datos se realizó con el paquete estadístico SPSS. Versión 15.0. Área de estudio hospital de segundo nivel, población 64 enfermeras. Se aplicó el cuestionario “*The nursing stress scale*” traducido y adaptado al español. Media de edad 29 años, promedio de 7 años laborando y 3 años en la institución actual. 45% tiene otro trabajo, en el sector público. 53% es de contrato. Los estresores encontrados se relacionaron con el ambiente físico, psicológico y social.

**Palabras claves-** estrés, estrés laboral, personal de enfermería,

### I.-INTRODUCCIÓN

Hoy se reconoce ampliamente que el estrés es un fenómeno adaptativo del ser humano que contribuye en gran medida a su supervivencia, a un adecuado rendimiento de sus actividades y a un desempeño eficaz en muchas esferas de la vida, desafortunadamente en la actualidad las presiones de tipo económico, las excesivas cargas de trabajo, la lucha por la competitividad y los cambiantes y acelerados estilos de vida, sobreexponen a las personas a altos niveles de estrés, pasando de ser mecanismo natural de defensa del organismo a factor de riesgo de enfermedad.

Así el estrés se ha convertido en uno de los riesgos laborales más importantes en el ámbito hospitalario, llega a entorpecer desde el funcionamiento de los sentidos, la circulación y respiración, dañando por consecuencia la salud y el bienestar general, que requiere el profesional de enfermería para generar ámbitos laborales saludables, asertivos y competentes, en las delicadas tareas diarias que enfrenta.

Largas jornadas laborales, excesiva carga de trabajo, escaso personal capacitado, son algunos de los detonantes cotidianos que enfrenta el personal de enfermería dentro de una institución, convirtiéndolo en un sector potencialmente expuesto, razonamiento que precede la presente investigación, denominada “Estrés laboral en personal de enfermería del Hospital Español de Beneficencia de la Cd. de Veracruz, Veracruz, México”.

### VI. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Estudio de tipo descriptivo - transversal, realizado en 64 personas que laboran dentro de la plantilla de enfermería en los diferentes turnos del hospital privado. Para la recolección de datos se utilizó un cuestionario autoaplicado, elaborado por Pamela Gray-Toft y James G. Anderson denominado, The Nursing Stress Scale (NSS) en su adaptación al español: escala de estrés en enfermería, adaptación transcultural de la [escala](#) de medida de estresores laborales en [personal](#) de [enfermería](#) hospitalario. El

índice de confiabilidad interna del instrumento obtuvo un alfa de Crombach de 0.914 que demuestra que el instrumento es altamente confiable de acuerdo a dichos estándares.

La NSS mide los estresores percibidos con mayor frecuencia por el personal de enfermería que labora en los servicios de hospitalización, consta de 34 ítems, clasificados en siete factores que describen las situaciones potencialmente causantes de [estrés](#) en el ámbito de la [enfermería](#) a nivel hospitalario. Los factores se relacionan con el [ambiente](#) físico (carga de [trabajo](#)), con el ambiente psicológico ([muerte](#) y sufrimiento, preparación insuficiente, falta de apoyo e incertidumbre en el tratamiento) y con el ambiente social en el hospital, ( inadecuado manejo de las relaciones humanas entre el equipo de salud ). En cada ítem las posibles respuestas son: nunca (0), a veces (1), frecuentemente (2) y muy frecuentemente (3), se suman las puntuaciones obtenidas en cada uno de ellos y se obtiene un índice global, cuyo rango se encuentra entre 0 y 102, de forma que a mayor puntuación mayor índice de estrés.

La autoaplicación del instrumento se realizó en aproximadamente 20 minutos, precedida por un tríptico con información breve y concisa acerca de la investigación, así como por una firma de autorización para el cumplimiento del principio ético consentimiento informado. Para la captura y tabulación de datos se manejó el programa SPSS versión 15.0 en español y para su análisis la estadística descriptiva.

### III. DATOS DE LA POBLACIÓN

El mayor número de personas encuestadas se encuentra en el rango de edad que va de 24 a 28 años 44%, de 29 a 33 años 22% y en tercer lugar el rango de 19 a 23 16%, la media fue de 29, la mediana de 27, el mínimo de 19 años y el máximo de 56 años, lo que indica que la población encuestada es prácticamente joven y se comprueba al observar que la moda fue de 25 años.

El sexo de la población fue de predominio femenino en un 86 % y masculino 14%, el estado civil reportado con mayor frecuencia fue soltera en un 48%, casada 39%, madre soltera 8%, viudo 3% y separado 2%; un 42 % del personal refirió no tener hijos, el 30% tiene un hijo y solo el 14% tiene dos, en cuanto a los dependientes económicos el 20% tiene 1 familiar a su cargo, el 17% tiene 2 familiares y el 11% 3 familiares.

En cuanto a su formación académica se encontró con el grado de enfermera general a un 50 %, con licenciatura en enfermería 31 %, auxiliar de enfermería 15% y un 2% de especialistas, un 16% refirió estar estudiando actualmente y el 84 % no lo hacen.

Los puestos que desempeñan son en un 70% enfermera general, 14 % enfermera jefe de servicio, 11% auxiliar de enfermería, supervisora de turno y jefas de enfermera 2 % respectivamente y el 1% se encuentran como enfermeras especialistas.

