



Salud Pública de México

ISSN: 0036-3634

spm@insp.mx

Instituto Nacional de Salud Pública
México

González, Mireya; Banderas, José Antonio; Raya, Claudia; Báez, Armando; Belmont, Raúl

Cuantificación de plomo, cadmio y cromo mediante sialoquímica

Salud Pública de México, vol. 39, núm. 3, mayo-junio, 1997, pp. 179-186

Instituto Nacional de Salud Pública

Cuernavaca, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10639302>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Cuantificación de plomo, cadmio y cromo mediante sialoquímica

Mireya González, C.D., M.O., M.Sc.,⁽¹⁾ José Antonio Banderas, C.D., M.O.,⁽¹⁾ Claudia Raya, C.D.,⁽²⁾
Armando Báez, Ing., M.I.,⁽³⁾ Raúl Belmont, Ing.⁽³⁾

**González M, Banderas JA, Raya C,
Báez A, Belmont R.**
**Cuantificación de plomo, cadmio
y cromo mediante sialoquímica.**
Salud Pública Mex 1997;39:179-186.

Resumen

Objetivo. Determinar las concentraciones de plomo, cadmio y cromo, y establecer su posible asociación con diferentes factores sociodemográficos. **Material y métodos.** Se seleccionó una muestra representativa de 100 estudiantes de posgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a los cuales se les colectó saliva total no estimulada. Dichas muestras fueron analizadas por espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito. **Resultados.** Metales pesados como el plomo, el cadmio y el cromo se encuentran en concentraciones mucho más altas que las informadas en la literatura: Pb, $\bar{X}=3.10 \mu\text{g/dL}^{-1}$, máxima: $16.8 \mu\text{g/dL}^{-1}$, y mínima: $0.04 \mu\text{g/dL}^{-1}$; Cd, $\bar{X}=0.25 \mu\text{g/dL}^{-1}$, máxima: $2.04 \mu\text{g/dL}^{-1}$, y mínima: $0.004 \mu\text{g/dL}^{-1}$; y Cr, $\bar{X}=1.43 \mu\text{g/dL}^{-1}$, máxima: $4.82 \mu\text{g/dL}^{-1}$, y mínima: $0.05 \mu\text{g/dL}^{-1}$. Asimismo, variables como la zona de residencia, el sexo, la edad y la ingesta de comida enlatada no influyen en los niveles de plomo y cromo. Sin embargo, en el caso del cadmio y la edad existe una asociación inversa ($\chi^2=5.9012$, $p\leq 0.05$; $\gamma=-0.5224$, $p\leq 0.05$). **Conclusiones.** La sialoquímica juega un papel importante en la detección de contaminantes, fármacos, drogas y enfermedades locales y sistémicas. La contaminación por metales pesados sigue siendo un problema de salud pública, por lo que el gobierno debe consolidar un programa cuyo objetivo sea eliminar los diferentes contaminantes del ambiente. Asimismo, se deben realizar otros estudios para verificar la asociación de variables como sexo, edad, uso de cerámica vidriada, alimentación y zona de residencia con las concentraciones de metales pesados en saliva.

Palabras clave: sialoquímica; toxicología; saliva; metales pesados; contaminantes ambientales; México

**González M, Banderas JA, Raya C,
Báez A, Belmont R.**
**Quantification of lead, cadmium
and chromium through sialochemistry.**
Salud Pública Mex 1997;39:179-186.

Abstract

Objective. To determine the concentration of lead (Pb), cadmium (Cd), and chromium (Cr) and establish the possible association of these heavy metals with some sociodemographic factors. **Material and methods.** A representative sample of one hundred dental students from the National Autonomous University of Mexico living in Mexico City participated in this study. Unstimulated human whole saliva samples were analyzed by Atomic Absorption Spectroscopy. **Results.** Concentrations of Pb, Cd, and Cr were higher than those reported elsewhere: Pb ($\bar{X}=3.10 \mu\text{g/dL}^{-1}$; Maximum: $16.8 \mu\text{g/dL}^{-1}$ and Minimum: $0.04 \mu\text{g/dL}^{-1}$), Cd ($\bar{X}=0.25 \mu\text{g/dL}^{-1}$; Maximum: $2.04 \mu\text{g/dL}^{-1}$ and Minimum: $0.004 \mu\text{g/dL}^{-1}$) and Cr ($\bar{X}=1.43 \mu\text{g/dL}^{-1}$; Maximum: $4.82 \mu\text{g/dL}^{-1}$ and Minimum: $0.05 \mu\text{g/dL}^{-1}$). No association was found between the variables studied (age, sex, geographic area and canned food consumption) with Pb and Cr. However, an inverse association was found between Cd and age ($\chi^2=5.9012$, $p\leq 0.05$); ($\gamma=-0.5224$, $p\leq 0.05$). **Conclusions.** Salivary monitoring can be used for detection of environmental pollutants (atmospheric or occupational), in addition for detection of drugs, and local and systemic diseases. Heavy metal pollution continues to be a public health problem, and therefore the government should form a program for eliminating pollutants from the environment. Likewise, other studies should be carried out to verify the association between variables such as sex, age, use of glazed ceramics, nutrition, and home address with the concentrations of heavy metals in saliva.

