1137352 - R8 SDMS

INFORME FINAL PUBLICADO POR

DEPARTAMENTO DE SALUD Y SERVICIOS HUMANOS DE LOS ESTADOS UNIDOS
AGENCIA PARA SUSTANCIAS TÓXICAS Y EL REGISTRO DE ENFERMEDADES
ATLANTA, GA

INVESTIGACIÓN SOBRE LA CONDUCTA PICA POR INGESTIÓN DE TIERRA, LA INGESTIÓN DE TIERRA Y LAS CONSECUENCIAS PARA LA SALUD: ACTIVIDADES DE SALUD REALIZADAS EN RELACION AL LUGAR

VASQUEZ BOULEVARD INTERSTATE-70
DENVER, COLORADO

PRESENTADO POR

EPIDEMIOLOGÍA AMBIENTAL Y CONTROL DE ENFERMEDADES
DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA Y DEL AMBIENTE DE COLORADO
DENVER, COLORADO

MAYO DE 2005

Índice

I. RESUMEN 3
II. TRASFONDO 4
III. METAS DEL ESTUDIO 5
IV. MÉTODOS 5
IV.A. Diseño del estudio 5
IV.B. Criterios de selección 6
IV.C. Procedimientos de campo 7
C0.1. Notificación a los residentes 7
C0.2. Programación de entrevistas 7
C0.3. Procedimientos de consentimiento 8
IV.D. Instrumentos del estudio 8
D.1. Sistema de información geográfica 8
D.2. Censo de niños 8
D.3. Encuesta sobre exposición a la tierra 8
D.4. Encuesta sobre signos y síntomas 9
D.5. Evaluación del polvo y la pintura 9
D.6. Materiales educativos 9
D.7. Formularios de consentimiento 9
IV.E. PROCEDIMIENTOS DE DETECCIÓN 10
E.1. Toma y análisis de muestras de orina, sangre y cabello 10
E.2. Verificación y presentación de resultados
E.2.a. Concentraciones de arsénico en la orina 10
E.2.b. Concentraciones de plomo en la sangre 11
IV.F. REUNIONES DE INFORMACIÓN CON LA COMUNIDAD 11
V. MANEJO DE DATOS Y ANÁLISIS DESCRIPTIVOS
V.A. Manejo de datos 11
V.B. Plan estadístico 12
VI. RESULTADOS 12
VII. DISCUSIÓN 15
VII.A. Exposición al arsénico 16
VII.B. Exposición al plomo 17
VII.C. Fortalezas del estudio 18
VII.D. Limitaciones 19
VIII. CONCLUSIONES 19
IX. RECOMENDACIONES 20
AUTORES Y RECONOCIMIENTOS 21
REFERENCIAS 22
APÉNDICE A - Tablas 24
Tabla 1a. Datos demográficos descriptivos 25
Tabla 1b. Recolección de muestras y datos demográficos de los sujetos y otros participantes 26

Tabla 1c. Datos descriptivos y demográficos de los sujetos que reúnen las condiciones exigidas según los resultados de la entrevista 27
Tabla 2. Entrevistas y recolección de muestras de los niños participantes que reúnen las condiciones exigidas 27
Tabla 3. Tiempo que los sujetos que reúnen las condiciones exigidas pasaron en actividades de contacto con la tierra durante las dos semanas antes de la entrevista 28
Tabla 4. Exposición a la tierra y conducta pica de los sujetos que reúnen las condiciones exigidas 28
Tabla 5. Variables de higiene personal 29
Tabla 6. Concentraciones totales de arsénico en la orina de los sujetos que reúnen las condiciones exigidas 30
Tabla 7. Concentraciones de arsénico en el cabello de los sujetos que reúnen las condiciones exigidas 31
Tabla 8. Concentraciones de plomo en la sangre en muestras tomadas del dedo en los niños que reúnen las condiciones exigidas 32
Tabla 9. Concentraciones de plomo en la sangre según características de la vivienda 33
Tabla 10a. Signos y síntomas reportados por los padres 34
Tabla 10b. Signos y síntomas reportados por los padres según estratificación de los niveles de plomo en la sangre 35
Tabla 11. Modelos de regresión de una sola variable con concentraciones de arsénico en la orina como variable dependiente 36
Tabla 12. Modelos de regresión de una sola variable con concentraciones de plomo en la sangre como variable dependiente 36
Tabla 13. Modelos de regresión de una sola variable con concentraciones de arsénico en el cabello como variable dependiente

Apéndice B- Instrumentos de Estudio
Formulario del censo
Encuesta sobre exposición a la tierra 43
Encuesta sobre signos y síntomas 46
Evaluación del polvo y de la pintura 46
APÉNDICE C - Materiales educativos 47
APÉNDICE D - Formulario de consentimiento 54
APÉNDICE E – Procesos de control y de garantía de calidad..... 59
APÉNDICE F – Carta con el informe de los resultados

Este estudio y el informe final se financiaron en su totalidad con fondos del fideicomiso establecido por la ley *Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act* (CERCLA) para el Departamento de Salud Pública y del Ambiente de Colorado (*Colorado Department of Public Health and Environment*) mediante el acuerdo cooperativo número U61/ATU870409-02 de la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades y el Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos. Este documento, que se presenta en su totalidad tal y como fue enviado por el adjudicatario, no ha sido revisado ni editado para ajustarse a las directrices de la Agencia.

Copias adicionales de este informe se encuentran disponibles en:
National Technical Information Services, Springfield, Virginia
(800) 553-6847 ó (703) 605-6340
Número de solicitud de la publicación PB2005-102174

RENUNCIA DE RESPONSABILIDAD

La mención del nombre de alguna compañía o producto no constituye ningún respaldo de la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades ni del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos o el Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente de Colorado

RESUMEN

Objetivo

Evaluar las actividades de contacto con la tierra de los niños y su exposición a tierras contaminadas con arsénico y plomo por acción de los hornos de fundición de metales en el sitio del superfondo VBI-70, en el noroeste de Denver.

Métodos

Realizamos una encuesta casa por casa en 3,978 hogares para identificar aquellos que tuvieran niños entre los 6 meses y 6 años de edad. Llevamos cabo entrevistas con los padres o personas al cuidado de los niños participantes para determinar la cantidad de tiempo que jugaban fuera y la ubicación de las áreas de juego. Las ubicaciones de las áreas de juego se identificaron y registraron con mapas generados por un sistema de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés), lo cual facilitó la conexión entre el tipo y la duración de las actividades con las concentraciones de plomo y arsénico analizadas en los terrenos. Entre los niños que cumplían con las condiciones exigidas, tomamos muestras de sangre en el dedo para realizar análisis de detección de concentraciones de plomo y recogimos muestras de orina para determinar las concentraciones de arsénico.

Resultados

Identificamos 1,650 hogares con uno o más niños que cumplían con las condiciones exigidas. Para nuestro análisis final, seleccionamos solamente aquellos individuos que dieron información sobre todas las áreas de juegos, que habían terminado la entrevista en su totalidad y que habían proporcionado bien fuera una muestra de sangre o de orina o preferiblemente ambas. De las 977 muestras de sangre recogidas de los sujetos escogidos para el análisis, el 5.6% (55) tenía concentraciones de plomo en la sangre superiores o iguales a 10 μg/dL. Una vez realizadas las pruebas confirmatorias, el 2.4% (23) de las muestras todavía seguían elevadas. De las 848 muestras de orina recogidas para detectar arsénico, el 0.94% (8) estuvo por encima de 30 μg/L. Ninguna muestra dio resultados superiores o iguales a 30 μg/L al realizar la prueba confirmatoria. Los resultados de 983 entrevistas indicaron que el 72.5% de niños jugaba con tierra; el 50.4% comía o bebía mientras jugaban afuera; el 48.7% se ponía objetos en la boca mientras jugaban afuera, y el 9.1% habían comido tierra alguna vez en el pasado.

Conclusiones

Nuestros datos indican que las concentraciones de plomo en la sangre son similares a aquellas reportadas en otras áreas urbanas con casas pintadas con pintura a base de plomo. Los datos también parecen indicar que el contacto con la tierra no ha dado como resultado niveles de exposiciones al arsénico excepcionalmente altos.

