

# Montaje de técnica para la determinación de mercurio en orina con un nuevo equipamiento.

MSc. Arelis Jaime Novas<sup>1</sup>  
MSc. Rita María González Chamorro<sup>2</sup>  
MSc. Heliadora Díaz Padrón<sup>3</sup>  
Téc. Caridad Cabrera Guerra<sup>4</sup>  
Téc. Lilian Villalba Rodríguez<sup>4</sup>

Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (INSAT)/Servicios de Riesgos Químicos, La Habana, Cuba, arelisjaime68@gmail.com  
Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (INSAT)/Servicios de Riesgos Químicos, La Habana, Cuba, ritamg@infomed.sld.cu  
Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (INSAT)/Servicios de Riesgos Químicos, La Habana, Cuba. heliodora.diaz@infomed.sld.cu  
Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (INSAT)/Servicios de Riesgos Químicos, La Habana, Cuba

## Modalidad: Poster virtual no presencial

### *Resumen*

**Introducción:** El mercurio es utilizado en diversos procesos industriales, artesanales, en estomatología etc, es muy volátil a temperatura ambiente, por lo que es un contaminante del aire de la zona de trabajo, el contacto del trabajador con esta sustancia puede provocar alteraciones en el estado de salud. Actualmente el Laboratorio de Riesgos Químicos del INSAT ha adquirido un nuevo equipo para la cuantificación de este metal, por lo que el objetivo de este trabajo consistió en el montaje de la técnica para la determinación del mercurio en orina en trabajadores expuestos. **Materiales y métodos:** Todos los reactivos utilizados para el montaje de la técnica fueron preparados según indicaciones del fabricante, se realizaron modificaciones en la preparación de las muestras. Se evaluaron parámetros de calidad, tales como: linealidad, recobrado a tres niveles de concentración y repetibilidad, los resultados fueron procesados en Microsoft Excel. **Resultados y discusión:** Debido a la alta sensibilidad del equipo, se realizaron ajustes en la curva de calibración. De los parámetros estudiados se obtuvo una buena linealidad, el coeficiente de correlación reportado fue  $>0,9900$ ; la repetibilidad de las muestras evaluadas fue con un coeficiente de variación menor de 3% y en el estudio del recobrado se obtuvo 92,94, 105% respectivamente en los tres niveles de concentración evaluados. **Conclusiones:** La técnica de determinación de mercurio en orina con el equipamiento adquirido reúne las condiciones de calidad requeridas para ser usada en el monitoreo biológico de la exposición. La aplicación de esta técnica representa un ahorro por emplear menores volúmenes de reactivos en su desarrollo.

**Palabras clave:** mercurio, técnica de análisis, determinación de mercurio

## I. INTRODUCCIÓN

El mercurio es un elemento químico metálico muy utilizado en diversos procesos industriales, artesanales, estomatología etc, a temperatura ambiente es muy volátil, lo cual facilita que bajo ciertas condiciones se comporte como un contaminante del aire de la zona de trabajo. El contacto del trabajador con esta sustancia posibilita la entrada al organismo fundamentalmente por la vía inhalatoria, donde es absorbido, atravesando rápidamente las membranas celulares alcanzando el torrente sanguíneo. El mercurio se distribuye entre la sangre, los músculos, el hígado y los riñones, con una vida media de 1-2 meses. Alrededor del 4% absorbido se retiene en el sistema nervioso central, siendo su vida media de varios años. Su eliminación principal es por los riñones.(1,2,3)

La intoxicación crónica a mercurio suele causar gingivitis y estomatitis, con salivación excesiva y dolor gingival; en el sistema nervioso central se manifiesta con cambios de carácter y de personalidad; pueden presentarse timidez excesiva, insomnio, irritabilidad, pérdida de memoria, alucinaciones y temblores. Se han descrito polineuropatías sensitivo motoras, que afectan las extremidades inferiores; también se han descrito manifestaciones renales con afectación de los glomérulos y los túbulos renales.(1-3)