Key words: sialochemistry; toxicology; saliva; heavy metals; environmental pollutants; Mexico

(1) Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados en Odontología, Facultad de Odontología, Universidad Autónoma del Estado de México.
(2) Facultad de Odontología, División de Estudios de Posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
(3) Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.

Durante los últimos veinte años se ha incrementado el interés en cuanto al papel biológico que juegan los metales pesados en el organismo humano. El plomo es un metal pesado que, hasta donde se sabe, no cumple ninguna función fisiológica normal en el hombre, se distribuye ampliamente y de forma natural en el ambiente, y posee una gran cantidad de usos. La intoxicación por este elemento es tan frecuente que desde épocas remotas se han documentado manifestaciones clínicas de envenenamiento o saturnismo. Este padecimiento llegó a ser considerado un importante problema de salud pública, ya que es capaz de provocar alteraciones renales, daño cerebral y muerte súbita entre los afectados, y durante muchos siglos no fue posible encontrar ningún tratamiento correctivo eficaz.¹

No obstante, por el desarrollo industrial en los últimos siglos y la urbanización acelerada, la intoxicación por plomo es crónica, cuyas consecuencias clínicas más importantes son daños relacionados con el aprendizaje, la atención y el crecimiento; los neurológicos son, por muchas razones, los de mayor importancia médica.¹ En lo referente al cadmio, se sabe que éste causa daño tóxico severo a los riñones y al hígado, y se deposita no sólo en estos órganos, sino también en huesos y dientes.^{2,3} El cromo se absorbe por vía digestiva, respiratoria y cutánea, y al acumularse en los tejidos, causa dermatosis y úlceras en la piel. Se ha informado que este metal pesado también tiene acción carcinogénica, sobre todo en pulmón.⁴

Cabe recalcar que en la última década se ha destacado la importancia que tiene el uso de la saliva para monitorear o detectar tanto drogas como tóxicos o medicamentos en el paciente. Su utilización se basa en el hecho de que existe una cercana asociación entre los niveles de toxicidad que se presentan en el plasma y los que se manifiestan en la saliva (en especial en la saliva parotidea), cuya concentración es proporcional para muchas drogas o medicamentos. Todo esto ha llevado en algunos casos a la sustitución del monitoreo de sustancias ajenas o extrañas al organismo humano en plasma por aquél que se hace en saliva, lo que permite en la actualidad un avance en el monitoreo terapéutico.⁵

El monitoreo salival es apropiado para la detección de contaminantes ambientales en el cuerpo, ya que ciertos niveles circulantes de químicos se pueden transportar hacia el interior de las glándulas salivales.⁵

En la actualidad existe muy poca información acerca de la detección de contaminantes (a excepción del mercurio)⁶ por medio de la saliva; sin embargo, recientemente se le ha dado gran importancia a la relación que existe entre la salud dental y los contaminantes que se encuentran presentes en el ambiente, lo

que ha atraído la atención de muchos investigadores, ya que este problema sigue siendo una preocupación mundial.

La presente investigación se realizó considerando que la contaminación por sustancias químicas (metales pesados) representa actualmente riesgos importantes para la salud en virtud de su amplia distribución.⁷ Se eligió la Ciudad de México, ya que ahí existe un alto grado de contaminación ambiental, principalmente por las emisiones vehiculares e industriales^{8,9} que se generan. El estudio nos permitió no sólo cuantificar las concentraciones de plomo (Pb), cadmio (Cd) y cromo (Cr), sino también establecer su posible asociación con factores sociodemográficos. El análisis de saliva (sialoquímica), además de ser una técnica sencilla y no dolorosa, permite detectar diferentes tóxicos¹⁰ y medir concentraciones anormales de sustancias comúnmente presentes en el organismo.

Material y métodos

Para la colección de muestras salivales se utilizaron: 100 tubos de polipropileno de 15mL (Corning, Nueva York -NY-, Estados Unidos de América -EUA-); una caja de guantes de latex desechables (Ambiderm, EUA); una caja de cubrebocas; una hielera (Coleman, EUA), y 100 ligas de plástico 1.5 x 1.5 cm (Flamita, México). Para el análisis químico de las muestras se utilizó: un litro de ácido nítrico suprapur [HNO₃] (Merck, Alemania); 250 mL de peróxido de hidrógeno [H₂O₂] (Merck, Alemania); 26 matraces aforados con tapón de 5 mL Pyrex (Corning, México); 26 vidrios de reloj de Pyrex (Corning, NY, EUA), 26 vasos de precipitado graduados, de 25 mL y de Pyrex (Corning, México); un espectrófotómetro de absorción atómica (GBC 932 AA, Australia), equipado con horno de grafito (GBC GF3000, Australia); un automuestreador (GBC PAL3000, Australia); una computadora GBC con software (Australia), tres lámparas monoelemento para plomo (217.0 nm), cadmio (228.8 nm) y cromo (357.9 nm) (GBC, Australia); una parrilla eléctrica de calentamiento (Thermolyne type 2200, EUA); una balanza analítica (Sartorius A 200S, Alemania), y un paquete de tubos de grafito pirolíticamente recubiertos (GBC, Australia). El agua desionizada utilizada fue de alta calidad analítica (Sistema de purificación de agua, Mili-Q Plus, Millipore EUA).