I. TRASFONDO

Históricamente, el lugar donde se encuentra la *Vasquez Boulevard Interstate-70* (VBI-70) fue un centro importante de fundición para la zona de las Montañas Rocallosas y el Oeste. Tres plantas de fundición, Omaha-Grant, Argo y Globe, iniciaron operaciones en esta zona durante la década de 1870 y llevaron a cabo actividades de refinación de oro, plata, cobre, plomo y zinc. Solo la planta Globe (ahora llamada Asarco Smelter) sigue en funcionamiento hoy en día y refina metales de alta pureza.

En julio de 1997, el Departamento de Salud Pública y del Ambiente de Colorado (*Colorado Department of Public Health and Environment*, CDPHE) recogió 25 muestras de tierra de jardines residenciales en los vecindarios de Elyria y Swansea (ubicados dentro de los límites del sitio VBI-70). Los niveles de plomo alcanzaron concentraciones tan altas como 660 partes por millón y el arsénico se encontraba a niveles de 1,800 partes por millón en la tierra. Para determinar aún más el grado de contaminación, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) recogió varios miles de muestras de tierra en aproximadamente 1,500 propiedades de la zona durante las investigaciones de campo de la Fase I y II, realizadas en la primavera y el verano de 1998. El conjunto de las muestras tomadas de los jardines delanteros y traseros de veintiún (1.4%) propiedades tenían concentraciones de arsénico/plomo mayores que los niveles de acción establecidos (400 mg/kg para el arsénico y concentraciones de 2000 mg/kg para el plomo en la tierra). Estas propiedades fueron identificadas para que se llevara a cabo en ellas acciones inmediatas de eliminación. Los residentes de 18 de estas veintiún (86%) propiedades permitieron la entrada de la EPA a sus propiedades para llevar a cabo las acciones de remediación (EPA, 1998a, 1998b, 1999b).

En noviembre de 1998, después de acabadas las investigaciones de campo de la Fase I y II, la EPA realizó una biomonitorización limitada de los residentes de las propiedades de los vecindarios de Elyria y Swansea con concentraciones más altas de arsénico o plomo en la tierra. Se realizaron análisis para detectar plomo en la sangre y arsénico en orina y cabello, en muestras obtenidas de 15 voluntarios que vivían en seis de las 21 residencias identificadas para las acciones de eliminación. Las edades de los participantes oscilaban entre 3 y 85 años. La mayoría (87%) de los participantes tenían 9 años de edad o más. Todas las concentraciones de plomo en la sangre eran menores que 5 μg/dL. No se detectó el arsénico en ninguna muestra de orina (valor límite de notificación > 20 μg/L) y solo se detectó en una muestra de cabello a una concentración de 0.41 μg/g. La EPA hizo notar que a pesar de que los datos biomédicos no parecían indicar exposiciones elevadas al plomo y al arsénico significativamente mayores que lo normal, la interpretación es limitada debido al pequeño número de participantes. El 19 de enero de 1999, la EPA propuso añadir el sitio VBI-70 a la Lista de Prioridades Nacionales (*National Priorities List* o NPL, por sus siglas en inglés), por lo que le correspondió a la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) realizar una evaluación de salud pública (PHA por sus siglas en inglés) con fecha límite de enero de 2000.

En julio de 1999, la EPA añadió el sitio VBI-70 a la NPL. En agosto de 1999, la EPA puso en marcha un gran programa de Fase III para la recolección de muestras de tierra, como parte de su investigación para la remediación del lugar. Se obtuvieron muestras en 2,990 propiedades. Los

resultados preliminares indicaron que 33 propiedades tenían en promedio concentraciones de arsénico en el suelo de 400 mg/kg o mayores. Entre 1998 y 2000, la EPA limpió los jardines de estas propiedades.

La EPA terminó el 21 de octubre de 2001 la "Evaluación final y de referencia sobre los riesgos para la salud humana" (*Final Baseline Human Health Risk Assessment*) del sitio del superfondo VBI-70. Los resultados de la evaluación de riesgos indicaron que algunas propiedades residenciales en el sitio VBI-70 tenían concentraciones de arsénico en la tierra mucho más altas que los niveles naturales esperados. Las propiedades con concentraciones elevadas de arsénico se encontraban en lugares diseminados ampliamente a través del sitio del Superfondo, sin ningún patrón espacial discernible. La forma química del arsénico es predominantemente el trióxido de arsénico. Las concentraciones de plomo eran elevadas en todos los vecindarios del lugar, pero los niveles tendían a ser más altos en la parte oeste.

El borrador de la evaluación de salud pública realizada por la ATSDR en el sitio VBI-70 fue enviado para revisión el 8 de enero de 2000 (ATSDR, 2000a). Una de las recomendaciones preliminares de la evaluación de salud pública fue realizar un estudio de salud en el sitio VBI-70. Como resultado de esta recomendación, la ATSDR emitió, en mayo de 2001, un anuncio de programa no competitivo al Departamento de Salud Pública y del Ambiente de Colorado (CDPHE) titulado "*Soil-Pica, Soil-Ingestion and Health Outcome Investigation Site–Specific Health Activities*" (Anuncio 01108). El 30 de septiembre de 2001, el contrato de dos años fue adjudicado por la ATSDR al CDPHE. El CDPHE celebró un contracto con el Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Colorado (*University of Colorado Health Sciences Center*, UCHSC) para la realización de investigaciones sobre las conductas pica por ingestión de tierra en el sitio VBI-70. El contracto con el UCHSC entró en vigencia el 15 de octubre de 2001. La evaluación final de salud pública, preparada por la ATSDR, se dio a conocer al público el 12 de agosto de 2003.

Un Equipo de estudios de salud (*Health Study Team*) se conformó para supervisar las actividades del personal y los investigadores de campo. El equipo se integró con miembros de la comunidad de los vecindarios de Cole, Clayton y Swansea, CEASE (Coalición ambiental de Clayton, Cole, Elyria, Swansea), agencias federales locales (EPA y Región VIII de la ATSDR), Departamento de Salud del Condado de Denver, CDPHE, UCHSC y *Toxicology Associates*. Se llevaron a cabo reuniones cada dos semanas durante la investigación de campo (junio de 2002 a noviembre de 2002).

III. METAS DEL ESTUDIO

La meta principal de este estudio es caracterizar las actividades de contacto con la tierra y las conductas pica por ingestión de tierra entre los niños pequeños. El estudio analizó las actividades de contacto con el suelo de los niños del vecindario y midió sus concentraciones de arsénico en la orina y sus niveles de plomo en la sangre. El objetivo principal de la encuesta sobre las actividades de contacto con la tierra fue describir el alcance de estas actividades según informaciones proporcionadas por los padres de los niños que viven en los vecindarios del VBI-

70 y para determinar el grado en el cual se notificaban actividades de alto contacto con la tierra. El objetivo principal de los análisis de muestras biológicas para detectar plomo y arsénico fue describir la oscilación de las concentraciones de estos metales en los niños de la comunidad y determinar el grado de presencia de niveles elevados en los niños. Además, también se evaluó la correlación entre el contacto con la tierra, las concentraciones de plomo y arsénico y las concentraciones de arsénico en la orina y de plomo en la sangre.

IV. MÉTODOS

IV.A. Diseño del estudio

Este estudio caracterizó las actividades de contacto con la tierra y las conductas pica por ingestión de tierra entre los niños pequeños de los vecindarios ubicados en el sitio VBI-70 de Denver, Colorado. Un estudio transversal, casa por casa, identificó a los niños que cumplían con las condiciones exigidas y evaluó sus exposiciones a la tierra. Una vez hecha la selección inicial, a los participantes se les pidió entregar una muestra de orina para un análisis de detección de arsénico y se les tomó una muestra de sangre en el dedo para la detección del plomo. Se hizo una correlación entre los datos del contacto con la tierra y las concentraciones de plomo y arsénico para ayudar a puntualizar la cantidad de tierra que los niños ingieren cuando juegan en tierra contaminada o ingieren esa tierra.

Las entrevistas en persona y la recolección de las muestras biológicas se realizaron entre junio de 2002 y noviembre de 2002.