La vigilancia de la salud de los trabajadores en Cuba tiene un respaldo legal, y se cuenta con un sistema único de Salud Pública para todo el territorio nacional, que tiene entre sus objetivos de trabajo, la atención, la protección y seguridad de los trabajadores, hecho posible en el desarrollo del Programa Nacional de Salud Ocupacional y el Código de Trabajo, que garantizan la seguridad en las condiciones laborales, la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, así como de otros daños a la salud, capaces de minimizar el grado de bienestar en este grupo poblacional. Por lo perjudicial que resulta el mercurio para la salud y el ambiente, los trabajadores expuestos a este metal y sus compuestos inorgánicos, deben ser monitoreados por los exámenes médicos preventivos establecidos en la Resolución Ministerial No. 284/2014 del Ministerio de Salud Pública.(4,5)

Teniendo en cuenta esta problemática, es de suma importancia el desarrollo de nuevos métodos analíticos para la identificación, evaluación y control de la exposición a contaminantes químicos en los laboratorios dedicados a la salud ocupacional. En el camino hacia la adopción oficial de un método se prevé la necesidad de demostrar que el método puede aplicarse con buenos resultados concediéndosele a los analistas mayor libertad en la elección de los métodos de ensayo, siempre y cuando el método elegido satisfaga determinadas condiciones.(6)

Los laboratorios siempre dan prioridad a aquellos métodos comprobados en ensayos interlaboratorios si están disponibles, a menos que el laboratorio tenga razones específicas para seleccionar otro método. Cuando no se dispone de esos métodos estudiados, se deben utilizar otros, que deben estar validados internamente. Un método analítico no debe ser introducido en la rutina de trabajo de un laboratorio antes de haber demostrado y documentado que el mismo es adecuado para la tarea analítica específica, o sea, el laboratorio debe asegurarse que el método es idóneo para el fin propuesto.(6)

En nuestro trabajo fue seleccionado como referencia para trazar las estrategias de trabajo, los lineamientos armonizados para la validación de métodos de análisis en un laboratorio (reporte técnico), auspiciado por la IUPAC, ISO y AOAC, en este reporte se describen todos los requerimientos de los parámetros individuales por el cual un método puede ser caracterizado, como son: selectividad, linealidad, precisión, exactitud, límite de detección y cuantificación, etc. En esta guía se hace énfasis en que el método debe someterse a una validación dentro de un solo laboratorio (usualmente en el que se desarrolla o se modifica el método analítico) antes que el método sea sujeto a validación por una prueba colaborativa (completamente validado) que sería el ideal, pero no es necesario ni práctico que todos los métodos

analíticos usados en el laboratorio sean evaluados a un nivel superior, pues existen factores limitantes para completar estos estudios multilaboratorios como son, altos costos, insuficientes expertos en laboratorios disponibles y dispuestos a participar en tales tareas e impedimento de tiempo completo.(7)

Actualmente el Laboratorio de Riesgos Químicos del INSAT cuenta con un nuevo equipo para la cuantificación del mercurio, por lo que se hizo necesario el montaje de la técnica para la determinación de este compuesto en orina para ser empleada en la evaluación de la exposición a mercurio.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó el equipo marca HIRANUMA HG-400 en el montaje de la nueva técnica para evaluar las concentraciones de mercurio. Para la realización del análisis se realizaron modificaciones al método de ensayo de vapor frío empleado anteriormente (NIOSH, P & Cam 165 (8) Las muestras fueron tratadas con mezcla de ácido nítrico, sulfúrico y cloruro estannoso para la reducción de los iones de mercurio, los vapores del metal son liberados de la disolución mediante inyección de aire pasando a través de una celda de cuarzo donde se produce la absorción de la radiación incidente a 253,7nm, cuya intensidad es proporcional al contenido de mercurio en la muestra al ser leída contra una escala de referencia. Todos los reactivos utilizados para el montaje de la técnica fueron preparados según indicaciones del fabricante.(9)

Se evaluaron parámetros de calidad, tales como: linealidad y rango de trabajo, exactitud a través del estudio de recobrado a tres niveles de concentración y repetibilidad.(10)

Los resultados se sometieron a tratamientos estadístico descriptivo. Se calcularon las medias, los coeficientes de variación (CV), desviación estándar (S). Se realizó una prueba de correlación de Pearson y se calculó el coeficiente de determinación en la curva de calibración.