Sobre los años trabajando como enfermeras, se pudo observar que el 55 % del personal tiene de 1 a 5 años, el 26 % tiene de 6 a 10 años, de 11 a 15 y 16-20 años 6% respectivamente, 3% de 26-30 años, el 2% de 21 a 25 y otro 2% de 31 a 35 años.

Acerca de la antigüedad dentro del hospital un 34 % tiene entre 1 - 5 años, el 11 % de 6 a 10 años, el 3% de 11 a 15 años y un 2% respectivamente de 16 a 20 y de 21 a 26 años; el tipo de contratación que señalan en un 44 % es de base, el 53 % labora por contrato y el 2 % es personal de confianza.

El servicio en el que mayor número de personas se desempeñan son: hospitalización con un 31%, quirófanos con un 17 %, urgencias 14%, el área de supervisión 10 % en maternidad 9%, Unidad Terapia Intensiva y hemodiálisis 4% respectivamente, cuneros 3% el área de check up, ginecología, jefatura de enfermeras y unidad cuidado intensivo neonatal 2%; el 45% cuenta con un segundo trabajo de los cuales el 27%, expresaron tenerlo en el sector público y 19 % en el sector privado.

#### IV. LA ENFERMERÍA Y EL ESTRÉS.

El Estrés laboral en personal de enfermería, se conceptualizó como la respuesta fisiológica, psicológica y de comportamiento del personal de enfermería, que intenta adaptarse y ajustarse a presiones internas y externas cuando se presenta un desajuste entre la persona, el puesto de trabajo y la propia institución laboral.

Por ser la Enfermería una profesión de ayuda y cuidados, posee altos niveles de responsabilidad, relaciones interpersonales y exigencias sociales, que la hacen sensiblemente vulnerable al estrés, una de ellas el atender directa y frecuentemente el dolor, la muerte y enfermedades de tipo terminal que le hacen experimentar frustración, entre otras muchas sensaciones y estar sometida con ello potencialmente a altos estresores en su ambiente laboral.

#### V. AMBIENTES ESTRESORES

Los indicadores de la variable Estrés Laboral en Personal de Enfermería, para detectar los estresores se agrupan para su estudio desde la NSS, en tres categorías: Ambiente físico, Ambiente psicológico y Ambiente social.

El Ambiente físico: Es el estrés por sobre estimulación. Se presenta por exigencias psicosensoriales violentas, simultaneas, numerosas, persistentes y variables. Exigen una adaptación fuera del límite normal, por ejemplo: largas jornadas laborales, excesiva carga de trabajo, carencia de material e insumos así como de personal, entre otros.

Ambiente psicológico: Muerte y sufrimiento de los pacientes, preparación inadecuada para afrontar las necesidades emocionales de los pacientes y sus familias, falta de apoyo personal, incertidumbre relativa a los tratamientos.

Ambiente social: Conflicto con los médicos, otros enfermeros y supervisores. Conjunto de hechos sociales externos al individuo que afectan su comportamiento.

#### VI. RESULTADOS

Se encontró con base a la escala N. S. S, que el estrés laboral se presentó en el 45 % de las personas encuestadas, de las cuales un 27% estuvo relacionada con el ambiente físico, sobresaliendo como frecuente el hecho que reincidentemente cambian temporalmente a otro servicio por falta de personal; en relación al ambiente psicológico, se detectó en el 10% de los casos referido como frecuentes situaciones, las interrupciones en la realización de sus tareas o situaciones de conflicto disciplinar, como cuando el médico se encuentra ausente en una urgencia de su competencia profesional o cuando un paciente está agonizando. Respecto al ambiente social, un 17% expresó como situación estresante muy frecuentemente la dificultad para trabajar con uno o varios compañeros de otros servicios o en ocasiones recibir información insuficiente acerca del estado clínico de un paciente a su cuidado.

#### VII. RECOMENDACIONES

Reducir y prevenir el estrés es posible aprendiendo a reconocer una situación de estrés. Cada individuo es único por naturaleza por lo tanto, a cada persona le estresan situaciones diferentes, por consiguiente, reaccionan de manera distinta. Conviene definir y aplicar un plan personalizado de gestión y reducción del estrés, en función de la naturaleza del factor estresante y del efecto sobre quien lo sufre. Se sugieren: Talleres de pintura, relajación o por lo menos un horario mas flexible para reposar y descansar entre turnos, programas de salud mental y ejercicios para el manejo del estrés,

Musicoterapia como opción para provocar una serie de cambios fisiológicos que beneficien el ritmo cardiaco, respiratorio incluso la piel, la presión sanguínea, el nivel de hormonas, la respuesta inmune y la actividad cerebral y la aromaterapia como método para extender la calma en el lugar de trabajo.