Las actividades notificadas de contacto con la tierra se asociaron con las ubicaciones específicas de los lugares de juego donde sucedieron tales actividades y con las concentraciones de plomo y arsénico en la tierra medida en esos lugares. Al relacionar las actividades de contacto de la tierra de cada niño con las concentraciones de plomo y arsénico medidas en la tierra, identificamos zonas de juegos en las que no se había hecho un muestreo de la tierra y ofrecimos hacer un muestreo en esos lugares. Los resultados del muestreo ayudaron a identificar nuevas áreas de contaminación que pueden necesitar operaciones de remediación. También identificamos y comunicamos a los padres, aquellas situaciones de alto nivel de actividad de contacto con terreno de altas concentraciones de plomo y arsénico, con el propósito de modificar las actividades de juego de los niños y reducir así la exposición.

Estos datos fueron utilizados para determinar si la combinación de datos sobre el contacto con la tierra y las concentraciones de plomo y arsénico tenían correlación con las concentraciones de arsénico detectadas en la orina y los niveles de plomo encontrados en la sangre. Los análisis de modelos de relación entre ingestión de tierra y concentraciones biológicas, pueden ayudar también a clarificar la cantidad de tierra que ingieren los niños cuando juegan en terrenos contaminados.

En forma simultánea con las actividades del estudio de salud, la EPA siguió realizando pruebas en los terrenos del vecindario del VBI-70 y llevando a cabo acciones de remediación en jardines,

según necesario. Al final del periodo del estudio, la EPA había realizado el monitoreo (muestreo) de 3000 jardines y remediado 51 de esos jardines. Se identificaron 384 jardines con niveles elevados de arsénico en la tierra, 180 jardines con niveles elevados de plomo en la tierra y 95 jardines con niveles elevados tanto de plomo como de arsénico (EPA, 2002a). La EPA continúa realizando pruebas en los terrenos de estos vecindarios y planea (planifica) terminar los análisis y las actividades de remediación para septiembre 2006 (comunicación personal).

Mediante las entrevistas personales, registramos signos y síntomas auto-reportados de toxicidad por arsénico. Al relacionar los datos de los signos y síntomas notificados con las actividades de contacto con la tierra, se obtuvo la información que se considera de importancia para los miembros de la comunidad y que clarificó si hay evidencia de toxicidad por arsénico, en los niños del vecindario. Nos damos cuenta que este tipo de análisis tiene un valor científico limitado, especialmente si no demuestra ninguna relación entre la exposición a la tierra y los signos y síntomas de la enfermedad. Incluimos estos datos en los análisis junto con los datos de la exposición a la tierra y la biomonitorización para determinar si había evidencia de toxicidad de arsénico, ya sea aguda o crónica, en los niños, y para abordar las preocupaciones de los residentes sobre los posibles riesgos para la salud de niños y adultos debido a la exposición a tierras contaminadas.

IV.B. Criterios de selección

El área de estudio VBI-70 está ubicada en el norte de Denver, colindante al oeste con el río *South Platte*, al este con *Colorado Boulevard*, al norte con *East 52nd Avenue*, y al sur con *Martin Luther King Boulevard.*

Los niños se consideraron elegibles para el estudio si llenaban los siguientes requisitos:

- tenían entre 6 meses y 6 años de edad, y
- habían vivido o iban a la escuela dentro de los límites territoriales de esa zona al menos durante 14 días.

Cualquier otro niño, de siete años de edad o más, o cualquier adulto en el hogar que deseara le hicieran pruebas para determinar la exposición al plomo o al arsénico, podía proporcionar muestras para el análisis. Todos los resultados de las pruebas fueron compartidos con los participantes; sin embargo, los resultados de estas pruebas no fueron utilizados en el análisis final del estudio.

IV.C. PROCEDIMIENTOS DE CAMPO

C0.1. Notificación a los residentes

A los residentes del sitio VBI-70 se les informó del proyecto mediante la publicación de boletines informativos y de avisos durante actividades de la comunidad. Unas dos semanas antes de las entrevistas en los vecindarios, el personal del estudio les notificó por correo a los residentes que un entrevistador se estaría comunicando con ellos para solicitarles su

participación. También se dejaron volantes en cada casa dos o tres días antes del inicio de las entrevistas en los vecindarios.

C0.2. Programación de las entrevistas

Equipos conformados por dos o tres entrevistadores fueron asignados para realizar entrevistas en un grupo de varios bloques (manzanas) dentro de un vecindario. Todo el personal era fácilmente identificable pues vistieron camisetas diseñadas especialmente para este fin. Además, cada equipo tenía por lo menos un integrante bilingüe. El personal del estudio realizó las encuestas en los vecindarios a todas horas del día para aumentar la posibilidad de establecer contacto con todos los hogares en el área de estudio. Los equipos contactaron en forma sistemática todas las residencias de una calle y después seguían con la siguiente. Si no había nadie que abriera la puerta en una residencia, se dejaba una hoja informativa a la entrada. Si alguien estaba en casa, los entrevistadores se presentaban, mostraban su identificación y pedían hablar con una persona adulta en el hogar. El entrevistador daba una descripción breve de la encuesta y hacia referencia a la carta, si era necesario. Al adulto se le preguntaba entonces si en la casa vivían niños entre 6 meses y 6 años de edad o si niños de estas edades visitaban la casa con frecuencia. Si no había niños que cumplieran con las condiciones exigidas, el entrevistador se iba a la siguiente residencia. Si uno o más de un niño cumplía con las condiciones exigidas, al adulto se le pedía que identificara los padres de los niños para solicitarles que permitieran la participación del niño o de los niños en el estudio. Si uno de los padres estaba en casa, se le pedía que participara en el censo, que contestara la encuesta sobre la exposición a la tierra y que permitiera que a su hijo o hijos, que cumplían las condiciones exigidas, se les hicieran las pruebas para detectar plomo y arsénico. Si en la casa había niños de diferentes padres, el entrevistador identificaba uno o ambos padres de cada niño elegible y hacía las solicitudes necesarias. Si los padres de un niño que cumplía con las condiciones exigidas no estaban en casa, el entrevistador determinaba la mejor hora para contactarlos y programaba una nueva visita a esa hora.

Si los padres no estaban interesados en participar, el entrevistador documentaba la negativa y continuaba con la siguiente residencia. Si el residente estaba dispuesto a participar, entonces el entrevistador procedía a obtener el consentimiento informado para realizar el censo.

C0.3. Procedimientos para obtener consentimiento

Para asegurar que se protejan los derechos de los seres humanos, la junta revisora interna de UCHSC (*internal review board* o IRB, por sus siglas en inglés) revisó y aprobó los formularios de consentimiento informado. En los formularios de consentimiento se explicaba el propósito del estudio, los procedimientos de realización de la encuesta y de toma de muestras y los derechos de los participantes, que incluyen la posibilidad de participar en algunas o todas las actividades del estudio. A los padres o tutores se les dio una copia del formulario de consentimiento para que la leyeran o hicieron que se les leyera el documento en inglés o español, según el idioma preferido. El personal del estudio respondió las preguntas que surgieron y proporcionó a los participantes información adicional de contacto en caso que tuvieran preguntas más adelante.

IV.D. Instrumentos del estudio

D.1. Sistema de información geográfica

Antes de realizar el censo y las entrevistas, se organizó un sistema de información geográfica (GIS por sus siglas en inglés). El GIS mostró las imágenes de las calles, residencias y lotes comerciales, la ubicación de parques y áreas de juegos, la ubicación de casas con jardines que habían sido analizados anteriormente por la EPA, los sectores censales y las fotografías aéreas junto con bases de datos de las direcciones de las calles de los residentes, datos demográficos de los bloques censales y las concentraciones de plomo y arsénico detectadas en los jardines residenciales.

El GIS se utilizó para ayudar a planear (planificar) la parte logística de las entrevistas y para orientar a los entrevistadores sobre las características demográficas de los vecindarios. También utilizamos el GIS en la encuesta de exposición a la tierra para identificar los lugares de juego de los niños y para relacionar las actividades de contacto con la tierra con las concentraciones de plomo y arsénico en la tierra. El GIS también se utilizó para darle seguimiento a la realización del censo de niños y a las entrevistas sobre la exposición a la tierra.