Sujetos de estudio

Para llevar a cabo la siguiente investigación se utilizó una muestra de estudio conformada por los alumnos inscritos en la División de Estudios de Posgrado e

Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México, Distrito Federal. Para calcular el tamaño de la muestra, se consideró primeramente el número de alumnos que ingresaron en el periodo lectivo de 1994-1996. Con base en el programa para muestreo Epi-Info (versión 6.0), se estudiaron 100 alumnos pertenecientes a ambos sexos, de 20-44 años de edad, con un rango de confiabilidad de 95%.

Colección de saliva

Las muestras de saliva total humana no estimulada (en reposo) se colectaron entre las 9 y las 11 de la mañana en tubos de polipropileno previamente fríos. A todos los sujetos se les indicó lavarse los dientes normalmente y, posterior a esto, no ingerir bebidas ni comer ningún alimento dos horas antes de la colección salival. Todas las muestras se obtuvieron mediante expectoración de acuerdo con el método propuesto por Tenouvo (1989).¹¹

Limpieza del material

La cristalería utilizada para el tratamiento y análisis de muestras, así como los viales de plástico del automuestreador fueron remojados por 24 horas con ácido nítrico al 20% v/v y posteriormente fueron enjuagados varias veces con agua desionizada. Asimismo, se verificó que los tubos de polipropileno para colectar saliva no estuvieran contaminados con metales pesados, mediante el análisis por espectrofotometría de absorción atómica.

Preparación de las muestras y análisis por absorción atómica

Alrededor de 5 mL de saliva fueron digeridos con 1 mL de ácido nítrico grado suprapur y 100 μ L de peróxido de hidrógeno en vasos de precipitado de 100 mL, tapados con vidrios de reloj. Las muestras fueron calentadas suavemente en una parrilla eléctrica teniendo cuidado de que no hirvieran, de modo que se evaporaran hasta alcanzar casi la sequedad. Una vez terminado este paso, los vasos se dejaron enfriar, se les añadió 1 mL de ácido nítrico y nuevamente se evaporaron hasta que quedaron casi secos. Este procedimiento se repitió dos veces más hasta completar la digestión. Los residuos resultantes, una vez fríos, se disolvieron con 1 mL de ácido nítrico al 2.5% v/v. Las soluciones finales fueron transferidas cuantitativamente a matraces volumétricos de 5 mL. Una vez completado esto, los vasos de precipitado y los vidrios de reloj fueron

enjuagados con agua desionizada; estas soluciones de enjuague se adicionaron a los matraces volumétricos con las muestras y así fueron aforadas al volumen (5 mL) con agua desionizada (la acidez de estas soluciones fue de 0.5% v/v).

Paralelamente se trajeron "blancos" de agua desionizada, como una medida control, siguiendo el procedimiento descrito para las muestras salivales. El control de calidad analítico se hizo por el método de recuperación (*spiked samples*), adicionando a las muestras cantidades conocidas de analitos, ya que no existen estándares de saliva de referencia certificados.

Una vez procesadas las muestras, se determinó el contenido de plomo, cadmio y cromo por espectrofotometría de absorción atómica, utilizando el método de horno de grafito y previa obtención de los siguientes parámetros:

Linealidad del plomo: 30 μ g/L⁻¹ en fase acuosa, con una correlación de 0.9998 con la curva de calibración. Linealidad del cadmio: 3 μ g/L⁻¹ en fase acuosa, con una correlación de 0.9995 con la curva de calibración. Linealidad del cromo: 10 μ g/L⁻¹ en fase acuosa, con una correlación de 0.9996 con la curva de calibración.

Análisis estadístico

Mediante un cuestionario a cada individuo se le hizo un registro con las siguientes variables: sexo, edad, zona de residencia, ingestión de comida enlatada y uso de cerámica vidriada (para cocinar o guardar alimentos).

El análisis de frecuencias de las concentraciones de plomo, cadmio y cromo obtenidas indicó que éstas tienen distribuciones sesgadas hacia la derecha, por lo que se hizo una transformación de los datos en logaritmos; al aplicar la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov,¹² se encontró que estos últimos se ajustaron a una distribución aproximadamente lognormal, por lo que en la estadística descriptiva se utilizó la media geométrica. Se calcularon, además, la media aritmética, la desviación estándar, mínimos, máximos y los percentiles 10, 25, 50, 75 y 90, respectivamente.

