

## Niveles de plomo en sangre, malondialdehído y vitaminas antioxidantes en escolares.

Henry Pérez<sup>1</sup>, Doris Nóbrega<sup>1,2,5</sup>, Yalitz Aular<sup>1,3</sup>, Carmen Núñez<sup>4</sup>, Karen Pereira<sup>1</sup>, María Esther Gómez<sup>3</sup>

### RESUMEN

El Plomo (Pb) es un metal altamente tóxico que afecta diversos órganos y tejidos. Aún no se ha descrito un mecanismo único para su toxicidad, pero se ha evidenciado que el estrés oxidativo cumple un rol fundamental. El objetivo fue relacionar niveles de plomo en sangre (PbS), malondialdehído (MDA) y vitaminas antioxidantes (A, E y C) en escolares del Municipio Naguanagua, Estado Carabobo, Venezuela. Fue un estudio descriptivo y correlacional, en el cual participaron 147 niños. Se tomaron muestras de sangre venosa para determinar PbS, MDA y vitaminas antioxidantes. El 89,8% de los niños presentaron niveles de PbS ( $9,85 \pm 5,31 \mu\text{g/dL}$ ) estadísticamente superiores ( $P < 0,05$ ) al límite permisible ( $< 5 \mu\text{g/dL}$ ), establecido por el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC). El 49,6% de los escolares vivían cerca de un taller mecánico, 34,1% de un taller de latonería y pintura, 38,3% de una parada de autobús, 49,6% de una avenida o calle muy transitada y 39,0% manifestó hábito mano-boca. Los niveles de MDA fueron significativamente superiores ( $P < 0,05$ ) en los niños que presentaron niveles de PbS por encima del límite permisible. Se observó correlación negativa ( $P < 0,05$ ) entre vitamina C y PbS y correlación positiva ( $P < 0,05$ ) entre MDA y PbS. Los hallazgos sugieren que el Pb puede ser capaz de producir peroxidación lipídica y que la Vitamina C parece actuar como un protector ante tal proceso. Se debe mejorar el aporte dietético de vitaminas A y E para garantizar protección antioxidante sinérgica ante la exposición al plomo.

**Palabras Clave:** Plumbemia, estrés oxidativo, malondialdehído, vitaminas antioxidantes.

### ABSTRACT

#### Blood lead levels, malondialdehyde and antioxidant vitamins in schoolchildren.

Lead (Pb) is a highly toxic metal that affects various organs and tissues. Not yet described a unique mechanism for its toxicity, but has been demonstrated that oxidative stress plays a fundamental role. The objective was to relate blood lead levels (PbS), malondialdehyde (MDA) and antioxidant vitamins (A, E and C) in school children Naguanagua, Carabobo State, Venezuela. It was a descriptive and correlational study in which 147 children participated. Venous blood samples were taken to determine PbS, MDA and antioxidant vitamins. 89.8% of children had BPb levels ( $9.85 \pm 5.31 \text{ mg / dL}$ ) statistically higher ( $P < 0.05$ ) than the permissible limit ( $< 5 \mu\text{g/dL}$ ), established by the Center for Disease Control and Prevention (CDC). 49.6% of the school children lived near a garage, 34.1% of an autobody and painting workshop, 38.3% of a bus stop, 49.6% of a busy street or avenue and 39.0% said hand-mouth habit. MDA levels were significantly higher ( $P < 0.05$ ) in children who had BPb levels above the allowable limit. Negative correlation ( $P < 0.05$ ) between vitamin C and PbS and positive correlation ( $P < 0.05$ ) between PbS and MDA were observed. The findings suggest that Pb may be able to produce lipid peroxidation and that vitamin C appears to act as a protector against such a process. An improvement in the dietary intake of vitamins A and E will ensure synergistic antioxidant protection from exposure to lead.

**Key words:** Blood lead, oxidative stress, malondialdehyde, antioxidant vitamins.

### INTRODUCCIÓN

El Plomo (Pb) es un metal pesado que se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre en forma natural o como consecuencia de su empleo industrial (1). En su estado natural tiene poca importancia como contaminante del ambiente, pero es potencialmente tóxico cuando se manipula, especialmente en procesos industriales. El uso indiscriminado que el hombre ha hecho de este metal, ha provocado la contaminación del suelo, del aire y del agua (2).

La acción tóxica fundamental del plomo ocurre a nivel de la membrana celular, en donde éste se fija sobre la superficie externa por ligandos esenciales, afectando tanto los fenómenos de permeabilidad, como el funcionamiento normal de las enzimas implicadas en el transporte activo de numerosos constituyentes (3). Asimismo, posee una gran capacidad de formar complejos estables con grupos

<sup>1</sup> Maestría en Toxicología Analítica. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo.

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Básicas. Escuela de Bioanálisis. Universidad de Carabobo.

<sup>3</sup> Departamento de Farmacología. Escuela de Ciencias Biomédicas y Tecnológicas. Universidad de Carabobo.