## VIII.- BIBLIOGRAFÍA

- lazares & folkman “estrés y proceso cognitivo”\_ 1986. Edit. Martínez roca.
- Cungi Charly “estrés bajo control” 2007. Edit. Larousse, S. A. de C. V.
- Wilson Paul “manual del antiestrés” 2000. Edit. Plaza & Janes, S. A.
- Enríquez H. Claudia Beatriz y Cols., “estresores laborales en personal de enfermería identificados mediante una escala de adaptación” no. 3 volumen 17 2009. Edit. Cmd.
- Bolger, N. (1990). Coping as a personality process: A prospective study. *Journal of Personality and Social Psychology*. (afrentamiento como proceso personal: estudio prospectivo. *Diario de la personalidad y psicología social*).
- Kobasa, S. (1979). Stressful life events, personality and health: An inquiry into hardiness. *Journal of Personality and Social Psychology*. (Eventos de vida estresantes, la personalidad y salud: una investigación en resistencia. *Diario de la Personalidad y Psicología Social*)
- <http://www.monografias.com/trabajos/stress/stress.shtml>
- <http://www.saludparati.com/estres1c.htm>
- [www.ucm.es/info/seas/estres\\_lab/consecue.htm](http://www.ucm.es/info/seas/estres_lab/consecue.htm)
- <http://www.taringa.net/posts/info/1004797/informe-sobre-estres.html>
- <http://www.calmcentre.com>

## AUTORES

- <sup>1</sup> M.I.E Norma Alicia Riego Azuara. Académico de carrera de tiempo completo de la Facultad de Enfermería de la Universidad Veracruzana, Región Veracruz. Veracruz, Ver. México. Líder del Cuerpo Académico “Desarrollo humano”. [nazuara@yahoo.com.mx](mailto:nazuara@yahoo.com.mx)
- <sup>2</sup> M.C.E. Amelia Sánchez Espinosa. Académico de carrera de tiempo completo de la Facultad de Enfermería de la Universidad Veracruzana, Región Veracruz. Veracruz, Ver. México. [ameliasanchezespino@yahoo.com.mx](mailto:ameliasanchezespino@yahoo.com.mx)
- <sup>3</sup> M.I.E. Blanca Flor Fernández. Académico de carrera de tiempo completo de la Facultad de Enfermería de la Universidad Veracruzana, Región Veracruz. Veracruz, Ver. México. [blanca\\_fernandez75@hotmail.com](mailto:blanca_fernandez75@hotmail.com)
- <sup>4</sup> M.I.E. Silvia G. Santos Arceo. Académico de carrera de tiempo completo de la Facultad de Enfermería de la Universidad Veracruzana, Región Veracruz. Veracruz, Ver. México. [Sisaar\\_ge@hotmail.com](mailto:Sisaar_ge@hotmail.com)

## Diagnóstico del virus de la Hepatitis C usando una reacción en cadena de la polimerasa transcriptasa reversa RT-PCR casera: comparación con el ensayo inmunoenzimático ELISA.

Mara Elisa Salazar Calderón PhD<sup>1</sup>, Dr. Manuel Hurtado Capetillo<sup>2</sup> y Q.C. Lorena Patraca González<sup>3</sup>

**Resumen**— El presente trabajo evaluó la prueba diagnóstica comercial por ensayo inmunoenzimático (ELISA) para el diagnóstico de la infección por el virus de la hepatitis C comparando los resultados con una RT-PCR casera. El estudio se llevo a cabo en pacientes del Centro de Estudios y Servicios en Salud de la Universidad Veracruzana. Se encontró por ELISA 55% pacientes positivos, 40% negativos y 5% indeterminados. Por el método RT-PCR, el 55% resultaron positivos y el 45% negativos. La sensibilidad de la RT-PCR encontrada fue de 91.67% probablemente a que ELISA presenta algún Falso positivo. El índice Kappa para ELISA/RT-PCR fue de 0.90 con un nivel de significancia estadística de  $P=0.000003$ . La especificidad que se obtuvo fue de 100%.

**Palabras claves**—Virus Hepatitis C, RT-PCR, ELISA.

### I. INTRODUCCIÓN

La infección por el virus de la hepatitis C (VHC) es en la actualidad la causa de enfermedad hepática de mayor importancia a escala mundial<sup>1</sup>, estimándose una cifra aproximada de 300 millones de personas infectadas en el mundo<sup>2</sup>. Solo en USA esta infección es responsable de 10,000 muertes anuales constituyendo además la primera causa de indicación de transplante hepático en ese país<sup>2</sup>.

Debido a la elevada proporción de pacientes asintomáticos y a la lenta progresión de la enfermedad hepática es frecuente que el diagnóstico se realice de forma tardía probablemente en fase de cirrosis; sin embargo, el uso masivo de exámenes de laboratorio en el contexto de chequeos de salud ha permitido la detección de alteraciones en la función hepática a través de la modificación en las concentraciones enzimáticas del hígado lo que da la pauta a solicitar marcadores virales en busca de la infección viral<sup>4</sup>.

Los métodos de laboratorio para identificar al virus de la hepatitis C, han tenido un desarrollo rápido, de tal modo que es posible identificar de 90 a 96% de los casos con VHC y reclasificar muchos otros de supuestas formas criptógenicas y esporádicas<sup>5,6,7</sup>. La importancia de avanzar en el diagnóstico de este tipo de hepatitis radica en que la infección evoluciona hasta convertirse en una enfermedad crónica en el 80% de los casos, de los cuales pueden progresar a cirrosis hepática en el 20% y desarrollar cáncer hepatocelular hasta en el 5%, a su vez, puede progresar a cirrosis hepática, eventualmente, a cáncer hepatocelular<sup>8,9</sup>.