Para el análisis estadístico, con base en el cuestionario, se clasificaron los datos de acuerdo con el sexo, la edad y el domicilio. En la variable de la edad se hicieron dos clasificaciones, tomando como referencia su media aritmética (26 años). Para el domicilio se hizo una división por zonas: norte, centro y sur.

Con el fin de determinar si existían diferencias entre las concentraciones de los metales, según el sexo y la edad, se aplicó la prueba no paramétrica de

Wilcoxon-Mann-Whitney.¹² Asimismo, para determinar si hay diferencias entre las zonas, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.¹²

Para analizar asociaciones entre la concentración de metales y las variables incluidas en el cuestionario, se hizo un análisis categórico de los datos, empleando tablas de contingencia, de tal modo que se obtuvieron los valores de χ^2 y γ de Goodman y Kruskal¹³ respectivamente, a un nivel de significancia de $p < 0.05$. Se asignaron las siguientes categorías: de cero al sexo femenino y de uno al masculino; para la edad, cero a los menores de la media aritmética y uno a los mayores; para la zona, cero, uno y dos al norte, centro y sur, respectivamente. Finalmente, en el caso de ingestión de comida enlatada, cero a los que no la ingieren y uno a los que sí, y para el uso de cerámica vidriada, cero a los que no la utilizan y uno a los que sí.

Resultados

Plomo

El resumen de las concentraciones de plomo ($\mu\text{g}/\text{dL}^{-1}$) en saliva total humana se muestra en el cuadro I, donde podemos observar que la media geométrica (\bar{X}_g) de nuestra población de estudio fue de 2.16, con una máxima de 16.81 y una mínima de 0.04.

En cuanto a la variable sexo, el femenino (66 sujetos) tuvo una $\bar{X}_g = 2.13$, con una máxima de 16.81 y una mínima de 0.04. En el caso del masculino (34 sujetos), la media geométrica fue de 2.23, con una máxima de 12.77 y una mínima de 0.48 (cuadro II).

Cuadro I
RESUMEN ESTADÍSTICO DE LAS CONCENTRACIONES
($\mu\text{g}/\text{dL}^{-1}$) DE METALES PESADOS EN SALIVA TOTAL
HUMANA. MÉXICO, D.F., 1994-1996

	Pb	Cd	Cr
Media aritmética	3.10	0.25	1.43
Desviación estándar	2.89	0.28	0.87
Media geométrica	2.16	0.18	1.19
Moda	0.67	0.19	0.93
Mínima	0.04	0.004	0.05
Máxima	16.81	2.04	4.82
Percentil 10	0.73	0.07	0.56
Percentil 25	1.19	0.12	0.78
Percentil 50	2.26	0.19	1.22
Percentil 75	4.02	0.24	1.94
Percentil 90	6.82	0.33	2.75
n= 100			

Dependiendo de la zona de residencia, los sujetos que viven en el norte de la zona metropolitana de la Ciudad de México (Z.M.C.M.) presentaron una concentración de plomo con $\bar{X}_g = 2.18$, con una máxima de 8.41 y una mínima de 0.51. Para la zona centro estos valores fueron $\bar{X}_g = 2.45$, con una máxima de 16.81 y una mínima de 0.48. Finalmente en la zona sur de la Ciudad de México la media geométrica de la concentración de plomo fue de 2.11, con una máxima de 13.15 y una mínima de 0.04 (cuadro III).

Cadmio

Las concentraciones de cadmio ($\mu\text{g}/\text{dL}^{-1}$) en saliva total humana se muestran en el cuadro I, donde podemos observar que la media geométrica fue de 0.18, con una máxima de 2.04 y una mínima de 0.004.

En el caso del sexo femenino, la media geométrica fue de 0.18, con una máxima de 1.15 y una mínima de 0.004. Para el sexo masculino, la media geométrica de la concentración de cadmio fue de 0.16, con una máxima de 2.04 y una mínima de 0.02 (cuadro II).

Tomando en consideración el lugar de residencia, los sujetos que viven en el norte de la Z.M.C.M. presentaron una concentración de cadmio (\bar{X}_g) de 0.19, con una máxima de 1.15 y una mínima de 0.09. Para la zona centro estos valores fueron de $\bar{X}_g = 0.26$, con una máxima de 2.04 y una mínima de 0.06. Finalmente en la zona sur de la Ciudad de México la media geométrica de la concentración de cadmio fue de 0.16, con una máxima de 1.08 y una mínima de 0.004 (cuadro III).

Cromo

En cuanto a las concentraciones de cromo ($\mu\text{g}/\text{dL}^{-1}$) en saliva total humana se observa que la media geométrica de la población de estudio fue de 1.19, con una máxima de 4.82 y una mínima de 0.05 (cuadro I).