<sup>4</sup> Departamento Clínico del Norte. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo

<sup>5</sup> Centro de Investigaciones Toxicológicas de la Universidad de Carabobo (CITUC).

**Autor de correspondencia:** Henry J. Pérez.

**E-mail:** hperez.ivss@gmail.com

**Recibido:** 07-08-2014

**Aprobado:** 29-01-2015

sulfhidrilos y fosfatos e interaccionar con metales esenciales como el calcio, el hierro, el zinc y el cobre, compitiendo entre ellos y modificando sus concentraciones intracelulares. Además, inhibe la Adenosin Trifosfatasa (ATPasa) de sodio y potasio, incrementando la permeabilidad celular, la síntesis del ácido desoxirribonucleico (ADN) y peroxidación lipídica (4).

La peroxidación lipídica es el daño oxidativo producido particularmente por los radicales hidroxilo (OH<sup>-</sup>) sobre los ácidos grasos poliinsaturados de las membranas celulares. Inicialmente, un ácido graso se oxida por la salida de un átomo de hidrógeno de un grupo metileno hacia el OH- que actúa como agente oxidante, produciendo radical peróxido. Este a su vez repite el proceso en cadena hasta producir una afectación profunda de la estructura y función celular (5).

En este sentido, a pesar de que el plomo es un metal que no sufre reacciones químicas de óxido-reducción en el organismo, tiene la capacidad de incrementar la producción de radicales libres y de disminuir la disponibilidad de las reservas antioxidantes en el organismo, convirtiendo el estrés oxidativo en un factor clave en las consecuencias fisiopatológicas de este metal (6).

La generación de estrés oxidativo en la intoxicación por plomo puede ocurrir a diferentes niveles: por generación de ácido δ-aminolevulínico, que constituye una potencial fuente endógena de radicales libres; por la capacidad que posee el plomo para inducir peroxidación lipídica en presencia de Fe<sup>+2</sup> o por depleción de Glutatión reducido (GSH) y enzimas antioxidantes (7). El daño producido por la peroxidación lipídica puede hacerse manifiesto por un aumento del Malondialdehído (MDA).

Para contrarrestar los efectos deletéreos de los radicales libres, el organismo cuenta con un sistema antioxidante para protegerse de los riesgos que conlleva el estrés oxidativo (8). Este sistema está constituido por antioxidantes endógenos (superóxido dismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa) y exógenos (betacarotenos, vitamina E, A y C) (9).

La vitamina C (ácido ascórbico) es un antioxidante, que tiene capacidad de actuar como donante de electrones. Disminuye la peroxidación lipídica, los niveles de O<sub>2</sub>, peróxido de hidrógeno y, mantiene estables los niveles de glutatión peroxidasa y vitamina E. (9). El efecto de la Vitamina C sobre los niveles de Pb ha sido clarificado por diversos estudios que han demostrado que el ácido ascórbico disminuye la absorción intestinal de Pb, reduciendo el hierro férrico a hierro ferroso en el duodeno, incrementando la disponibilidad de hierro, el cual compite con el Pb por la absorción intestinal (10).

En relación a la vitamina E, es un lípido isoprenoide sustituido de la familia de los tocoferoles. Su función biológica más importante es la defensa celular contra el estrés oxidativo a

través de la modulación de cascada intracelular, explicando su rol protector frente a la toxicidad del plomo mediante su capacidad de prevenir la producción de radicales libres (7).

En cuanto a la Vitamina A, forma parte de una de las líneas de defensa del organismo ante los radicales libres (radicales tiol, superóxido, hidroxilo, peróxido de hidrógeno y oxígeno atómico) que están implicados en la patogenia de muchas enfermedades. El mecanismo antioxidante de la vitamina A comprende una acción barredora de radicales simples de oxígeno (O<sub>2</sub>) y radical tiol, y podría estar relacionada con los procesos que involucran expresión genética y diferenciación celular (11).

Sobre la base de los planteamientos anteriores, la investigación tuvo como propósito relacionar los niveles de plomo en sangre, malondialdehído y vitaminas antioxidantes (C, A y E) en escolares de primer a tercer grado de la Escuela Bolivariana Bárbula II Batalla de Bomboná, Municipio Naguanagua, Estado Carabobo, Venezuela, período escolar 2010 - 2011.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación realizada fue descriptiva, correlacional, cuantitativa, de campo y de corte transversal. La población en estudio estuvo conformada por 250 alumnos quienes eran cursantes de las tres secciones de cada uno de los grados, desde el primero hasta el tercero de Educación Básica, durante el periodo escolar 2010-2011, en la Escuela Bolivariana Bárbula II Batalla de Bomboná, Municipio Naguanagua, Estado Carabobo. Previa aceptación del colegio, a los representantes de los niños se les ofreció la oportunidad de formar parte de la investigación luego de ser informados de los objetivos y diseño del trabajo a través de una charla que fue dictada en el colegio.