D.2. Censo de niños

Como parte de las entrevistas personales se entregó un formulario del censo. En este formulario del censo se anotaron la dirección postal del hogar, el número telefónico y el tipo de vivienda (unifamiliar, multifamiliar o casa móvil) junto con los datos de cada niño, entre los que se incluían el apellido, el primer nombre, la inicial del segundo nombre, el sexo, la edad y la fecha de nacimiento (Apéndice B.1).

D.3. Encuesta sobre exposición a la tierra

El año anterior al inicio del estudio se diseñó un cuestionario especialmente para ser utilizado en el área del sitio VBI-70. Las preguntas se tomaron de diferentes encuestas, de preguntas sugeridas por los toxicólogos de la ATSDR, de consejeros toxicológicos de la comunidad, del

grupo de trabajo del sitio VBI-70 (*VBI-70 Working Group*) y de las recomendaciones de un panel externo de revisores científicos. El cuestionario se puso a prueba durante un mes. En julio de 2002, el grupo de estudios de salud (*Health Study Group*), conformado por miembros de la comunidad de los vecindarios de Cole, Clayton y Swansea, CEASE (Coalición ambiental de Clayton, Cole, Elyria y Swansea), oficinas locales de agencias federales (EPA y Región VIII de la ATSDR), el Departamento de Salud del Condado de Denver, el CDPHE, el UCHSC y *Toxicology Associates*, solicitaron añadirle a la encuesta preguntas de evaluación sobre el polvo y la pintura para establecer una posible conexión con las exposiciones al plomo en el hogar. El cuestionario incluía preguntas sobre actividades de juego tanto en el interior de los hogares como al aire libre que pudieran poner a los niños en contacto con la tierra, hábitos de limpieza y conductas pica por ingestión de tierra. Después de cada entrevista, el entrevistador pidió que le dejaran ver el jardín de la residencia y visitar otros lugares para calcular el porcentaje de tierra al descubierto en las áreas de juego (Apéndice B.2).

D.4. Encuesta sobre signos y síntomas

Durante las entrevistas personales, se entregó un cuestionario breve que preguntaba sobre la presencia de síntomas que fueran compatibles con toxicidad por arsénico, aguda y crónica en los niños. Estos signos y síntomas están ampliamente documentados en los textos médicos y se discuten en los perfiles toxicológicos de la ATSDR (ATSDR, 2000). Además, la identificación de estos signos y síntomas fue acordada después de charlas con médicos, la ATSDR, y los científicos consejeros de la coalición de la comunidad. La encuesta preguntaba sobre los síntomas experimentados por los niños en los últimos 2 meses y en los 3 días previos a la toma de la muestra de orina (Apéndice B.3).

D.5. Evaluación del polvo y la pintura

Debido a que la tierra, el polvo y la pintura que contienen plomo son fuentes potencialmente importantes de exposición al plomo en los niños pequeños, hemos creado una serie de observaciones estandarizadas para el interior y exterior de los hogares que permitan evaluar las condiciones de las repisas de las ventanas, los pisos y la pintura. Después de la entrevista, el entrevistador le solicitó permiso al adulto para examinar las repisas de las ventanas, la pintura y los pisos en las áreas principales donde juegan los niños. El entrevistador también explicó las exposiciones potenciales al plomo a partir de estas fuentes y entregó materiales educativos al adulto sobre la forma de reducir al mínimo la presencia en el hogar, de tierra, polvo y pintura descascarada (Apéndice B.4).

D.6. Materiales educativos

Después de la conclusión del cuestionario sobre exposición a la tierra, el personal de campo entregó folletos en español o inglés que explicaban los efectos sobre la salud causados por el plomo y el arsénico y ofrecían información sobre cómo reducir las exposiciones en la niñez. El entrevistador resumió el folleto a los participantes y respondió a todas sus preguntas (Apéndice C).

D.7. Formularios de consentimiento

Como se explicó en la sección anterior sobre procedimientos de campo, antes de la realización de las entrevistas del cuestionario y la toma de cualquier muestra biológica, se solicitó permiso a cada padre o representante legal de los niños que cumplían con las condiciones exigidas. Los formularios de consentimiento fueron revisados en inglés o español con el personal del estudio. El personal bilingüe del estudio respondió a todas las preguntas sobre la entrevista, el estudio o el proceso de consentimiento. El permiso para obtener ambas muestras, la inicial y la confirmatoria, está incluido en el formulario de consentimiento. Todos los formularios de consentimiento fueron revisados y aprobados por la Junta de Revisión Institucional (IRB) del UCHSC para asegurar la protección de los derechos de los seres humanos participantes, como parte del protocolo del estudio (Apéndice D).

IV.E. PROCEDIMIENTOS DE DETECCIÓN

E.1. Toma y análisis de muestras de orina, sangre y cabello

Después de concluir el censo y las entrevistas sobre la exposición a la tierra, se tomaron muestras de orina para la detección de arsénico y muestras de sangre para la detección del plomo. Toda la recolección, almacenamiento, preparación, envío, seguimiento y análisis de las muestras de sangre y orina se hicieron de acuerdo con el documento de la EPA del 2002 titulado: Análisis de muestras y procesos de garantía de calidad para detectar la presencia de arsénico en la orina y plomo en la sangre entre los residentes de los vecindarios del VBI-70 (*Sample Analysis and Quality Assurance Plan for Urinary Arsenic and Blood Lead Among Residents of VBI-70 Neighborhoods*) (Apéndice E). Los participantes tuvieron la opción de no proporcionar muestras biológicas para su análisis.

También exploramos la relación entre la evidencia en muestras biológicas de exposición aguda y crónica al comparar las concentraciones de arsénico en la orina con las concentraciones de arsénico en el cabello en un subconjunto pequeño de participantes. El plan de muestreo fue diseñado para recoger muestras de tres grupos: (1) 20 sujetos con las concentraciones iniciales más altas de arsénico en la orina; (2) 20 sujetos seleccionados al azar entre aquellos que tenían concentraciones iniciales detectables menores que los valores de referencia; y (3) 20 sujetos que tenían los estimados más altos de actividades de contacto con la tierra según los datos provenientes de las entrevistas personales. A estos sujetos se les volvió a tomar las muestras de orina y éstas se analizaron para detectar las concentraciones totales de arsénico inorgánico, según se describió anteriormente.

E.2. Análisis y presentación de resultados

Los resultados de los análisis de plomo en la sangre y de arsénico en la orina demoraron aproximadamente siete días hábiles (de trabajo). Los resultados negativos fueron notificados por correo a los adultos participantes, padres o representantes legales de los niños. Los resultados que fueron más altos que los valores límites para el plomo y los del arsénico inorgánico total se explicaron por teléfono a los padres o representantes legales. Se recogieron muestras adicionales para realizar las pruebas confirmatorias. Se recogieron muestras de sangre por venipunción para analizar la presencia de plomo en la sangre y una muestra adicional de orina para la prueba de arsénico.

E.2.a. Concentraciones de arsénico en la orina

Se seleccionó un nivel de acción de $\geq$30 µg/L para las concentraciones de arsénico total en orina. Este nivel de acción se decidió por consenso entre el Equipo de estudios de salud, los doctores James Ruttenber y Michael Kosnett, los toxicólogos de *Syracuse Research*, la EPA y el CPDHE. Se determinó este nivel en base a las concentraciones esperadas de arsénico en orina debido a la ingestión de fuentes alimenticias. De acuerdo con las publicaciones científicas, el consumo diario de arsénico proveniente de fuentes alimenticias es de un promedio aproximado de 40 µg/día (ATSDR, 2000). Por esta razón, la decisión de notificar concentraciones iniciales de arsénico

total menores que 40 μg/L se hizo suponiendo que estos niveles estarían por debajo de las concentraciones esperadas si hubiera ingestión de alimentos con arsénico. Si se detectaba arsénico a concentraciones en el nivel predeterminado de 30 μg/L o por encima del mismo, se le informaba por teléfono a los adultos participantes o a los padres o tutores de los niños participantes. A ellos se les explicó que los resultados de sus análisis no fueron normales y que se recomendaba la toma de otra muestra para repetir el análisis. Una nueva muestra de orina para detectar arsénico se recogió de la misma forma que se describió anteriormente.