Por lo que respecta a la variable sexo, la media geométrica para el sexo femenino fue de 1.22, con una máxima de 4.82 y una mínima de 0.05. Para el sexo masculino, la media geométrica de la concentración de cromo fue de 1.22, con una máxima de 3.24 y una mínima de 0.32 (cuadro II).

Respecto al lugar de residencia, los sujetos que viven en la zona norte de la Ciudad de México presentaron una concentración de cromo de $\bar{X}_g = 1.54$, con una máxima de 4.05 y una mínima de 0.75. En la zona centro estos valores fueron de $\bar{X}_g = 1.33$, con una máxima de 3.16 y una mínima de 0.52, y para la zona sur de la Ciudad de México la media geométrica de la concentración de cromo fue de 1.12, con una máxima de 4.82 y una mínima de 0.05 (cuadro III).

Cuadro II

RESUMEN ESTADÍSTICO DE LAS CONCENTRACIONES ($\mu\text{g/dL}^{-1}$) DE METALES PESADOS EN SALIVA TOTAL HUMANA, POR SEXO. MÉXICO, D.F., 1994-1996

	Pb Femenino	Pb Masculino	Cd Femenino	Cd Masculino	Cr Femenino	Cr Masculino
Media aritmética	3.18	2.95	0.24	0.25	1.47	1.36
Desviación estándar	3.08	2.51	0.23	0.36	0.89	0.83
Media geométrica	2.13	2.23	0.18	0.16	1.22	1.22
Moda	0.51	2.03	0.18	0.21	1.33	1.20
Mínima	0.04	0.48	0.004	0.02	0.05	0.32
Máxima	16.81	12.77	1.15	2.04	4.82	3.24

Sexo femenino n= 66
Sexo masculino n= 34

Cuadro III

RESUMEN ESTADÍSTICO DE LAS CONCENTRACIONES ($\mu\text{g/dL}^{-1}$) DE METALES PESADOS EN SALIVA TOTAL HUMANA DE RESIDENTES DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO, 1994-1996

	Pb Norte	Pb Centro	Pb Sur	Cd Norte	Cd Centro	Cd Sur	Cr Norte	Cr Centro	Cr Sur
Media aritmética	3.03	3.72	2.99	0.26	0.43	0.21	1.78	1.64	1.34
Desviación estándar	2.59	4.12	2.66	0.30	0.53	0.18	1.05	1.04	0.79
Media geométrica	2.18	2.45	2.11	0.19	0.26	0.16	1.54	1.33	1.12
Moda	2.09	2.27	0.27	0.19	0.20	0.06	1.22	0.98	0.55
Mínima	0.51	0.48	0.04	0.09	0.06	0.004	0.75	0.52	0.05
Máxima	8.41	16.81	13.15	1.15	2.04	1.08	4.05	3.16	4.82

Norte n= 11
Centro n= 15
Sur n= 74

El cuadro IV contiene los valores de la prueba no paramétrica de Wilcoxon-Mann-Whitney,¹² la que fue utilizada para comparar las concentraciones de metales entre sexos y entre edades; al respecto se encontró que no existen diferencias significativas en ambos casos ($p < 0.05$). Por otro lado, se hizo la comparación de la concentración de metales entre las zonas de residencia (norte, centro y sur), aplicando la misma prueba no paramétrica,¹² la cual mostró que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$).

Para determinar si hay dependencia entre las concentraciones de metales y las variables zona de residencia, edad, sexo y alimentación, se hizo el análisis de datos categorizados con tablas de contingencia de 2x3 para la zona de residencia y de 2x2 para las otras va-

riables; además, se hicieron las siguientes medidas de asociación: χ^2 y γ de Goodman y Kruskal¹³ (cuadro V).

De los cuadros anteriores, se observa que sólo hay dependencia entre el cadmio con la variable de la edad en el percentil 25, con una χ^2 significativa ($p < 0.05$). Por otro lado, la γ da una asociación negativa, lo cual indica que las concentraciones bajas tienden a presentarse en las personas de mayor edad, o viceversa, las concentraciones altas tienden a manifestarse en las de menor edad.

Es importante mencionar que la variable del uso de cerámica vidriada no se analizó estadísticamente, ya que sólo tres sujetos del total de la muestra estudiada utilizaban cazuelas de barro para cocinar o guardar alimentos.

Cuadro IV

**COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES EN SALIVA TOTAL HUMANA ENTRE LAS ZONAS DE MUESTREO,
Y ENTRE EL SEXO Y LA EDAD, UTILIZANDO LA PRUEBA DE WILCOXON-MANN-WHITNEY
(APROXIMACIÓN NORMAL PARA MUESTRAS GRANDES). MÉXICO, D.F., 1994-1996***

Zona	Pb	Z Cd	Cr
Norte-centro	0.8823 (0.3776)	0.8823 (0.3776)	-0.5190 (0.6038)
Norte-sur	-0.0524 (0.9582)	-0.3798 (0.7041)	-0.3551 (0.1753)
Centro-sur	-0.4987 (0.6180)	-0.7288 (0.4661)	-0.7288 (0.4661)
Sexo	0.1237 (0.9015)	-1.1097 (0.2671)	-0.7131 (0.4758)
Edad	-0.0898 (0.9284)	-2.0996 (0.0358)	1.2742 (0.2026)

* Se acepta la hipótesis de igualdad a un nivel de significancia $\alpha=0.05$ en una prueba de dos colas y se puede concluir que no hay diferencia significativa entre las zonas de muestreo ni entre el sexo y la edad. Entre paréntesis la probabilidad de igualar o exceder el valor de Z en una prueba de dos colas.