Para seleccionar los participantes en el estudio, se empleó un muestreo no probabilístico, circunstancial, de conveniencia, no aleatorio, teniendo en consideración como criterios de inclusión que los niños cursaran en cualquier sección de los grados mencionados y que los padres o representantes manifestaran voluntariamente su intención de participar en el estudio mediante consentimiento informado, cumpliendo con las normas para la investigación biomédica en humanos, establecidas en el Código de Ética para la Vida (MPPCYT, 2010).

La muestra se conformó con la totalidad de la población, sin embargo en virtud de la no asistencia de algunos niños a cada una de las etapas de las jornadas de recolección de información, la muestra finalmente quedó constituida por 147 niños que cumplieron con los criterios descritos.

A cada representante de los niños participantes en el estudio se le hizo una entrevista a fin de obtener información sobre los escolares, lo que permitió considerar todos los datos posibles relacionados con las variables en estudio. Para ello

se aplicó una encuesta estructurada diseñada por los autores y validada por el juicio de los expertos, a los fines de obtener información sobre datos personales, sociodemográficos y de posibles fuentes de exposición al plomo. Además, se realizó una evaluación socioeconómica y nutricional a los niños participantes con el fin de conocer la repercusión de estos aspectos en las variables en estudio, para lo cual se empleó el método de Graffar-Méndez-Castellano modificado (13) para determinar el nivel socioeconómico, y para la evaluación del estado nutricional antropométrico se tomó como referencia lo sugerido por FUNDACREDESA (14).

### **Toma de muestras.**

Por punción en el pliegue del codo se extrajeron cumpliendo con las normas de asepsia y antisepsia, 10 mL de sangre venosa en condiciones de ayuno a cada niño participante en el estudio, que se distribuyeron equitativamente colocando 5 mL de sangre en un tubo con anticoagulante (heparina) para la determinación de PbS y 5 mL en un tubo estéril sin anticoagulante y protegido de la luz, para obtener el suero, el cual se utilizó para las determinaciones de MDA y vitaminas antioxidantes (A, E y C).

Las muestras de sangre para el análisis de Plumbemia fueron almacenadas a una temperatura de 8 °C durante un período no mayor de 10 días para su procesamiento, el cual se realizó en el Laboratorio del Centro de Investigaciones Toxicológicas de la Universidad de Carabobo (CITUC).

Las muestras para el análisis de MDA y vitaminas antioxidantes fueron trasladadas en una cava refrigerada al Laboratorio del Departamento de Farmacología, Escuela de Ciencias Biomédicas, Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo, donde fueron mantenidas a -70°C hasta su procesamiento posterior.

### **Procesamiento de las muestras.**

La determinación de PbS se realizó a través del método de Espectrofotometría de Absorción Atómica a la Llama, con un espectrofotómetro Perkin Elmer modelo 3110, utilizando el método NIOSH 8003 (15). Se tomó como límite permisible para este parámetro el valor de 5 µg/dL según la más reciente actualización realizada por el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades en el año 2012 (16).

La determinación de malondialdehído (MDA) se realizó según método estandarizado por Cano et al. (17) y modificado en la clínica de dislipidemias por Márquez et al. (18) el cual consiste en el método colorimétrico de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS). Se tomó como valor de referencia de MDA hasta 2 nmol/mL (18).

La vitamina C sérica se determinó por el método colorimétrico desarrollado por Roe y Kuether (19) que mide vitamina C total, tomando como valor de referencia desde el punto de

vista antioxidante, una concentración de ácido ascórbico mayor a 0,9 mg/dL (20).

La determinación de vitamina E (alfa – tocoferol) y vitamina A (Retinol) se realizó por el método de cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) estandarizado por Márquez et al. (18). Se utilizó la modalidad de cromatografía líquida de fase reversa y la detección de los componentes separados se realizó espectrofotométricamente (rango UV).

Las condiciones cromatográficas empleadas fueron las siguientes: Fase Móvil: agua 98%: 2% la fase móvil debe ser filtrada a través de filtros de celulosa de 0,45 µm lo cual remueve partículas y desgasifica dicha fase; Flujo: 1,5 mL/min; Temperatura ambiente; Sensibilidad de detección: 0,02 AUF; Tiempo de Corrida: 5-6 minutos; Velocidad de carta: 0,6 mm/seg. Se consideraron como valores de referencia desde el punto de vista de protección antioxidante para la vitamina E los niveles por encima de 1200 – 1300 µg/dL y para la vitamina A niveles por encima de 80 µg/dL (11).

### **Análisis estadístico.**

Se calcularon estadísticos descriptivos de tendencia central y de dispersión, frecuencias absolutas y relativas. Para los análisis estadísticos se emplearon las pruebas t student para diferencias entre grupos y el test de Pearson para las correlaciones cuando las variables en estudio tuvieron una distribución normal, y cuando las variables no siguieron una distribución normal, se aplicaron estadísticos no paramétricos como la prueba U de Mann Whitney para diferencias entre grupos y el test de Spearman para correlacionar las variables en estudio. El paquete estadístico utilizado fue IBM SPSS Statistics versión 20 y el nivel de significancia empleado fue  $P < 0,05$ .