Se notificó por teléfono a los adultos participantes y a los padres o personas con custodia de los niños participantes, cuyas concentraciones de arsénico en la orina, durante la repetición del análisis, estuvieron por encima de los niveles de referencia establecidos. Nos ofrecimos a visitar los hogares de los niños a fin de hablar sobre las consecuencias para la salud de las concentraciones elevadas en la orina, así como a hablar con el médico de los niños. También nos ofrecimos a concertar con la EPA una visita para realizar una evaluación de los hogares de los niños. Esta evaluación incluía una revisión de los datos de las muestras de tierra y posiblemente la recolección de muestras de polvo de interiores y muestras adicionales de tierra.

E.2.b. Concentraciones de plomo en la sangre

Se seleccionó un nivel de acción de ∃10 μg/dL de plomo en la sangre basado en las recomendaciones de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). Si la concentración inicial de plomo en sangre era igual a 10 μg/dL o superior, el personal del proyecto solicitaba otra muestra de sangre por venipunción. El personal del estudio hizo citas para tomar la muestra de sangre y un personal médico capacitado en clínicas locales recogió las nuevas muestras de sangre.

Si las concentraciones de plomo en la sangre eran superiores o iguales a 10 μg/dL en la muestra repetida, se notificaba a los padres del niño y un miembro del personal se ofrecía a consultar con el médico del niño. Una concentración superior o igual a 10 μg/dL en niños de 18 años de edad o menos es una condición ambiental que amerita notificación en el estado de Colorado. Nosotros acatamos la ley del estado y reportamos los casos al CDPHE en el lapso requerido de 30 días. El informe al CDPHE incluyó el nombre de la persona, su edad, sexo, dirección, condado, número telefónico y nombre y dirección de su médico. El CDPHE remitió luego el caso al condado de Denver. El Departamento de Salud del Condado de Denver realizó un estudio de investigación para identificar las posibles rutas de exposición y recomendar métodos para reducir la exposición.

IV.F. Reuniones informativas para la comunidad

Realizamos una serie de reuniones con la comunidad para proporcionar información adicional a los residentes sobre la tierra y las concentraciones de plomo y arsénico en los terrenos de los vecindarios, planes para realizar actividades de remediación y los posibles riesgos para la salud de exposiciones pasadas, actuales y futuras. Las reuniones se programaron en cada vecindario después de haberse concluido las encuestas sobre la exposición a la tierra. En estas reuniones había presentes profesionales de la salud para responder las preguntas sobre los efectos de salud

del plomo y del arsénico y para las consultas de los residentes que estaban preocupados que ellos o sus niños pudieran tener toxicidad aguda o crónica por arsénico. A los residentes también se les animó a que pusieran en marcha prácticas para reducir la exposición y se les proporcionó información sobre las personas con las que podrían comunicarse en el futuro si tuvieran inquietudes de salud.

V. MANEJO DE DATOS Y ANÁLISIS DESCRIPTIVOS

V.A. Manejo de datos

Los datos del censo de los niños, las entrevistas sobre la exposición a la tierra, la encuesta sobre signos y síntomas y la evaluación sobre el polvo y la pintura fueron recogidas en formularios impresos diseñados para ser digitados rápidamente en una base electrónica de datos. Al final de cada turno de 12 horas, cada entrevistador revisó las respuestas escritas y se aseguró de que estuvieran completas. Los entrevistadores también anotaron las citas que habían sido hechas para la toma de muestras de sangre y orina.

El personal del proyecto registró los datos del censo de los niños y de las encuestas sobre exposición a la tierra. Se revisaron los datos electrónicos del censo y las entrevistas mediante comparación con los datos originales impresos y, en caso de ser necesario, se hicieron las correcciones correspondientes. Los formularios de las entrevistas a los cuales les faltaban datos, se devolvieron al entrevistador, quien hizo las correcciones y se volvió a comunicar con los entrevistados, si era necesario.

Todos los datos se mantuvieron en archivadores cerrados bajo llave, en computadoras protegidas con contraseñas dentro de oficinas cerradas con llave. La base de datos se pasó de Microsoft Access a SAS y se combinó con los datos del GIS. Todos los análisis se realizaron con la Versión 8.2 del software estadístico *Statistical Analysis System* (SAS) para Windows.

V.B. Plan estadístico

Para abordar las metas del estudio, se realizaron análisis estadísticos descriptivos. Además del análisis descriptivo, se realizaron análisis de una variable para determinar si las elevaciones de plomo en la sangre o de arsénico en orina podrían ser explicadas debido a las actividades de contacto con la tierra u otras conductas. La significación estadística se evaluó a un intervalo de confianza de 95%. Se realizaron tanto la prueba de Wilcoxon como la prueba de Kruskal-Wallis para evaluar la significación estadística de las variables descriptivas y los valores-p menores o iguales a 0.05 fueron considerados estadísticamente significativos.

Dada la naturaleza descriptiva del estudio y los límites geográficos definidos de los vecindarios de interés, no se consideró la realización de cálculos del poder estadístico *a priori* en la fase de reclutamiento. Una revisión de los datos del Censo de 2000 indicó que un gran número de niños menores de 6 años de edad vivían dentro del vecindario del VBI-70.

VI. RESULTADOS

Los entrevistadores identificaron 4,389 casas o apartamentos en el área del estudio y entraron en contacto con los residentes adultos en 3,978 (90.6%) de estas residencias. De los 411 hogares que los entrevistadores no pudieron contactar, en 353 de ellos (85.9%) no había nadie en la casa durante cada una de las cuatro veces que los entrevistadores visitaron el hogar. Entre los hogares contactados, 1290 informaron tener uno o más niños dentro del rango de edades exigido (6 meses a menos de 7 años de edad); de estos hogares, 772 (59.8%) tenía uno o más niños que cumplían con las condiciones exigidas para participar en el estudio. En estos 772 hogares había 1,072 niños que cumplían con las condiciones exigidas. De los 518 hogares que reunían los requisitos pero que no participaron, 385 (74.3%) se rehusaron a participar y con 133 (25.7%) no se pudo coordinar una visita al hogar durante el periodo del estudio (Tabla 1a).

A pesar de que tenían mucha edad para ser incluidos en la población elegible del estudio, 638 adultos y niños enviaron muestras de orina, sangre y de cabello para análisis porque ellos o sus padres estaban preocupados de la exposición al plomo o al arsénico.

La edad promedio de los sujetos que cumplían con las condiciones exigidas fue de 43.8 meses, y el tiempo promedio de residencia en el lugar era de 23.6 meses. Ambos sexos tuvieron una representación similar entre los participantes elegibles del estudio (52% hombres, 48% mujeres). Aproximadamente el 77% de los niños elegibles eran hispanos, el 8% negros y el 3% blancos. La información sobre raza y grupo étnico fue recogida durante la entrevista y fue reportada por los mismos entrevistados. Los participantes identificaron su raza y grupo étnico según las siguientes categorías: anglo, hispana, negra, asiática o india americana (Apéndice B.2). De los 1072 participantes elegibles, 848 (79.1%) entregaron una muestra de orina y 977 (91.1%) entregaron una muestra de sangre. Los padres respondieron la entrevista de 988 (92.2%) de estos niños. La mayoría de los sujetos entrevistados se identificaron a sí mismos como hispanos y la mayor parte de las entrevistas se realizaron en español (63%) (Tabla 1b). En términos de sexo y edad, los sujetos que cumplían con las condiciones exigidas pero que no realizaron entrevistas fueron similares a los sujetos elegibles cuyos padres respondieron a las entrevistas (Tabla 1c).

De los 1072 participantes elegibles, 929 niños participaron tanto en la entrevista como en la toma de muestras. De los 988 entrevistados, 763 (77%) estuvo de acuerdo en entregar tanto la muestra de sangre como de orina (Tabla 2). Los niveles iniciales de plomo en la sangre fueron elevados en aproximadamente 7% de los participantes no entrevistados y en 5.5% de los entrevistados. Sin embargo, hubo poca diferencia entre los grupos de entrevistados y no entrevistados luego de realizarse las pruebas confirmatorias (Tabla 1c).