Cuadro V
**ASOCIACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE PLOMO,
CADMIO Y CROMO EN SALIVA TOTAL HUMANA
CON LAS ZONAS DE MUESTREO, EDAD, SEXO
Y ALIMENTACIÓN CON COMIDA ENLATADA.
MÉXICO, D.F., 1994-1996**

	χ^2	Percentil 25	γ
Pb			
Zona de muestreo	0.6349		-0.2025
Edad	0.0133		-0.0267
Sexo	0.5348		0.1825
Comida enlatada	0.3333		0.1748
Cadmio			
Zona de muestreo	0.2004		-0.0159
Edad	5.9012*		-0.5224
Sexo	1.4854		-0.2796
Comida enlatada	1.3333		0.3650
Cromo			
Zona de muestreo	2.0584		-0.1169
Edad	0.6557		0.1872
Sexo	0.0594		-0.0588
Comida enlatada	-		-

* $p \leq (0.05)$

Discusión

La contaminación por sustancias químicas en México representa actualmente, riesgos importantes para la salud en virtud de su amplia distribución.⁷ La gran concentración demográfica, así como el acelerado desarro-

llo industrial y la gran demanda de servicios que esto conlleva, colocan a la Z.M.C.M., entre las megalópolis con mayor problemática ambiental en el mundo.¹⁴ A ello ha contribuido la generación y dispersión de agentes contaminantes provenientes de las actividades industriales y mineras, de la incineración de residuos, de la combustión de carburantes fósiles, del uso de fertilizantes fosfatados, etcétera, que afectan severamente el aire que se inhala, el agua que se bebe y la comida que se ingiere.¹⁵

Los niveles de plomo en saliva total fueron más altos que los informados en la literatura.^{11,16-19} Esto posiblemente se deba no sólo al alto índice de contaminación ambiental que aún prevalece en la Ciudad de México, sino también a factores como el tipo de población estudiada (niños o adultos) y a la clase de saliva analizada (total o parotídea).

Actualmente en la Z.M.C.M. se consumen diariamente 43 millones de litros de combustible, de los cuales 28% se utiliza en la industria y los servicios, 7% en las termoeléctricas, 11% para consumo doméstico y el resto, 54%, en transporte.¹⁴ Por otro lado, en 1993, del total del consumo de combustible, 35.5% correspondió al uso de la gasolina Nova, y sólo 8.1%, al uso de gasolina Magna SIN;¹⁴ en 1994, el consumo de esta última representaba 32% del total.¹⁴

No obstante la aparición de la gasolina Magna SIN en el mercado, su consumo sigue siendo bajo en comparación con la gasolina Nova, cuya reducción en plomo (92%)¹⁴ no ha sido suficiente para el control de la contaminación ambiental, ya que el consumo de ésta sigue siendo alto, lo que se refleja en los resultados que obtuvimos a partir del examen de saliva total.

La concentración de cadmio también fue más alta en nuestra población de estudio, en comparación con lo que se ha detectado en saliva parotídea (3.5 ppb),¹⁶

probablemente debido a un incremento en el consumo de productos que contienen este metal (recubrimientos, pigmentos, baterías de níquel-cadmio, aleaciones, etc.).²⁰ Sin embargo, se ha encontrado que el nivel de cadmio en la atmósfera proveniente de las emisiones vehiculares, de la atrición de componentes platinizados y del desgaste de las llantas, no es tan alto como el del plomo.²¹

En cuanto al cromo, aún no existe ningún dato en la literatura respecto a su identificación y cuantificación en saliva total humana. Por otro lado, a pesar de que este metal constituye parte de los iones metálicos del organismo humano y que se encuentra habitualmente en algunas partes del cuerpo (en el hígado, en una proporción de 12 µg/g; en el pelo, de 0.85 µg/g, y en el suero y plasma, de 1-5 ng/mL),²² se ha demostrado que en grandes concentraciones y en formas trivalentes o hexavalentes en el ambiente, el cromo puede causar perforaciones nasales, dermatitis y cáncer pulmonar.^{23,24}

Se debe considerar que algunas actividades económicas son fuentes de contaminación: a) en la industria, la fabricación de cemento y colorantes, la construcción, las curtidurías, la metalurgia y la pintura, principalmente la anticorrosiva, y b) en la minería, la extracción de cromita.^{23,24}