Existen técnicas de laboratorio para el diagnóstico de VHC como el ELISA que detecta anticuerpos con una alta sensibilidad; sin embargo, existen situaciones en las que la eficacia de esta prueba se ve

<sup>1</sup> Salazar Calderón Mara Elisa PhD es Investigadora del Laboratorio de Biología Molecular del Centro de Estudios y Servicios en Salud de la Universidad Veracruzana, Veracruz, México. [msalazar@uv.mx](mailto:msalazar@uv.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Dr. José Manuel Hurtado Capetillo es Investigador del Centro de Estudios y Servicios en Salud de la Universidad Veracruzana, Veracruz, México [mhurtado@uv.mx](mailto:mhurtado@uv.mx)

<sup>3</sup> La Q.C. Lorena Patraca González es tesista de la Facultad de Bioquímica Clínica de la Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

limitada y es necesario recurrir a técnicas más específicas como la RT-PCR que detecta RNA viral incluso antes de la seroconversión<sup>7,10</sup>.

## II. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

### Metodología.

Tipo de estudio: Estudio transversal comparativo. Lugar: Laboratorio de Biología Molecular del Centro de Estudios y Servicios en Salud. Universo: Población de la ciudad de Veracruz.

Criterios de inclusión: Muestras sanguíneas de pacientes cualquier edad y sexo. Criterios de no inclusión: Muestra lipémica, hemolizada y mal identificada. Criterios de Exclusión: muestra insuficiente para la prueba de Enzimoimmunoanálisis (ELISA) y RT-PCR.

Los resultados se analizaron con técnicas descriptivas (porcentajes) y con pruebas de contingencia. El grado de concordancia se estimó por medio del índice Kappa a través de 5 categorías partiendo de la concordancia perfecta hasta una falta completa de la concordancia, la información se muestra en el Cuadro 1.

Valoración del Índice Kappa	
Valor de Kappa	Fuerza de la concordancia
< 0.20	Pobre
0.21 – 0.40	Débil
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Buena
0.81 – 1.00	Muy buena

Cuadro 1. Valoración del Índice Kappa.

Variable dependiente: Fuerza de la Concordancia

Variable independiente: Ensayo inmunoenzimático (ELISA) y RT-PCR

Métodos de laboratorio: Ensayo inmunoenzimático (ELISA) para la detección de anticuerpos contra el VHC llevado a cabo de acuerdo a las especificaciones de la marca comercial<sup>11</sup>. La técnica de RT-PCR para detección de RNA viral se llevó a cabo empleando el kit RNAagents<sup>R</sup> Total RNA System de la marca PROMEGA para purificación de RNA<sup>12</sup> siguiendo las instrucciones del fabricante.

Técnica de RT-PCR: Se preparó la mezcla de reacción empleando “Nuclease-Free Water, “AMV/Tfl5X Reaction Buffer”, “dNTP Mix”, “primers específicos upstream and downstream”, los cuales fueron diseñados de la región 5’ *untraslate* (UTL) mediante el software de GeneFisher<sup>13</sup> y 25mM MgSO<sub>4</sub> en un tubo de reacción de 0.5 ml en hielo. Se adicionó la “AMV Reverse Transcriptase” y “Tfl DNA Polymerase” a la reacción. Se colocó en el mixer el tubo por 10 segundos para mezclar los componentes. Como se trabajo con múltiples muestras, una mezcla Máster fue preparada en hielo combinando los volúmenes apropiados de cada componente indicado y se transfirió a un tubo 48 µl de las mezcla Máster de reacción. La reacción se inició agregando 2 µl la muestra. Se usaron puntas individuales al agregar cada componente siendo cuidadoso de no contaminar las muestras.



Se colocaron los tubos a 48 °C en un termociclador durante 45 minutos (Transcripción reversa). Se incubó a 94 °C durante 2 minutos (inactivación de la AMV RT y desnaturalización del RNA/cDNA/primer). Se procedió directamente en un termociclador por segundos para la síntesis y amplificación de la cadena cDNA. Se programaron 40 ciclos de 30 segundos a 94°C, 1 minuto y 30 segundos a 64°C, 2 minutos a 68°C y una extensión al final de los 40 ciclos de 7 minutos a 68°C.

Primers diseñados:

*Upstream* 5' CCTGATGGGGGCGACAC-3'

*Downstream* 5' CCCC GGAGGTCTCGTAG-3'

Los productos de PCR se analizaron por electroforesis y visualizados en un transiluminador de luz UV empleando un gel de agarosa al 5% con bromuro de etidio.

### *Resultados*

En la presente investigación se estudiaron 100 personas para establecer el diagnóstico de hepatitis C mediante la aplicación de la técnica RT-PCR en comparación con la técnica de ELISA. Al realizar la distribución por sexo, se encontró que el mayor porcentaje lo presentaron el género masculino con el 60%, mientras que el sexo femenino representó el 40%.

De acuerdo a la distribución por edad, estas oscilaron entre los 27 y 71 años. Presentando una media de 48.1 con desviación estándar de  $\pm 12.56$ . Con base a la distribución porcentual de la edad en años por cada paciente, se integraron 3 categorías, de las cuales la comprendida entre 40 y 59 años presentó la mayor frecuencia (55%), seguida por el grupo de 1 a 39 años con el 25% y finalmente la del grupo de 60 a 71 años con el 20% .