De los 983 niños que proporcionaron datos en la entrevista, 713 (72.5%) reportaron haber jugado con tierra una vez a la semana o más en un promedio de 7 horas por semana. Aproximadamente el 50% de los 983 niños reportaron que comían o bebían al aire libre (50.4%) o jugaban con objetos (48.7%) entre dos y cuatro horas por semana, respectivamente. Aproximadamente el 95% de los participantes elegibles reportaron que jugaban afuera un promedio de veinte horas por semana; la mediana de horas por semana jugadas al aire libre fue de 17.0; y hubo 82 niños

(9.1%) que reportaron haber comido tierra durante las dos semanas anteriores a la entrevista (Tabla 3).

De los 988 sujetos niños, 204 (20.7%) reportaron alguna vez haber comido tierra y la mayoría comió una cantidad menor que la que cabe en una tapa de botella. El siete por ciento de los niños comían vegetales cultivados en los jardines del vecindario y solo aproximadamente el 10% reportó un contacto con la tierra menor que el usual en las últimas dos semanas (Tabla 4).

La mayoría de los niños se lavaba la cara antes de acostarse y después de jugar (Tabla 5). Se reportó que cerca de la mitad de los jardines de los sujetos tenían tierra expuesta. Con respecto a las actividades de higiene personal, las frecuencias de la mediana por día fueron de 2 para lavarse la cara, ponerse los dedos en la boca y ponerse objetos en la boca. En promedio, los padres informaron que lavaban las manos de los niños cinco veces por día (Tabla 5).

Las concentraciones de arsénico total medido en las muestras de orina de los sujetos oscilaron entre 1.0 y 92 μg/L, con un promedio de 5.6 μg/L. Las ocho muestras iniciales tenían concentraciones totales de arsénico de $\geq$ 30 μg/L. Sin embargo, una vez realizadas las pruebas confirmatorias, ninguna de las muestras dio resultados mayores que 10 μg/L. En comparación con los sujetos de más edad, aquellos de un año de edad o menos tuvieron concentraciones totales de arsénico urinario más bajas. Las concentraciones de hombres y mujeres fueron similares y las concentraciones entre las categorías de raza y grupo étnico fueron bastante similares (Tabla 6).

Las concentraciones de arsénico en el cabello fueron analizadas en una submuestra de los participantes elegibles. Se incluyeron en este cohorte los ocho niños que tenían concentraciones iniciales elevadas de arsénico total en orina. El protocolo proponía hacer un nuevo muestreo de 20 participantes en total. Sin embargo, dado que solo ocho muestras tenían resultados iniciales elevados, los 12 participantes adicionales fueron seleccionados entre los que tenían muestras iniciales con las siguientes concentraciones más altas de arsénico total en orina. Para efectos de comparación, se recogieron muestras adicionales de cabello en aquellos participantes con las concentraciones más altas de arsénico en la tierra y, luego, entre una selección al azar de los participantes restantes que no tenían niveles iniciales elevados de arsénico total en orina. Las concentraciones iniciales de arsénico total oscilaban entre 0.02 μg/g y 0.52 μg/g, con un promedio de 0.1 μg/g. Las concentraciones de arsénico en el cabello entre hombres y mujeres fueron similares y entre todos los grupos de edades. Se recogieron cuarenta muestras de cabello (de 46) de niños hispanos (Tabla 7). No hubo correlación entre las concentraciones iniciales en la orina y las concentraciones en el cabello ($r^2 = 0.0208$).

Las concentraciones de plomo en las muestras tomadas con un pinchazo en el dedo de los sujetos oscilaron entre 0.9 y 76 μg/dL, con un promedio de 4.6 μg/dL. Comparados con otros sujetos, aquellos de un año de edad y menos y de seis años de edad tuvieron concentraciones menores. Las concentraciones promedio en los hombres fueron más altas que en las mujeres a un nivel estadísticamente significativo. Las concentraciones fueron similares entre las categorías de raza y grupo étnico; no obstante, las concentraciones fueron más altas entre los anglos (6.5 en oposición a 4.2-4.5) aunque no de forma estadísticamente significativa. En los nuevos análisis de las

muestras de 55 niños que tenían concentraciones de 10 µg/dL o más altas, las concentraciones en la sangre venosa resultaron elevadas en 23 sujetos. Las concentraciones de plomo en la sangre en las muestras confirmatorias fueron por lo general menores que las concentraciones iniciales. De los 23 sujetos que tenían concentraciones consistentemente elevadas, 3 (13%) fueron evaluados para determinar posibles fuentes de exposición. De este grupo, se identificaron las fuentes y se puso en práctica una intervención para corregir las exposiciones de todos ellos. A un sujeto se le administró terapia de quelación.

Las concentraciones de plomo en la sangre, al ser estratificadas según las características de la vivienda, aumentaron según los niveles visibles de polvo en los suelos, según los niveles de polvo en las repisas de las ventanas, según el grado general observado de pintura suelta y descascarada en las viviendas, según el grado de pintura suelta y descascarada alrededor de las repisas para ventanas, en otras superficies pintadas de madera y en zonas de pinturas exteriores (Tabla 9).

Los padres notificaron que aproximadamente el 3% de los niños habían sido diagnosticados con anemia. Las quejas de dolor de estómago y retorcijones estomacales fueron los signos o síntomas reportados con mayor frecuencia tanto tres días como sesenta días antes de la entrevista (Tabla 10a). Una comparación entre las concentraciones de plomo en la sangre y de arsénico en la orina con los signos y síntomas reportados por los padres indicó que no había relación entre la mayoría de las variables con las concentraciones tanto de plomo como de arsénico (Tabla 10b). La diarrea fue el único síntoma en los 60 días previos a la entrevista que se reportó estadísticamente con más frecuencia entre los dos grupos de niños con niveles elevados de plomo en la sangre. El nivel-p se determinó utilizando la prueba Fisher Exact Chi-Square de significación estadística.

Los modelos de regresión de una variable para evaluar la relación entre las actividades de contacto con la tierra, las variables de la higiene personal y las concentraciones de plomo en la sangre y arsénico en la orina demostraron correlaciones negativas estadísticamente significativas entre las concentraciones de arsénico en orina y el porcentaje de veces en que se lavaron la cara antes de jugar, el porcentaje de veces que se lavaron la cara y las manos antes de acostarse y una correlación positiva estadísticamente significativa con el tiempo de estadía en la casa actual (Tabla 11). Se observó una relación significativa entre los niveles de plomo en la sangre y la permanencia en la residencia en número de meses ($p<0.001$) y la concentración promedio de plomo en el suelo residencial ($p=0.02$) (Tabla 12). En forma similar, se observó una relación significativa entre las concentraciones de arsénico en el cabello y los meses de permanencia en la residencia ($p=0.05$) (Tabla 13). Sin embargo, los valores r^2 de estas correlaciones son sumamente pequeños, lo que parece indicar que las variables conocidas no son pronosticadoras importantes de concentraciones de plomo en la sangre ni de arsénico en la orina. Los análisis de una variable se realizaron utilizando datos de los resultados iniciales de las muestras de plomo en la sangre y de arsénico en la orina. Los análisis se limitaron a estos resultados por la cantidad tan pequeña de muestras confirmatorias elevadas. Aunque hubiera sido preferible utilizar resultados elevados confirmados, los resultados iniciales eran los únicos datos disponibles para proporcionar alguna información sobre la relación entre el plomo en la sangre y el arsénico en la orina y las características de conducta en la población del estudio.

VII. DISCUSIÓN

En el censo de la comunidad, 772 de 1290 (59.8%) hogares que cumplían con las condiciones exigidas participaron con 1072 sujetos elegibles identificados. De estos, 988 (92.2%) respondieron toda la entrevista, 848 (79.1%) enviaron muestras de orina y 977 (91.1%) enviaron muestras de sangre. Entre los participantes elegibles identificados, la tasa de participación fue similar, si no mayor, que la tasa de participación de los hogares en otros estudios. Por ejemplo, Hwang et al. (1997) reportó una tasa de participación de 85.8%. Sin embargo, en un estudio similar realizado en vecindario colindante a la zona de estudio VBI-70 (Gottlieb et al., 1993), el 42.3% de los sujetos que cumplían las condiciones exigidas respondieron toda la entrevista, el 32.6% enviaron muestras de orina y el 40.0% enviaron muestras de sangre.