A pesar de que el flujo salival y su composición varían de sujeto a sujeto y dentro de un mismo individuo debido a factores como la dieta, el sexo y la edad,^{11,25} en el presente trabajo no se encontró ninguna asociación o dependencia significativa entre las dos últimas variables y las diferentes concentraciones de plomo y cromo, lo que concuerda con los hallazgos reportados por Cleymaet,^{26,27} donde se menciona que ni el sexo ni la edad influyen en las concentraciones de estos metales en saliva. Sin embargo, en el caso del cadmio se encontró una asociación inversa con la edad, posiblemente debido a que existe un incremento en el consumo de cigarros por parte de la población joven. Se ha encontrado que el cadmio se presenta finamente disperso en el humo del cigarrillo²⁰ y que se inhala en una concentración de 0.1-0.2 µg/cigarrillo,²⁸ lo que se refleja en saliva.¹⁶

Respecto al lugar de residencia, a pesar de que la mayoría de los individuos que conformaron nuestro universo de estudio viven en el sur de la ciudad (74 sujetos), los resultados no mostraron diferencias significativas entre las zonas muestreadas. Sin embargo, no se debe olvidar, que el valle de México presenta características topográficas y físicas que limitan la total dispersión de contaminantes; a la vez existen variaciones en el patrón de distribución de la contaminación, lo cual no sólo depende de las diferentes corrientes del

viento, que permiten que los contaminantes sean transportados de las zonas industrializadas con actividad pesada de transporte (norte y centro) hacia el resto de la ciudad,²⁹ sino también, de los cambios estacionales,³⁰ que originan que durante el tiempo de lluvias la contaminación disminuya.³¹

La comida enlatada tampoco presentó una asociación o dependencia con la concentración de plomo, cadmio, y cromo. No se debe olvidar que en la actualidad muchas latas en el mercado son hechas de aluminio, o presentan una cubierta plástica de recubrimiento en su interior, probablemente sin contenido de plomo.³² Sin embargo, algunas de ellas pueden tener puntos de soldadura que, aunque estén recubiertos, pueden contener pequeñas cantidades de plomo u otro metal pesado, por lo que se sugiere cuantificar en un futuro el número de latas que consumen los sujetos por día; así se podría verificar si existe asociación o dependencia entre esta variable y los metales pesados.

Conclusiones

1. La sialoquímica juega un papel importante en el diagnóstico toxicológico, ya que no sólo es una técnica no invasiva, indolora y que no requiere para su colección de un entrenamiento tan específico como la bioquímica sanguínea, sino que también es una técnica innovadora que permite la obtención de muchas muestras sin causar molestias al paciente. Además, cabe mencionar que mediante esta técnica se pueden detectar no sólo contaminantes (ambientales u ocupacionales), sino también fármacos y drogas, así como enfermedades locales y sistémicas que no sólo afectan a las glándulas salivales, sino al ser humano en general.^{33,34}
2. En cuanto a las concentraciones de plomo, cadmio y cromo encontradas en nuestra población, éstas son altas en saliva, en relación con lo reportado en otros estudios. Los resultados antes citados señalan que la contaminación por metales pesados continúa siendo un problema de salud pública y que las medidas desarrolladas por el gobierno, aunque efectivas, deben fortalecerse y ampliarse hasta consolidar un programa, cuyo principal objetivo sea eliminar los diferentes contaminantes del ambiente.
3. Deben realizarse más estudios tanto en poblaciones expuestas como no expuestas, para verificar si variables como el sexo, la edad, el uso de cerámica vidriada, la comida enlatada y la zona de residencia influyen en las concentraciones de dichos metales pesados en saliva.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las químicas Rocío García Martínez y María del Carmen Torres Barrera, del Laboratorio de Química Atmosférica del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México, por su colaboración en el procesamiento y análisis de las muestras de saliva.