En los resultados de diagnóstico serológico por el método de ELISA para la detección del virus de la Hepatitis C, se notificó la presencia de anticuerpos en el 55% de los pacientes. El 40% presentó resultados negativos y el 5% se identificó como indeterminado.

En la distribución de los resultados de ELISA por género se encontró que de los casos positivos correspondieron al sexo masculino 54.5% y al femenino 45.5%. De los casos negativos, 75% fueron masculinos y 25% femeninos, los casos clasificados como indeterminados correspondieron al sexo femenino.

En la identificación del RNA del virus de la hepatitis C por el método RT-PCR el 55% de los sujetos estudiados resultaron positivos y el 45% negativos.

Con base en los casos detectados como positivos y negativos por las técnicas de ELISA y RT-PCR, se generó una tabla cuadrangular que permitió calcular la fuerza de la concordancia a través del índice Kappa. Dicho índice para la dupla ELISA RT-PCR fue de 0.90 con un nivel de significancia estadística de  $P = 0.000003$  lo que traduce una concordancia clasificada como "muy buena" (0.81 – 1.0). A su vez, el intervalo de confianza para el índice Kappa fue de 0.729 a 1.077, lo que ratifica su consistencia. Los casos clasificados como indeterminados son los que disminuyen el nivel de concordancia en la medición del índice Kappa mostrado en el Cuadro 2.

		ELISA			
		POSITIVO	NEGATIVO	INDETERMINADO	TOTAL
RT-PCR	POSITIVO	55	0	0	55
	NEGATIVO	0	40	5	45
	INDETERMINADO	0	0	0	0
	TOTAL	55	40	5	100

Cuadro 2. Índice Kappa para comparar las técnicas de ELISA y RT-PCR.  
Índice Kappa de Cohen: 0.90  
Concordancia observada: 0.95  
Concordancia Esperada: 0.48  
Intervalo de confianza para el índice Kappa: 0.729 – 1.077

En virtud de que la técnica de ELISA es la prueba inicial habitual en el estudio de la hepatitis C, se consideró la RT-PCR como la técnica a probar, por lo que al integrar la tabla para determinación de una prueba diagnóstica el sujeto considerado como indeterminado por ELISA se asignó a la categoría de ELISA positivo, tomando en cuenta que cuando esta técnica identifica un dato como indeterminado puede corresponder a un estatus de seroconversión.

Por consiguiente se encontró que la sensibilidad de la RT-PCR fue de 91.67% , lo que significa que de cada 100 sujetos que ELISA encuentre como positivo RT-PCR detecta al 91.67%, probablemente a que ELISA presenta algún falso positivo. Por otro lado la especificidad que se obtuvo fue de 100%, o sea que de cada 100 sujetos que son negativos por la técnica de ELISA la RT-PCR identifico al 100% de ellos. A su vez el valor predictivo positivo fue del 100% lo cual establece que 100 de cada 100 sujetos que son verdaderos positivos puedan llegar a desarrollar el evento en cuestión (hepatitis C), así mismo, el valor predictivo negativo fue de 88.89% lo que establece que de cada 100 que se consideren negativos el 11.11% puede llegar a ser positivo, esto debido al caso considerado indeterminado por ELISA, cuadro 3.

	Limite (%)	
	%	Inferior – superior
<b>SENSIBILIDAD</b>	91.67	59.75 – 99.56
<b>ESPECIFICIDAD</b>	100	59.77 – 98.84
<b>VALOR PREDICTIVO POSITIVO</b>	100	67.85 – 99.16
<b>VALOR PREDICTIVO NEGATIVO</b>	88.89	50.67 – 99.42

Cuadro 3. Capacidad predictiva de la prueba diagnóstica RT-PCR con base en resultados serológicos por ELISA.

### III. COMENTARIOS FINALES

#### Conclusiones

La infección de hepatitis viral por el virus de la hepatitis C provoca que por lo menos el 80% de la población que presenta el virus desarrolle un estado de infección crónica que puede llegar al cáncer. La importancia diagnóstica es prioritaria para el manejo y vigilancia de la enfermedad. Por ello, la sensibilidad que la prueba diagnóstica se decida a emplear debe proporcionar un nivel de confiabilidad que permita intervenciones inmediatas para la contención del problema infeccioso.

La técnica de ELISA es la más utilizada por su rapidez metodológica y su accesibilidad económica; sin embargo, en esta investigación se encontró que la RT-PCR para la identificación de RNA del virus de la hepatitis C proporciona una concordancia muy elevada (0.90), lo cual la ubica a la par de la prueba de ELISA.

Por otro lado el diagnosticar como negativo al virus de la Hepatitis C a un paciente con resultado incierto por la técnica de ELISA aporta un nivel de confiabilidad mayor.

La sensibilidad proporcionada por la RT-PCR está dentro de los parámetros deseados para el empleo de una prueba diagnóstica.