Los sujetos elegibles jugaban afuera durante una mediana de 17 horas por semana y más de la mitad del tiempo estaban en contacto con la tierra. La mayoría de los niños no jugaban con objetos o mascotas y no tenían chupones de goma (chupetes) o se llevaban los pulgares a la boca mientras jugaban al aire libre. Los sujetos que cumplían con las condiciones exigidas jugaban con la tierra durante una mediana de 2.5 horas a la semana.

No hemos podido encontrar estudios publicados basados en poblaciones sobre actividades de contacto con la tierra de los niños. También son poco comunes los estudios descriptivos sobre las conductas pica por ingestión de tierra y resulta difícil hacer comparaciones con los mismos porque la mayoría no ha producido estimados de la frecuencia de tierra ingerida por unidad de tiempo o las cantidades de tierra ingeridas por unidad de tiempo. Durante la década pasada, la mayoría de las investigaciones sobre la ingestión de tierra se concentró en los estimados cuantitativos utilizados en la evaluación de riesgos (U.S. Environmental Protection Agency, 2002a). Estos estimados cuantitativos se han hecho con estudios de metales trazadores de tierra y polvo en las heces de los niños, en los cuales se calcula la ingestión intencional o involuntaria tanto de tierra como de polvo en el hogar.

En nuestro estudio, el 20.7% de los niños había comido alguna vez tierra según lo informado por los padres y el 9.1% había comido tierra en las últimas dos semanas. En un resumen de un estudio de observación en niños jamaiquinos de 0.3 a 7.6 años de edad realizado por Wong (1988), Calibrese & Stanek (1993) se reportó que 4 de los 15 niños (26.7%) mostraron evidencia de alguna ingestión de tierra en cada una de las cuatro muestras tomadas cada mes y que el 52.8% de todas las 87 muestras revelaron evidencia de alguna ingestión de tierra. En este estudio, 5 de 24 niños (20.8%) ingirieron más de 1g de tierra al día.

En las dos semanas anteriores a la entrevista, se reportó que los niños habían jugado casi la mitad del tiempo tanto adentro como afuera, y la mitad de todos los sujetos tenían jardines con 50% de tierra expuesta. Sobre la mitad de los niños elegibles, según notificado, se lavaban las manos después de jugar y antes de acostarse.

VII.A. Exposiciones al arsénico

Las concentraciones de arsénico en la tierra de los jardines de los sujetos elegibles oscilaron entre 5.5 ppm y 474.2 ppm, con concentraciones promedio y medias geométricas de 26.8 ppm y 2.57 ppm, respectivamente. Las concentraciones no alimenticias de arsénico en la orina de los sujetos de nuestro estudio son similares a aquellas reportadas en otros estudios de sujetos con concentraciones similares de arsénico en la tierra. Ranft et al. (2003) estudió adultos de edad avanzada en una población eslovaca que vivían cerca de una planta generadora de energía por combustión de carbón y midió concentraciones de la mediana, el promedio y la media geométrica de 6.04, 7.46 y 6.02 μg/dL, respectivamente. Las concentraciones de arsénico en el suelo de esta área estaban dentro del rango de los valores de referencia en Europa (2-20 ppm).

Las concentraciones de arsénico en la orina en los sujetos elegibles eran menores que aquellas determinadas en los sujetos de otras investigaciones en donde las concentraciones de arsénico eran más altas que las analizadas en esta área estudiada. Hwang et al. (1997) midió las concentraciones no provenientes de fuentes alimenticias en muestras de orina de 289 niños, menores de 72 meses de edad, que vivían cerca de una antigua planta de fundición de cobre y relacionó estas concentraciones a las concentraciones de arsénico encontradas en la tierra de los jardines donde vivían los sujetos. Las medias geométricas de las muestras de tierra agrupadas de las áreas cercanas a la planta de fundición oscilaron entre 63 y 377, y entre 66 y 119 ppm en las áreas más alejadas del lugar. Las concentraciones de las medias geométricas de arsénico no proveniente de fuentes alimenticias oscilaron entre 9.1, 8.6 y 7.2 para las áreas cercanas, intermedias y remotas, respectivamente.

Se volvieron a recoger y analizar muestras de orina en ocho sujetos que tenían concentraciones iniciales de arsénico de 30 μg/L o mayores. En el nuevo análisis, las concentraciones estaban todas por debajo de este nivel, lo que parece indicar que las fuentes alimenticias eran probablemente las causantes de estos niveles o que las exposiciones ambientales al arsénico no eran consistentemente altas. Esta última explicación es poco probable dados los datos que se presentan a continuación..

Las concentraciones de arsénico en el cabello no tuvieron correlación con las concentraciones iniciales que se midieron en orina ni con las concentraciones de arsénico encontradas en las muestras de tierra de los jardines residenciales. La mayor parte de las concentraciones de arsénico en el cabello fueron menores que 0.02 μg/g- la concentración mayor en el grupo de niños y adultos cuyas viviendas dieron concentraciones de arsénico en la tierra de 50 ppm o menos (Gebel et al., 1998). Estos autores también notaron que las concentraciones de arsénico en el cabello eran casi tres veces más altas en las regiones tomadas como valores de referencia en comparación con las áreas que tenían elevaciones de concentraciones de arsénico en la tierra, conocidas. No se hallaron relaciones significativas entre las concentraciones de arsénico en orina y las diferentes conductas de contacto con la tierra; ni tampoco se descubrieron relaciones entre las exposiciones métricas que incorporaron estimados de tiempo de contacto con la tierra y concentraciones en la tierra de las áreas de juego o concentraciones en la tierra de los jardines de las residencias. Al utilizar un modelo con múltiples variables, Gebel et al. (1998) encontró una correlación débil ($r^2 = 0.032$) pero estadísticamente significativa entre las concentraciones de

arsénico no proveniente de fuentes alimenticias y muestras de tierra de áreas de vivienda en un modelo de múltiples variables. Hinwood et al. (2003) encontró resultados similares en concentraciones de arsénico en el cabello, con un nivel significativamente elevado del coeficiente de regresión al utilizar un modelo con múltiples variables y un coeficiente de relación de 0.16.

VII.B. Exposiciones al plomo

Las concentraciones de plomo en la tierra de los jardines de los sujetos elegibles oscilaron entre 26.0 ppm y 903.7 ppm, con concentraciones promedio y medias geométricas de 217.6 ppm y 5.22 ppm, respectivamente. La distribución de las concentraciones de plomo en las muestras tomadas con un pinchazo en el dedo es similar a la reportada en otros estudios. En un resumen de las concentraciones de plomo en muestras de sangre venosa recogidas por la tercera Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES III), realizada entre 1991 y 1994 con 2,392 niños de 1 a 5 años de edad (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades [CDC], 1997), la media geométrica ponderada en los niños de uno a cinco años de edad fue de 2.7 µg/dL. En el estudio de los CDC, la media geométrica de los niveles de plomo en la sangre fue más alta en los negros no hispanos (4.3 µg/dL), la siguiente cifra más alta fue de los México-americanos (3.1 µg/dL) y la más baja en los blancos no hispanos (2.3 µg/dL). También hubo una relación inversa entre los ingresos económicos y los niveles de plomo en la sangre en los sujetos de este estudio. La media geométrica de las concentraciones de plomo en la sangre entre los niños participantes en esta investigación fue más alta que la media geométrica reportada a nivel nacional. Este hallazgo ha promovido la puesta en marcha de mayores esfuerzos educativos y de pruebas de detección del plomo en la sangre en el vecindario del VBI-70.

En un estudio más reciente realizado con datos de NHANES 1999-2000 en niños de uno a cinco años de edad (Meyer, 2003), la media geométrica de los niveles de sangre venosa fue de 2.23 µg/dL, con percentiles 25 y 75 de 1.40 y 3.30 respectivamente. Las diferencias en las concentraciones de plomo en la sangre entre la población del estudio del sitio VBI-70 y los análisis basados en una muestra de la población de Estados Unidos, pueden deberse, en parte, al hecho de que los niveles de plomo en la sangre de NHANES fueron medidos en muestras de sangre venosa y nuestras mediciones se realizaron en muestras de sangre tomadas del dedo. También es posible que la media geométrica de los niveles de plomo en la sangre en nuestra población sea mayor que la de los niños de los Estados Unidos en general debido a las exposiciones ambientales y a los factores asociados con raza, grupo étnico, estrato socioeconómico y ubicación.