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a las instrucciones del fabricante, se realizaron modificaciones con respecto al método anteriormente utilizado, en cuanto al procesamiento de la muestra y preparación del agente reductor, las cuales consistieron en cambios en los volúmenes de trabajo y la adición de otro reactivo, para garantizar la reducción de los iones de mercurio y su posterior liberación hacia la celda de cuarzo, donde es leída su concentración contra una escala de referencia. Las modificaciones realizadas al método de ensayo empleado antes (NIOSH, P & Cam 165) para la determinación del mercurio en orina se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Modificaciones realizadas al procesamiento de la muestra al método de ensayo.

Aspectos	Método anterior	Método actual
Volumen de muestra	4 ml de orina	0,5 ml de orina
Volumen y tipo de ácido	7 ml de ácido nítrico	0,5 ml de ácido nítrico + 0,5ml de ácido sulfúrico (1:1)
Volumen de agua	10 ml de agua	4 ml de agua
Concentración del agente reductor	Cloruro estannoso al 20%	Cloruro estannoso al 10%
Disolución del agente reductor	ácido clorhídrico	ácido sulfúrico

En el estudio de la linealidad y el rango de trabajo fue necesario realizar ajustes en la curva de calibración con respecto al método anterior, debido a la alta sensibilidad del equipo que permitió

cuantificar con exactitud valores más bajos de concentraciones Tabla 2. En la figura 1 se muestra el gráfico de calibración y la ecuación de regresión (por mínimos cuadrados), con un coeficiente de determinación de 0,9981 y de correlación de 0,999. En el estudio de la linealidad se comprobó que desde 0 µg/L hasta valores de 200 µg/L de mercurio se mantiene dentro del rango lineal, concentraciones mayores a esta es muy difícil encontrarlas en medios biológicos, figura 2.

Tabla 2. Curvas de calibración empleada

Curva de calibración antigua (µg/L)	Curva de calibración actual (µg/L)
25	5
50	10
100	25
200	50
	100

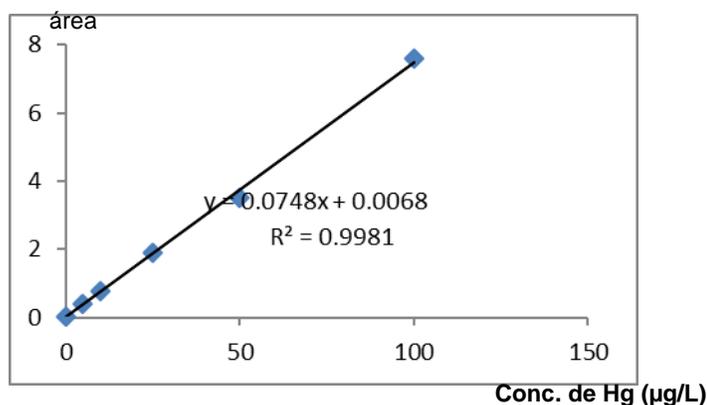


Figura 1: Gráfico de calibración y la ecuación de regresión

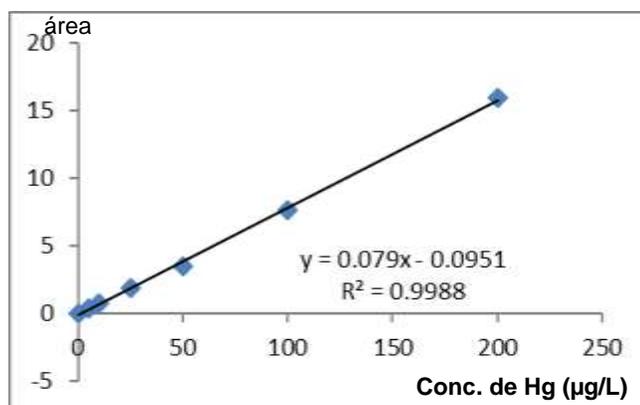


Figura 2: Estudio de linealidad

El laboratorio carece de un material certificado o procedimientos de referencia para comprobar la veracidad del método, por lo que se hizo necesario utilizar el método del analito añadido para determinar el