#### Recomendaciones

Finalmente el poder determinar con mayor precisión las ventajas de la RT-PCR dependerá de un mayor volumen poblacional que permita evaluar nuevos casos con resultados serológicos inciertos y su manifestación clínica y anatomopatológica de la lesión ocasionada por el virus de la hepatitis C para determinar la ventaja existente entre estas dos técnicas.

#### IV. REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Purcell R. "The hepatitis C virus: overview." *Hepatology*, Vol. 26 (Suppl 1), 1997.
- <sup>2</sup> WHO. Hepatitis C. global prevalence (update) *Wkly Epidemiol Rec*, Vol.75, 2000.
- <sup>3</sup> Casanova RA y TT Casanova. "Hepatitis por el virus de la hepatitis C". Revista en línea, consultada por internet el 19 de Mayo de 2005. Dirección de internet [http://www.seimc.org/control/revi\\_sero/vhc.htm](http://www.seimc.org/control/revi_sero/vhc.htm).
- <sup>4</sup> Colina R., MC Mogdasy, C Jiménez y MR Uriarte. "Caracterización molecular del virus de la hepatitis C en Montevideo Uruguay". *Revista Médica Uruguay*, Vol. 18, 2002.
- <sup>5</sup> Diagnostico Molecular de Virus Hepatotrópicos. Consultada en línea por Internet el 17 de mayo de 2005. Dirección de internet [http://biomedicina.ucse.edu.ar/dm\\_hepatotropicos.htm](http://biomedicina.ucse.edu.ar/dm_hepatotropicos.htm)
- <sup>6</sup> Gómez CL y GM Álvarez. "Biología y Métodos diagnósticos del virus de la hepatitis C". *Rev. Biomedica* , Vol. 14, 2003.
- <sup>7</sup> Tanaka E, C Ohue, K Aoyagi, K Yamaguchi, S Yagi and K Kiyosawa. "Evaluation of a new enzyme immunoassay for hepatitis C virus (HCV) core antigen with clinical sensitivity approximating that of genomic amplification of HCV RNA". *Hepatology*, Vol. 32, 2000.
- <sup>8</sup> Soza A, M Arrese y JC Glasinovic. "Hepatitis C: Conceptos actuales". Consultada en línea por internet el 19 de Mayo de 2005. Dirección de internet [www.escuela.med.puc.cl/deptos/gastro/artSoza1.htm](http://www.escuela.med.puc.cl/deptos/gastro/artSoza1.htm).
- <sup>9</sup> "Hepatitis por virus C". Consultada en línea por internet el 20 de Septiembre de 2009. Dirección de internet [http://www.drscope.com/pac/infecto-1/c2/in1c2\\_p26.htm](http://www.drscope.com/pac/infecto-1/c2/in1c2_p26.htm).
- <sup>10</sup> Maroto MC y GF García. "Variabilidad genética del virus de la hepatitis C". Consultada en línea por internet el 22 de marzo de 2005. Dirección de internet [http://www.seimc.org/control/revi\\_viro/pdf/variaVHC.pdf](http://www.seimc.org/control/revi_viro/pdf/variaVHC.pdf).
- <sup>11</sup> ORTHO® HCV 3.0 ELISA Test System with Enhanced SAve. Ortho-Clinical Diagnostics. Amersham, Bucks, UK. Revised July 2006.
- <sup>12</sup> Satz ML y AR Kornblihtt. "La reacción en cadena de la polimerasa: El método y sus aplicaciones". *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asoc. Ciencia Hoy*. Vol. 4. No.23, 1999.
- <sup>13</sup> *GeneFisher* - Software Support for the Detection of Postulated Genes", R. Giegerich, F. Meyer, C. Schleiermacher, ISMB-96, Proceedings of the Fourth International Conference on Intelligent Systems for Molecular Biology, AAAI Press (ISSN 57735-002-2)

## Enfermedades asociadas a la obesidad en jóvenes

Dra. Mara Elisa Salazar Calderón<sup>1</sup>, Dr. José Manuel Hurtado Capetillo<sup>2</sup>, Dra. Beatriz Torres-Flores<sup>3</sup>.

**Resumen**— Se estudiaron 14,594 jóvenes de la Universidad Veracruzana. Los universitarios con obesidad en el 98.59% (2,529) presentaron al menos un evento mórbido, de los cuales el 21.40% correspondió a procesos infecciosos como infección urinaria, cervicovaginitis, micosis, abscesos y el 77.19% a enfermedades no infecciosas como hiperglicemia, dislipidemia, síndrome metabólico, miopía, pie plano entre otras. Solo el 1.41% de los universitarios obesos no presentó ninguna enfermedad asociada (Chi2 16.65, p=0.002), lo cual contrasta con el 22.39% de universitarios con peso normal que no presentan patología alguna (Chi27.61;p=0.005). La prevalencia de enfermedad infecciosa fue mayor en los universitarios con obesidad (21.40%); Los universitarios con obesidad presentaron riesgo de 17.66 para el desarrollo de al menos una condición infecciosa (OR 17.66;IC95%12.37-25.32;p<0.0001) en comparación con los estudiantes de índice de masa corporal normal. De igual forma, presentaron 21 veces mas riesgo para el desarrollo de enfermedad no infecciosa (OR21.14;IC95%14.97-29.98;p<0.0001).