## **RESULTADOS**

La muestra estudiada estuvo constituida por 147 niños con una edad promedio de  $7,53 \pm 1,14$  años. La distribución según el sexo fue de 51 % (n = 75) para el sexo femenino y 49 % (n = 72) para el sexo masculino. El 78,2 % de los niños presentaron un estado nutricional normal, y el 67,4% pertenecían al estrato socioeconómico IV.

En relación a los hábitos de los niños y la cercanía de sus viviendas a posibles fuentes de exposición al plomo, se encontró que el 49,6 % de los niños vivían cerca de un taller mecánico, el 34,1 % a un taller de latonería y pintura, el 38,3 % a una parada de autobús, el 49,6 % a una avenida o calle muy transitada y el 39,0 % manifestó hábito mano-boca, destacando que la media de PbS de los niños que vivían cerca de un taller de latonería y pintura fue significativamente superior a la de aquellos niños que no tenían esta característica (Tabla 1).

**Tabla 1.** Distribución de los niños participantes en el estudio de acuerdo a hábitos y a la cercanía de sus viviendas a posibles fuentes de exposición, y valores promedio de PbS en cada condición.

Hábitos/Posible Fuente de Exposición	n*	%	PbS (µg/dL) $\bar{X} \pm DE$	P
Imprenta				
Si	12	8,5	9,67 ± 2,61	0,223
No	127	91,5	9,69 ± 5,31	
Fábrica / Taller de pinturas				
Si	13	9,2	8,46 ± 2,07	0,083
No	128	90,8	9,81 ± 5,33	
Fábrica / Taller de baterías				
Si	21	14,9	9,67 ± 7,95	0,218
No	120	85,1	9,69 ± 4,51	
Estación de servicio				
Si	18	12,8	9,39 ± 4,33	0,332
No	123	87,2	9,73 ± 5,25	
Taller mecánico				
Si	70	49,6	10,34 ± 6,43	0,132
No	71	50,4	9,04 ± 3,32	
Taller de latonería y pintura				
Si	48	34,1	10,77 ± 7,25	0,015**
No	93	65,9	9,13 ± 3,50	
Taller de herrería				
Si	36	25,5	10,19 ± 5,86	0,642
No	104	74,5	9,51 ± 4,87	
Carpintería				
Si	33	23,4	9,73 ± 5,93	0,986
No	108	76,6	9,68 ± 4,89	
Autolavado				
Si	29	20,6	8,93 ± 3,12	0,246
No	112	79,4	9,88 ± 5,53	
Parada de bus				
Si	54	38,3	10,19 ± 6,01	0,301
No	87	61,7	9,38 ± 4,51	
Avenida/calle muy transitada				
Si	70	49,6	10,70 ± 6,41	0,065
No	71	50,4	8,69 ± 3,17	
Hábito mano-boca				
Si	55	39,0	10,05 ± 5,09	0,549
No	86	61,0	9,45 ± 5,17	

\*:El n muestral fue de 147 niños participantes en el estudio, sin embargo, en virtud de que no fueron respondidas la totalidad de las preguntas relacionadas con posibles fuentes de exposición al plomo en la encuesta aplicada a los representantes, existe discrepancia en las n presentadas en la tabla, las cuales son variables en los distintos ítems señalados.

\*\* : Diferencia estadísticamente significativa con la prueba t de student.

El presente estudio detectó que el 89,8 % de los niños presentaron niveles de PbS estadísticamente superiores ( $P < 0,05$ ) a los límites permisibles sugeridos en la más reciente actualización del Centro para el Control y Prevención de Enfermedades de Atlanta (CDC, 2012) (16).

En la tabla 2 se muestran los niveles de vitaminas A, E y C, MDA y PbS de los niños participantes, observándose que las vitaminas A y E estaban por debajo de los límites considerados como de protección antioxidante, y los niveles de vitamina C estuvieron en niveles adecuados o por encima del punto de corte antioxidante (11).

**Tabla 2.** Concentraciones de PbS, vitaminas antioxidantes (A, E y C) y MDA en los niños participantes en el estudio.

Variable	Grupo Total (n =147; 100%)			
	$\bar{X} \pm DE$	Md	Min - Max	V.R.
PbS (µg/dL)	9,85 ± 5,31	9,00	4,00 – 42,00	≤ 5
Vit A (µg/dL)	39,69 ± 21,74	29,71	11,03 – 95,17	> 80
Vit E (µg/dL)	198,01 ± 60,97	180,07	74,39 – 384,15	> 1200
Vit C (mg/dL)	1,47 ± 0,70	1,40	0,37 – 3,61	> 0,9
MDA (nmol/mL)	2,84 ± 6,95	0,48	0,03 – 46,12	< 2

Vit A: Vitamina A; Vit E; Vitamina E; Vit C: Vitamina C; MDA: Malondialdehido; PbS: Plomo en sangre. ± DE: Media ± Desviación Estándar; Md: Mediana; Min – Max: Mínimo – Máximo; V.R.: Valores de referencia.