Referencias

1. Anaya JL. Manifestaciones neurológicas de la intoxicación por plomo en Infantes. *Epidemiología* 1995;8(12):1.
2. Fosse G, Berg-Justensen NP. Cadmium in deciduous teeth of Norwegian children. *Int J Environ Stud* 1977;11:17-27.
3. Cleymaet R, Bottenberg P, Slop D, Clara R, Coomans D. Study of lead and cadmium content of surface enamel of school children from an industrial area in Belgium. *Community Dent Oral Epidemiol* 1991;19:107-111.
4. Rico CC, Cuevas YE, Acosta RR, Pastor MJ. Recuperación y reutilización de cromo en aguas residuales del curtido de pieles. *Rev Univ Soc* 1996;11:1-12.
5. Seifert G, Miehlke A, Haubrich J, Chilla R. Diseases of the salivary glands. Nueva York: Georg Thieme Verlag, Thieme Inc., Stuttgart, 1986: 1-62.
6. Joselow MM, Ruiz R, Goldwater LJ. Adsorption and excretion of mercury in man. *Arch Environ Health* 1968;17:35.
7. Comisión Nacional de Ecología. Informe Nacional del Ambiente 1989-1991 para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. México, D.F.: Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, 1992.
8. Romieu I, Palazuelos E, Meneses F, Hernández-Avila M. Vehicular traffic as a determinant of blood-lead levels in children: A pilot study in Mexico City. *Arch Environ Health* 1992;47(4):246-249.
9. Barba A. Plomo en niños antes de nacer, para toda su vida. *Bol Mensual Comunicacion Tecnol Cientif* 1993;44:4-7.
10. Aguirre A, Testa-Weintraub LA, Banderas JA, Haraszthy GG, Reddy MS, Levine MJ. Sialochemistry: A diagnostic tool?. *Crit Rev Oral Biol* 1993;4(3/4):343-350.
11. Tenuovo JO. Human saliva, clinical chemistry and microbiology. Boca Raton (FL): CRC Press Inc., 1989;1:1-19.
12. Sprent P. Applied nonparametric statistical methods. Londres: Chapman and Hall, 1989.
13. Everitt BS. The analysis of contingency tables. Monographs on statistics and applied probability. 2a. edición. Londres: Chapman and Hall, 1992: 45-164.
14. Secretaría de Desarrollo Social, Instituto Nacional de Ecología. Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1993-1994. México, D.F.: Sedesol, INE, 1994:158-234.
15. Hernández-Avila M, Romieu I, Rios C, Rivero A, Palazuelos E. Lead-glazed ceramics as major determinants of blood lead levels in Mexican Women. *Environ Health Perspect* 1991;94:117-120.
16. Langmyhr FJ, Eyde B. Determination of the total content and distribution of cadmium, copper and zinc in human parotid saliva. *Anal Chim Acta* 1979;107:211.
17. Fung HL, Yaffe SJ, Mattar ME. Blood and salivary lead levels in children. *Clin Chim Acta* 1975;61:423.
18. Brudevold F, Asenden R, Srinivasan BN, Bakhos Y. Lead in enamel and saliva: Dental caries and the use of enamel biopsies for measuring past exposure to lead. *J Dent Res* 1977;56(10):1165.
19. Pán YSA. Lead levels in saliva and in blood. *J Toxicol Environ Health* 1981;7:273.
20. Hutton M, Chaney RL, Krishna CR. Group Report: Cadmium. En: Hutchinson TC, Meema KM, ed. Lead, mercury, cadmium and arsenic in the environment. Nueva York: John Wiley and Sons Ltd., 1987:35-41.
21. Harrison RM, Clive RW. Air borne cadmium, lead and zinc at rural and urban sites in North-West England. *Athmospheric Environ* 1982; 16(11):2669.
22. Prasad AS. Trace elements and iron in human metabolism. Nueva York: Plenum Publish Corp., 1978:408.
23. Rosas I, Belmont R, Baez A. Some aspects of the environmental exposure to chromium residues in Mexico. *Water, Air and Soil Pollution* 1989;48:463.
24. Galvao L. Serie vigilancia: Cromo. Metepec, México: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de la Salud, 1987.
25. González M, Ledesma C, Banderas JA. Glándulas salivales: mecanismos fisiológicos de la secreción salival. *Pract Odontol* 1994;15(6):7.
26. Cleymaet R, Collys K, Retief DH, Michotte Y, Slop D, Taghion E et al. Relation between lead in surface tooth enamel, blood, and saliva from children residing in the vicinity of a non-ferrous metal plant in Belgium. *Br J Ind Med* 1991;48:702.
27. Zaichick V, Tsyb A, Bagirov S. Neutron activation analysis of saliva. Application in clinical chemistry, environmental and occupational toxicology. *J Radioanalytical Nuclear Chem* 1995;195(1):123-132.
28. Galvao L. Serie vigilancia: Cadmio. Metepec, Mexico: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Organización Panamericana de la Salud, 1987.
29. Metropolitan Commission for Pollution Prevention and Control in the Valley of Mexico. Air Pollution in Mexico City. México, D.F.: Departamento del Distrito Federal, 1994:2-15.
30. Hunter JM. The summer diseases: Some field evidence on seasonality in childhood lead poisoning. *Soc Sci Med* 1977;12:85.
31. Rosas I, Belmont R, Jauregui E. Seasonal variation of atmospheric lead levels in three sites in Mexico City. *Atmosfera* 1995;8:157.
32. White MA, O'Hagan AL, Wright AL, Wilson HK. The measurement of salivary cadmium by electrothermal atomic absorption spectrophotometry and its use as a biological indicator of occupational exposure. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 1992;2(2):195.
33. Banderas JA, Nava J, González M. Salivary flow rate and protein concentration from human whole saliva in Mexican young population. *J Dent Res* 1995;74:503.
34. Banderas JA, González M. Electrophoretic analysis of human whole saliva in a Mexican population. *J Dent Res* 1996;75:92.