**Palabras claves**—obesidad, dislipidemia, síndrome metabólico, enfermedad infecciosa.

### I. INTRODUCCIÓN

El incremento en el sobrepeso y la obesidad son un problema de salud pública a nivel mundial<sup>1</sup>. En México son padecimientos que afectan aproximadamente al 70% de la población mexicana entre 30 y 60 años, con predominio en las mujeres. El índice de crecimiento de obesidad pasó del 21,5% en 1993 a 30% en el 2006 y 1 de cada 3 adolescentes cursa con sobrepeso u obesidad<sup>2</sup>. Las complicaciones de la obesidad a corto tiempo van desde la discriminación social hasta el incremento en el riesgo cardiovascular; sin embargo a mayor tiempo incrementan la mortalidad<sup>3</sup>.

En México, la prevalencia de adolescentes con obesidad de una o más dislipidemias es de 56,6% en comparación con 20.8% en adolescentes sin obesidad<sup>4</sup>.

Según cifras de la ENSANUT 2006, en México padecen sobrepeso 5% de los menores de 5 años, 26% de los niños entre 5 y 11 años y cerca de 70% de la población entre los 30 y 60 años (71.9% de las mujeres (24 910 507) y 66.7% de los hombres (16 231 820)<sup>5</sup>.



Figura 1. Estudiante universitario con obesidad

### II. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

#### *Población de estudio*

Se estudiaron 14,594 jóvenes de nuevo ingreso a la Universidad Veracruzana en Veracruz México, de septiembre de 2001 a septiembre 2008. Se les realizó un examen de salud en el cual se llevaron a cabo estudios antropométricos, bioquímicos, así como entrevistas para identificar el estado de salud. Se considero enfermedad no infecciosa como dislipidemia al menos una alteración en la concentración de lípidos. Hipertrigliceridemia cuando la concentración fue mayor o igual a 150mg/dl, hipercolesterolemia  $\geq 200$  mg/dl y disminución de lipoproteína de alta

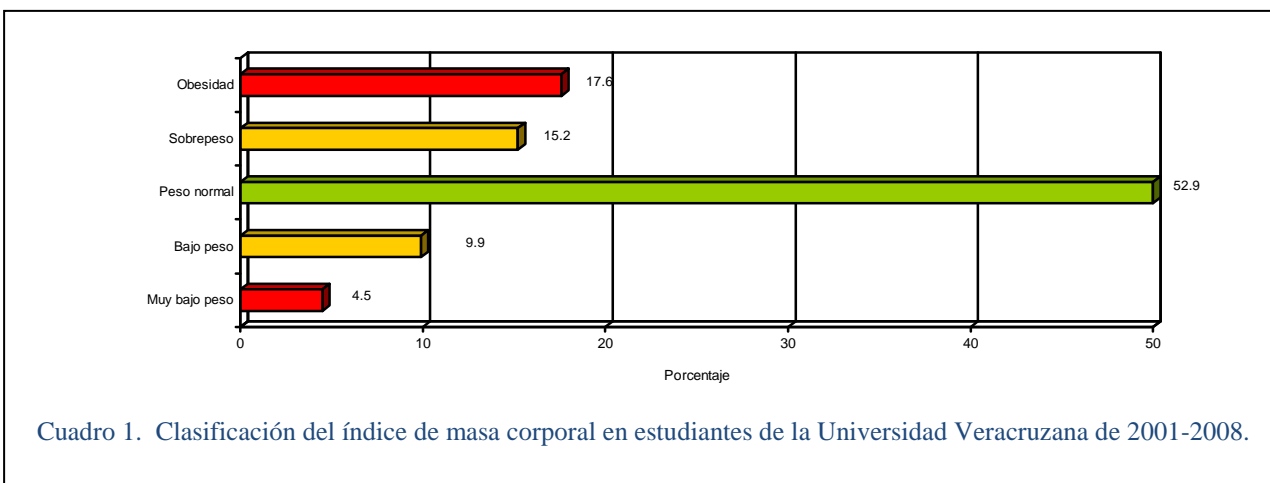
densidad de colesterol (HDL-C) en hombres  $\leq 40$  mg/dl, mujeres  $\leq 50$  mg/dl, hiperglicemia (glucosa  $>100$ mg/dl), síndrome metabólico con al menos tres alteraciones de acuerdo a la Organización Mundial de Salud, miopía la disminución de agudeza visual en algunos de los dos ojos y por debajo de 20/20 y pie plano diagnosticado a través de alteraciones en el plantografo. Se considero enfermedad infecciosa a todo proceso mórbido que tuviera dentro de su etiología la presencia de algún microorganismo, ya fuera alguna dermatopatía infecciosa, localizada como infección urinaria o cervicovaginitis o generalizada como micosis.

*Análisis estadístico.*

Se obtuvieron medidas de tendencia central y dispersión para las variables continuas como edad. Se aplicó la prueba estadística de  $\chi^2$  para la comparación del índice de masa corporal y la clasificación de enfermedades.