En cuanto a los niveles de MDA, se encontraron valores promedio ( $2,84 \pm 6,95$  nmol/mL) superiores a los valores de referencia.

Como muestra la tabla 3, los niveles de vitamina E fueron significativamente más bajos ( $P < 0,05$ ) en los niños que presentaron niveles de PbS por encima de los límites permisibles establecidos por el CDC (16). Además los niveles MDA fueron estadísticamente superiores ( $P < 0,05$ ) en los niños que presentaron niveles de PbS por encima de los límites permisibles con respecto a los niños que tuvieron niveles de PbS dentro de lo permisible.

en la intoxicación por Pb. Los mecanismos relacionados con la toxicidad del plomo, pueden ser mitigados mediante la mejora de la disponibilidad celular de antioxidantes como las vitaminas A, E y C para interrumpir o reducir al mínimo el daño causado por los efectos del plomo. La relación entre concentraciones elevadas de plomo en sangre, estrés oxidativo y vitaminas antioxidantes ha sido estudiada por diversos investigadores en el ámbito internacional (6,7), sin embargo, en la revisión bibliográfica realizada no se encontraron estudios nacionales que asocien dichas variables.

**Tabla 3.** Niveles de vitaminas antioxidantes (A, E y C) y MDA de los niños participantes en el estudio de acuerdo a los niveles de PbS.

Variables	PbS $\leq$ 5 $\mu$ g/dL (n = 15; 10,2%)			PbS $>$ 5 $\mu$ g/dL (n = 132; 89,8%)			P
	$\bar{X} \pm DE$	Md	Min - Max	$\bar{X} \pm DE$	Md	Min - Max	
Vit A ( $\mu$ g/dL)	41,48 $\pm$ 27,90	30,09	14,80 – 89,88	39,51 $\pm$ 21,18	29,26	11,03 – 95,17	0,0735
Vit E ( $\mu$ g/dL)	217,08 $\pm$ 83,90	235,19	103,91 – 320,75	196,24 $\pm$ 58,39	179,67	74,39 – 384,15	0,0278*
Vit C (mg/dL)	1,43 $\pm$ 0,69	1,18	0,66 – 3,09	1,47 $\pm$ 0,70	1,40	0,37 – 3,61	0,5041
MDA (nmol/mL)	1,10 $\pm$ 2,67	0,37	0,13 – 10,32	3,05 $\pm$ 7,27	0,50	0,03 – 46,12	0,0480**

Vit A: Vitamina A; Vit E: Vitamina E; Vit C: Vitamina C; MDA: Malondialdehído; PbS: Plomo en sangre.  $\pm$  DE: Media  $\pm$  Desviación Estándar; Md: Mediana; Min – Max: Mínimo – Máximo.

\*: Diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ) mediante la prueba t de student.

\*\* : Diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ) mediante la prueba U Mann-Whitney

La correlación (Tabla 4) entre los niveles de vitaminas antioxidantes (A, E y C) y MDA con respecto a los niveles de PbS de los niños participantes en el estudio, mostró una correlación negativa estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ) entre vitamina C y PbS, y una correlación positiva estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ) entre MDA y PbS.

**Tabla 4.** Correlación de niveles de vitaminas antioxidantes (A, E y C) y MDA con los niveles de PbS de los niños participantes en el estudio.

Variables	Niveles de PbS Rho de Spearman (p)
Vit A	- 0,0453 (0,6210)
Vit E	- 0,1262 (0,1675)
Vit C	- 0,1789 (0,0497)*
MDA	0,1973 (0,0302)*

\*: Correlación estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ) mediante la prueba de Correlación de Spearman.

## DISCUSIÓN

El plomo (Pb) es un metal no esencial, altamente tóxico que afecta a diversos órganos y tejidos. Si bien aún no se ha descrito un mecanismo único mediante el cual este metal ejerce sus efectos tóxicos, un gran número de estudios han puesto en evidencia el rol fundamental del estrés oxidativo

Un elevado porcentaje de los niños que participaron en el estudio (89,8%) presentaron niveles de PbS con valores estadísticamente superiores a los límites permisibles sugeridos por el CDC (16). Estos resultados son consistentes con los obtenidos en diversos estudios realizados tanto a nivel nacional como internacional, teniendo en cuenta que la mayoría de los estudios consultados reportan sus hallazgos considerando los niveles anteriormente aceptados de 10  $\mu$ g/dL (21-27).

El alto porcentaje de escolares de este estudio que arrojaron valores superiores a los límites permisibles de PbS y la concentración media de este metal que se observó, son un reflejo de que aún existen numerosas fuentes de exposición a las cuales los niños tienen acceso, y que a pesar de los esfuerzos realizados por disminuir los niveles de contaminación ambiental por este metal, los fenómenos de biodisponibilidad y biodistribución característicos del catión conducen a que la intoxicación crónica con Pb continúe siendo un problema, y que contrariamente a algunas declaraciones acerca de que el Pb ya no constituye un riesgo ambiental, es posible que siga representando un problema importante de salud pública por la gran utilidad del mismo en diversas actividades industriales y por su amplia distribución en el ambiente (21, 22).