recobrado. Se tomaron muestras de orina de personal no expuesto ocupacionalmente y se contaminaron a 3 niveles de concentraciones, analizándose 3 réplicas de cada una, los niveles fueron 16, 40, 68  $\mu\text{g/L}$  y se obtuvieron recobrados de 92, 94, 105% los porcentos de recobrado son aceptables teniendo en cuenta que el valor de recobrado permitido en muestras biológicas es de 90-110%.

Para evaluar la repetibilidad, se analizaron muestras por duplicado y se les determinó el coeficiente de variación, obteniéndose resultados menores de 3%, el cual es aceptable como parámetro de calidad en muestras analizadas en medios biológicos.(7) Figura 3

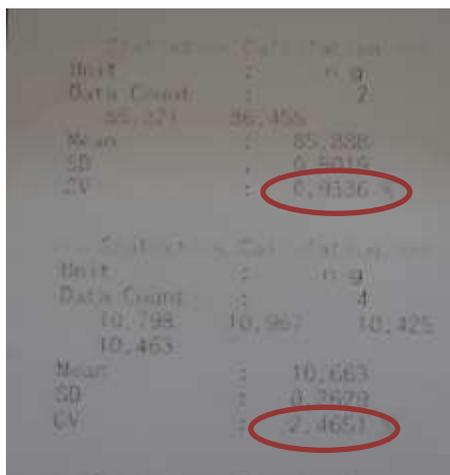


Fig 3. Ejemplo de los coeficientes de variación realizados por el equipo en dos y cuatro réplicas de muestra.

#### IV. CONCLUSIONES

La técnica de determinación de mercurio en orina con el equipamiento adquirido reúne los parámetros de calidad requeridas para ser utilizada en el monitoreo biológico de la exposición a mercurio.

En la ejecución de esta técnica se emplean menores volúmenes de reactivos, lo que representa un ahorro de recursos para el laboratorio.

#### REFERENCIAS

1. World Health Organization. Environmental Health Criteria 1. Mercury. Geneva: WHO; 1976. p.17, 18, 34.
2. World Health Organization. Environmental Health Criteria 118. Mercury, Inorganic. Geneva: WHO; 1991. p. 79, 101, 160, 166.
3. Klaassen CD, amdur MO, Doulls J, eds. Cassarett&Doull's toxicology: the basic science of poisons. 5<sup>th</sup> ed. New York: Mc Graw Hill; 1996
4. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Ministerio de Justicia. Resolución N<sup>o</sup> 283/14 Ministerio de Salud Pública (Listado de las enfermedades profesionales y procedimientos para su prevención, análisis y control de las mismas en el Sistema Nacional de Salud). [Internet]. La Habana;2014 [citado 2017 mar 15]. Disponible en: [http://www.gacetaoficial.cu/pdf/GO\\_X\\_029\\_2014.rar](http://www.gacetaoficial.cu/pdf/GO_X_029_2014.rar)

5. Ministerio de Salud Pública. Programa Nacional de Salud de los Trabajadores [citado 19 Jul 2019]. Disponible en:<http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/insat/programasaludocupacional.pdf>
6. Guía para la validación de métodos químicos de ensayo. Proyecto NC 2001
7. International symposium on the harmonisation of quality assurance Systems in Chemical Laboratory. Harmonised guidelines for the in-house validation of methods of analysis ISO, IUPAC and AOAC INTERNATIONAL. Bupadest 2005.
8. National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH manual of analytical methods. 2<sup>nd</sup> ed. Method P & CAM 165. v. 1. Cincinnati (OH): NIOSH; 1977.
9. Instrucciones del Fabricante del equipo Marca HIRARUMA. Japón
10. International Organization for Standardization. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. ISO 5725-6; 1994.