**III. RESULTADOS**

El 52.9% correspondió al sexo femenino (7,725). El promedio de edad fue de 18.64 con desviación estándar de 1.33. De acuerdo al índice de masa corporal el 4.5% presento muy bajo peso (654), el 9,9% bajo peso (1,444), peso normal 52.9% (7,716), sobrepeso 15.2% (2,215) y obesidad 17.6% (2,565).Cuadro 1



El diagnóstico de un estado mórbido no relacionado con el índice de masa corporal se clasificó como enfermedad infecciosa en el 19.4% (2,835), enfermedad no infecciosa 62.6% (9,143) y sin enfermedad 17.9% (2,616). Los universitarios con obesidad en el 98.59% (2,529) presentaron al menos un evento mórbido, de los cuales el 21.40% correspondió a procesos infecciosos como infección urinaria, cervicovaginitis, micosis, abscesos y el 77.19% a enfermedades no infecciosas como hiperglicemia, dislipidemia, síndrome metabólico, miopía, pie plano entre otras. Solo el 1.41% de los universitarios obesos no presentó ninguna enfermedad asociada ( $\chi^2$  16.65,  $p=0.002$ ), lo cual contrasta con el 22.39% de universitarios con peso normal que no presentan patología alguna ( $\chi^2$  7.61;  $p=0.005$ ). La prevalencia de enfermedad infecciosa fue mayor en los universitarios con obesidad (21.40%); sin embargo, no mostró diferencias significativas con los otros grupos ( $\chi^2$  2.08,  $p=0.7219$ ). Los universitarios con obesidad presentaron riesgo de 17.66 para el desarrollo de al menos una condición infecciosa (OR 17.66;IC95% 12.37-25.32; $p<0.0001$ ) en comparación con los estudiantes de índice de masa corporal normal. De igual forma, presentaron 21 veces mas riesgo para el desarrollo de enfermedad no infecciosa (OR21.14;IC95% 14.97-29.98; $p<0.0001$ ); por consiguiente, el análisis estratificado reflejo que el universitario con obesidad tiene 19 veces mas posibilidad de enfermar que el universitario con peso normal (OR de Mantel-Haenszel 19.69;IC95% 15.21-24.89; $p<0.0001$ ). Cuadro 2

Enfermedad	Muy bajo peso		Bajo peso		Peso normal		Sobrepeso		Obesidad		p
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Infeciosa	10	16.06	272	18.84	1492	19.34	417	18.8	549	21.40	0.721
No	5						3				9
infeciosa	42	64.37	814	56.37	4496	58.27	1432	64.6	1,980	77.19	0.000
Ausencia	1						5				1
Total	12	19.57	358	24.79	1728	22.39	366	16.5	36	1.41	0.002
	8						2				
Total	654		1444		7716		2215		2565		

\* Chi<sup>2</sup>

Cuadro 1. Clasificación de la concentración de triglicéridos por IMC y tipo de alimentación en estudiantes de la Universidad Veracruzana.

#### IV. COMENTARIOS FINALES

La condición socioeconómica baja y el antecedente familiar de obesidad son el principio a una vida de obesidad<sup>4</sup>, afortunadamente esta enfermedad a nivel mundial es prevenible<sup>6</sup>; sin embargo, los jóvenes universitarios obesos son el preámbulo a una vida profesional y familiar en la cual la condición de salud con la que inicien determina su futuro personal y genético. La presencia de comorbilidad asociada a la obesidad puede transitar de un simple proceso médico hasta una condición incapacitante.

#### V. REFERENCIAS

- 1.- Reilly JJ: Obesity in childhood and adolescence: evidence based clinical and public health perspectives. Postgrad Med J 2006, 82:429-437
- 2.- Rivera J, Cuevas L, Shamah T, Villalpando S, Avila M, Jiménez A. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Estado nutricional. Cuernavaca, Morelos, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2006;83-104.
- 3.- Reilly JJ, Methven E, McDowell ZC, Hacking B, Alexander D, Steward L, Kelnar CJH: Health consequences of obesity. Arch Dis Child 2003, 88:748-752.
- 4.- Marcos-Daccarett Nydia J, Núñez-Rocha Georgina M, Salinas- Martínez Ana M, Santos-Ayarzagotia Magaly, Decanini-Arcaute Horacio. Obesity as risk factor for metabolic disorder in Mexican adolescents, 2005. Rev. salud pública. 9 (2):180-193, 2007
- 5.- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2006
- 6.- Reilly JJ, Methven E, McDowell ZC, Hacking B, Alexander D, Steward L, Kelnar CJH: Health consequences of obesity. Arch Dis Child 2003, 88:748-752.

La **PhD. Mara Elisa Salazar Calderón**, es Investigadora del Laboratorio de Biología Molecular del Centro de Estudios y Servicios en Salud de la Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

El **Dr. José Manuel Hurtado Capetillo** es médico epidemiólogo, investigador titular B en el Centro de Estudios y Servicios en Salud y profesor de la Facultad de Bioanálisis por la Universidad Veracruzana, maestro con reconocimiento nacional de perfil deseable PROMEP. Con publicaciones en el campo de la salud pública y epidemiología con enfoque en enfermedades crónicas e infecciosas.

La **Dra. Beatriz Torres-Flores**, es coordinadora del Centro de Estudios y Servicios en Salud de la Universidad Veracruzana. Profesora de la Facultad de Nutrición de la Universidad Veracruzana y Directora de la Facultad de Bioanálisis de la Universidad Veracruzana.