En cuanto a los hábitos de los niños y a la cercanía de sus viviendas a posibles fuentes de exposición al plomo, aunque el problema del plomo en sangre es multicausal debe tomarse



en consideración como factor de riesgo contribuyente a la acumulación de plomo en la sangre, la exposición a fuentes emisoras de plomo muy cercanas a la vivienda, como es el caso de los resultados observados en la presente investigación donde se encontró que el 49,6% de los niños vivían cerca de un taller mecánico, el 34,1% a un taller de latonería y pintura, el 38,3% a una parada de autobús, el 49,6% a una avenida o calle muy transitada y el 39,0% manifestó hábito mano-boca, destacando que la media de PbS de los niños que vivían cerca de un taller de latonería y pintura era significativamente superior a la de aquellos niños que no tenían esta característica. Estos resultados están en concordancia con diversas investigaciones realizadas tanto en el ámbito nacional como internacional (21, 25, 26).

Por otra parte, en el presente estudio se muestran niveles de vitaminas A y E en los niños participantes, por debajo de los límites considerados como de protección antioxidante, así como niveles de vitamina C adecuados o por encima del punto de corte antioxidante, lo cual sugiere que probablemente la ingesta de esta última vitamina es suficiente como para mantener dichos niveles, pero que ocurre lo contrario con las vitaminas A y E, lo que según Márquez et al. (18) indica un incremento del riesgo de presentar daños celulares que afecten la fisiología de distintos órganos, como consecuencia de un aumento en la producción de radicales libres, reflejada en el incremento de la peroxidación de lípidos y proteínas, lo cual debilita de manera importante la defensa antioxidante en este grupo de estudio.

En virtud de que dichos antioxidantes son exógenos, es necesario garantizar una dieta cuyo aporte sea suficiente y necesario para mantener niveles óptimos de protección antioxidante, ya que diversos estudios han mostrado el efecto sinérgico de estas vitaminas y la importancia de este efecto en el papel antioxidante de las mismas. El sinergismo se produce cuando dos o más antioxidantes presentes en un sistema muestran un efecto total superior al que se puede estimar por una simple adición de sus acciones individuales. En algunas ocasiones el papel del sinergista consiste en regenerar el antioxidante oxidado mediante una reacción redox que cataliza su paso al estado reducido original. Esto es lo que ocurre entre la vitamina C y la vitamina E, cuando la primera regenera a la segunda, así como entre el betacaroteno y la vitamina C (28, 29).

Además, se observaron niveles de vitamina E significativamente más bajos en aquellos niños que presentaron niveles de PbS por encima de los niveles permisibles, lo cual podría constituirse en un factor que contribuye a la peroxidación lipídica. En este sentido, existen estudios (30, 31) que han mostrado que la vitamina E tiene una acción protectora en la estabilidad de la membrana evitando el daño oxidativo de las lipoproteínas. Se ha demostrado que el alfa-tocoferol previene los daños de la toxicidad del plomo en la membrana mediante la reducción de la peroxidación lipídica y el aumento de los niveles de

superóxido dismutasa (SOD) y la actividad de la catalasa. Estudios en animales (31) han encontrado que la vitamina E puede ser incluso más eficaz que la vitamina C en la disminución de la lipoperoxidación, sobre todo en órganos como hígado, cerebro y riñón de ratas expuestas al plomo. De allí la importancia de un buen aporte dietético de esta vitamina.

Adicionalmente, en los niños evaluados se encontraron niveles promedio de MDA superiores a los valores de referencia, lo cual indica daño celular por peroxidación lipídica, y que la misma podría estar relacionada con los elevados niveles de PbS encontrados, puesto que los niveles de MDA fueron estadísticamente superiores ( $P < 0,05$ ) en los niños que presentaron niveles de PbS por encima de los límites permisibles con respecto a los niños que tuvieron niveles de PbS dentro de lo permisible.

Al establecer la correlación entre los niveles de vitaminas antioxidantes y MDA con respecto a los niveles de PbS de los niños participantes en el estudio, se encontró una correlación negativa estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ) entre vitamina C y PbS y una correlación positiva estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ) entre MDA y PbS, lo cual sugiere que el Pb es un tóxico capaz de producir estrés oxidativo mediante el mecanismo de peroxidación lipídica y que la vitamina C actúa como un antioxidante protector ante tal proceso.

Resultados similares han sido reportados por Garçon et al. (32) encontrando que los cambios en distintos indicadores de estrés oxidativo, entre ellos el MDA, tenían una estrecha correlación con los niveles de plomo. Meki et al. (33) encontraron que las concentraciones de PbS se correlacionaron positivamente con niveles de MDA y que al respecto, muchos estudios han demostrado que la exposición de los humanos a los compuestos de plomo tienen como resultado un aumento de la peroxidación de los lípidos en sangre, debido a los cambios en la actividad de las enzimas antioxidantes.

Los hallazgos del presente estudio sugieren que a pesar de los esfuerzos realizados por disminuir las fuentes de exposición al plomo para la población en general, aún existe un importante porcentaje de niños que presentan niveles elevados de plomo en sangre, y los mismos podrían estar relacionados con daño celular por peroxidación lipídica, en virtud de los elevados niveles de MDA observados en los niños participantes en el estudio. Además, en el presente estudio se encontraron niveles de vitamina C considerados de protección antioxidante, pero los niveles de vitaminas E y A fueron muy bajos, por lo que reviste gran importancia mejorar la ingesta de alimentos ricos en estas vitaminas a fin de que puedan lograr el efecto protector que pueden cumplir las vitaminas antioxidantes (A, E y C), sobre todo cuando trabajan juntas. Se sugiere realizar futuros estudios en los cuales se evalúen niveles ambientales (agua, polvo, entre otros) de este metal a fin de contribuir a tener una

mayor información en relación con las posibles fuentes de exposición del plomo.

**AGRADECIMIENTOS.** Al Lcdo. Camilo Olivet y al Lcdo. Alves Sarmiento (CITUC) por su apoyo en los análisis de laboratorio. A los maestros, padres y representantes y muy especialmente a los niños de la Escuela Bolivariana Bárbula II Batalla de Bomboná, Municipio Naguanagua, Edo. Carabobo, por su participación.

#### REFERENCIAS

- Lanphear B, Hornung R, Khoury J, Yolton K, Baghurst P, Bellinger D, et al. Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. *Environ Health Perspect* 2005; 113(7):894-899.
- Barberis S, Piñeiro A, López C. Estudio sobre contaminación ambiental por plomo en niños de la localidad de abra pampa (Jujuy – Argentina). *Acta Toxicol Argent* 2006; 14 (suplemento):2-6.
- Jaime A, González R, Díaz H. Estrés oxidativo asociado a la exposición ocupacional a sustancias químicas. *Rev Cub Salud y Trabajo* 2008; 8(1):52-57.
- González E, Bedoya C, Arroyo E, Manzanera E. Niveles de plomo en sangre y factores de riesgo por envenenamiento de plomo en niños mexicanos. *Rev Fac Ing Univ Antioquia* 2008; 43:114-119.
- Sánchez M, Rodríguez R, Martini V, Sepúlveda L, Sutil R, Contreras F, et al. Estrés y vitaminas antioxidantes de pacientes diabéticos. *Arch Ven Farm Ter* 2008; 57(1):59-65.
- Jomova K, Valko M. Advances in metal-induced oxidative stress and human disease. *Toxicology* 2001; 283(2-3):65-87.
- Martínez S, Cancela L, Virgolini M. El estrés oxidativo como mecanismo de acción del plomo. Implicancias terapéuticas. *Acta Toxicol Argent* 2011; 19(2):61-79.
- Elejalde J. Oxidación, entre la vida y la enfermedad. *An Med Interna* 2001; 18:1-4.
- Chávez J, Suárez G, González Z, Núñez R, Socarras E, Ámel A, et al. Determinación de malondialdehído y óxido nítrico en individuos fumadores. *Med Int* 2001; 17(2):25-36.
- Patrick L. Lead toxicity Part I: a review of the literature. Exposure, evaluation, and treatment. *Altern Med Rev* 2006; 11(1):2-22.
- Gey K, Moser U, Jordán P, Stahelin H, Eichholzer M, Ludin E. Increased risk of cardiovascular disease at suboptimal plasma concentrations of essential antioxidants: an epidemiological update with special attention to carotene and vitamin C. *Am J Clin Nutr* 1993; 57(5 Suppl):787S-797S.
- Código de ética para la vida. Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias. (MPPCYT). 2010. Disponible en: <http://www.coordinv.ciens.ucv.ve/investigacion/coordinv/index/CONCIENCIA/codigoe.pdf>
- Graffar-Méndez Castellano Modificado. Sociedad y Estratificación. Método Graffar-Méndez Castellano. Caracas, Venezuela, 1994.
- FUNDACREDESA. Indicadores de condiciones de vida. Área Metropolitana de Caracas. FUNDACREDESA. Ministerio de Salud y Desarrollo Social, 1996. Disponible en: <http://fundacredeesa.gob.ve/wp-content/uploads/>.
- National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). Lead in blood and urine: Method 8003. En: Eller PM, Cassinelli ME, editors, NIOSH Manual of analytical methods, 4a edición. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, 1994.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Screening young children for lead poisoning: guidance for state and local public health officials. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, 2012. Disponible en: <http://www.cdc.gov/nceh/lead/publications/screening>.
- Cano C, Bermúdez V, Sulbarán G, Morales R, Medina M, Amell A, et al. Influencia de la edad y el sexo en el balance oxidación/antioxidación. *Arch Ven Farm Ter* 2001; 20(1):63-68.
- Márquez M, Yépez C, Rincón M. Aspectos básicos y determinación de las vitaminas antioxidantes E y A. *Invest Clin* 2002; 43(3):191-201.
- Roe JH, Kuether CA, Zimler RG. The distribution of ascorbic acid in the blood. *J Clin Invest* 1947; 26(3):355-358.
- Gey K. Vitamin E plus C and interacting conutrients required for optimal health. A critical and constructive review of epidemiology and supplementation data regarding cardiovascular disease and cancer. *Biofactors* 1998; 1(2):113-174.
- Rodríguez A, Espinal G. Niveles de Plomo en sangre y factores de riesgo asociados en niños de 2 a 10 años en el barrio villa francisca, Santo Domingo Republica Dominicana. *Ciencia y Sociedad* 2008; 23(4):595-609.
- Flores R, Rico E, Núñez J, García E, González L, LLizaliturri C, et al. Exposición infantil al plomo en sitios contaminados. *Salud Pública Méx* 2012; 54(4):385-389.
- Kaiser R, Henderson A, Daley R, Naughton M, Khan M, Rahman M, et al. Blood lead levels of primary school children in Dhaka, Bangladesh. *Environ Health Perspect* 2001; 109(6):563-566.
- Chaochun Z, Zhengyan Z. Blood lead levels among children aged 0-15 years in Hangzhou, China. *Indian Pediatrics* 2004; 41:404-406.
- Squillante G, Rojas M, Medina E. Evolución conductual y de aprendizaje en niños con déficit en su desarrollo, posterior a tratamiento para plumbemia. *Gac Méd Caracas* 2000; 110(3):1-7.
- Rojas M, Espinosa C, Seijas D. Asociación entre plomo en sangre y parámetros sociodemográficos en población infantil. *Rev Saude Pública* 2003; 37(4):503-509.
- Seijas D, Squillante G. Plomo en sangre. Estado nutricional y estratificación socioeconómica, en niños de una comunidad de Valencia. *An Venez Nutr* 2008; 21(1):14-19.
- Criado C, Moya M. Vitaminas y Antioxidantes. Servicio de Medicina Interna y Urgencias, Hospital Puerta de Hierro-Majadahonda. Madrid. Departamento de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid 2009; 6-18. Disponible en: [http://2011.elmedicointeractivo.com/Documentos/doc/VITAMINAS\\_Y\\_ANTIIOXEL\\_MEDICO.pdf](http://2011.elmedicointeractivo.com/Documentos/doc/VITAMINAS_Y_ANTIIOXEL_MEDICO.pdf)

29. Packer L. Protective role of vitamin E in biological systems. *Am J Clin Nutr* 1991; 53(4 Suppl):1050S-1055S

30. Chaurasia S, Kar A. Protective effects of vitamin E against lead-induced deterioration of membrane associated type-1 iodothyronine S-monodeiodinase (S'D-1) activity in male mice. *Toxicology* 1997; 124(3): 203-209.

31. Patra R.C, Swarup D, Dwivedi S.K. Antioxidant effects of alpha tocopherol, ascorbic acid and L-methionine on lead induced oxidative stress to the liver, kidney and brain in rats. *Toxicology* 2001; 162(2):81-88.

32. Garcon G, Leley B, Zerimech F, Marez T, Haguenoer J, Furon D. Biologic markers of oxidative stress and nephrotoxicity as studied in biomonitoring of adverse effects of occupational exposure to lead and cadmium. *J Occup Environ Med* 2004; 46(11):1180-1186.

33. Meki, A., Alghasham, A., Ismail, H. Relationship between blood lead level and elevated blood pressure in hypertensive patients: Implication of nitric oxide. *Open Nitric Oxide J* 2011; 3:1-5.



# Salus online



Universidad de Carabobo Facultad de Ciencias de la Salud

---

Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud-Universidad de Carabobo

INICIO    INDICE    AUTORIDADES    ENLACES DE INTERES    CONTACTOS

Bienvenidos a *Salus online* La Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo

*Salus* es el órgano oficial de divulgación científica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo. Está destinada a la publicación de trabajos de investigación que realicen los miembros de la comunidad universitaria y de otras Instituciones de Educación Superior, Nacionales, e Internacionales.

*Salus online* sólo reproducirá los artículos aprobados para su publicación por el Comité Editor de acuerdo a los requisitos de la edición impresa. Los autores deberán seguir enviando sus originales a la dirección habitual de la revista.

*Salus online* sólo reproducirá los últimos números de *Salus*, mientras que la colección completa se la podrá encontrar, como siempre, en la pagina del CID.

**Coordinador**  
**Ricardo Montoreano**





<http://servicio.cid.uc.edu.ve/fcs/>  
<http://salus-online.fcs.uc.edu.ve/>

© 2003 - 2007 Ricardo Paternina  
© 2008 Salus OnLine :: Derechos Reservados/All Rights Reserved