En el estudio de NHANES III que utilizó muestras recogidas entre 1991 y 1994 (CDC, 1997), el 4.4% de niños con edades entre 1 y 5 años tuvieron niveles de plomo en la sangre venosa de $\geq$10 µg/dL. Bernard & McGeehin (2003) reportó, a partir de los datos de NHANES III de 1998-1994, que el 6.3% de los sujetos tenían niveles de plomo en la sangre de $\geq$10 µg/dL y el 25.6% tenían niveles de plomo en la sangre de $\geq$5 µg/dL. Estos investigadores reportaron asociaciones entre los niveles elevados de plomo en la sangre y la raza, grupo étnico y estrato socioeconómico que son similares a aquellos mencionados anteriormente. En la población del estudio del sitio VBI-

70, el 5.6% de los sujetos elegibles tenían niveles elevados de plomo en la sangre tomada del dedo de ≥10 µg/dL y 25% tenía niveles de plomo en la sangre de ≥5.5 µg/dL, distribuciones que son similares a aquellas registradas en otros estudios.

En los sujetos elegibles en la población del estudio del sitio VBI-70, los hombres tenían niveles de plomo en la sangre significativamente más altos que las mujeres, un hallazgo similar al encontrado en los sujetos de 1 año de edad en adelante en la encuesta NHANES III de 1999-2000 (Meyer, 2003).

Los niveles promedio de plomo en la sangre aumentaron con los niveles de tierra y polvo presentes en las repisas de las ventanas y los pisos y con evidencia de superficies con pintura suelta o descascarada, mientras que las concentraciones de arsénico en orina no estuvieron influenciadas por estas variables. Los niveles de plomo en la sangre también fueron mayores en los sujetos que tenían concentraciones de plomo en la tierra mayores que la mediana de todos los sujetos, en comparación con aquellos que tenían menores concentraciones en la tierra. Sin embargo, los modelos de regresión a una variable no identificaron ninguna asociación importante entre las variables de exposición a la tierra o de higiene personal y los niveles de plomo en la sangre. Los modelos de múltiples variables que tenían en cuenta tanto la duración a la exposición a la tierra como las concentraciones de plomo en las áreas de juego tampoco mostraron relaciones entre la exposición a la tierra y los niveles de plomo en la sangre. Nuestros hallazgos están en contradicción con aquellos de Mielke, et. al. (1997), quien encontró correlaciones entre la mediana del suelo y las concentraciones del plomo en sectores censales en un análisis ecológico.

VII.C. Fortalezas del estudio

El estudio de salud *Kids at Play* ofreció una oportunidad única para proporcionar servicios biomédicos importantes a una comunidad falta de servicios. Dado que el diseño del estudio incluía un censo del vecindario, se contactó aproximadamente el 90% de los hogares del vecindario. De esta forma, se les ofreció a casi 1,300 hogares exámenes de detección del plomo en la sangre y de arsénico en la orina, logrando ofrecer servicios a niños que tal vez de otra forma no hubieran podido tener la oportunidad de ser evaluados. Además de ofrecer pruebas biológicas, se brindaron servicios médicos por intermedio de colaboraciones con los servicios de salud pública local y estatal.

Asimismo, se coordinaron esfuerzos con la EPA para realizar análisis de las concentraciones de plomo y arsénico en la tierra y se ofrecieron servicios de remediación en aquellas propiedades con niveles elevados de plomo, arsénico o ambos. Durante el estudio de salud, se recogieron muestras de tierra de más de 500 propiedades (aproximadamente el 50%) en el vecindario. Tanto las muestras biológicas como las muestras de los terrenos de las viviendas proporcionaron un punto de referencia para futuros programas médicos de rastreo.

Se diseñaron mensajes y materiales educativos específicamente para los residentes del vecindario VBI-70. Todos los materiales se proporcionaron tanto en inglés como en español. Los integrantes del personal del estudio eran bilingües, lo cual facilitó la comunicación con los residentes del vecindario en el idioma en el cual se sentían más a gusto.

El estudio de salud fue además fortalecido por la dedicación de los miembros del personal. El personal del estudio trabajó en turnos de doce horas y los equipos trabajaron siete días a la semana durante la duración del estudio.

Los datos sobre la edad de las casas también estuvieron disponibles para el análisis. Esto fue importante para evaluar la pintura como fuente de exposición al plomo. Este estudio también fue único en el sentido de que permitió hacer recolecciones y analizar todos los lugares donde se realizaban actividades de juego.

Por último, la capacidad de realizar el estudio y obtener ese tipo de apoyo y aceptación de la comunidad fue el resultado de un esfuerzo coordinado y estrecho con la coalición de la comunidad. En forma similar, la cooperación con agencias locales, estatales y federales hizo posible la realización de este estudio.

VII.D. Limitaciones

Tal como ocurre con la mayoría de los estudios científicos, los resultados de esta investigación de salud pueden haber sido influenciados por ciertas limitaciones. Debido a su diseño, toda la información recogida a través del instrumento de la encuesta fue reportada por el propio encuestado. En forma similar, los signos y síntomas de la exposición al arsénico y otras razones por las que se experimentan estos signos y síntomas, como el tener un resfriado o sufrir de una intoxicación por alimentos, pueden ser difíciles de diferenciar.

La recolección de información concerniente a la cantidad de ingestión de tierra, la caracterización de las conductas pica por ingestión de tierra y la caracterización de las actividades de juego fueron también medidas reportadas por el propio encuestado. El diseño del estudio no permitió ninguna forma de validar estas actividades.

La capacidad para lograr la participación de todas las personas que cumplían con las condiciones exigidas puede haber sido influenciada por el hecho de que el estudio ocurrió durante el verano. Aunque existía la ventaja de que en las casas se encontraran más niños que reunieran las condiciones exigidas, las familias pueden haber estado de vacaciones fuera del vecindario. De forma similar, fue un verano muy caluroso y, por lo tanto, los niños elegibles pueden no haber estado participando en actividades al aire libre tan a menudo como lo hubieran hecho si las temperaturas del verano hubieron sido más agradables. De hecho, el periodo del estudio tuvo lugar durante uno de los veranos más calurosos. De acuerdo con el Servicio Nacional de Meteorología (*National Weather Service*), la temperatura llegó a los 100 grados Fahrenheit en agosto de 2002 y el promedio de temperatura diario durante el mes de julio de 2002 fue de 91.5 grados, convirtiendo a este mes en el noveno julio más caluroso de la historia.

VIII. CONCLUSIONES

Las concentraciones de arsénico en las muestras de orina de los sujetos elegibles son similares a aquellas reportadas en las publicaciones científicas sobre niveles bajos de exposición ambiental y son sustancialmente menores que aquellas reportadas en niños expuestos a altas concentraciones de arsénico en la tierra y el agua potable. Las concentraciones de arsénico en la orina no fueron relacionadas con las concentraciones de arsénico en la tierra. Estos datos parecen indicar que los riesgos de salud debido a la exposición al arsénico asociada con la contaminación causada por las actividades de fundición de metales realizadas en el pasado en el vecindario del VBI-70 son reducidos.

Las medias geométricas de los niveles de plomo en la sangre de sujetos elegibles son ligeramente mayores que aquellas de la encuesta más reciente de los CDC, pero el porcentaje de sujetos con niveles de plomo en la sangre de ≥ 5 µg/dL es similar a lo que ha sido reportado en la población general de niños de los Estados Unidos. Se determinó que los niveles de plomo en la sangre no tenían correlación con las exposiciones a la tierra al aire libre o durante las actividades de contacto frecuente con la tierra. Varias variables indicativas de exposición al polvo y a pedazos

sueltos de pintura en interiores, fueron relacionadas con los niveles de plomo en la sangre. Nuestros resultados parecen indicar que la exposición al suelo contaminado durante actividades normales de juego al aire libre no han tenido como consecuencia exposiciones al plomo que fueran excepcionalmente altas en comparación con la población de niños de los Estados Unidos. Sin embargo, nuestros datos parecen indicar que la ingestión directa de tierra puede haber causado niveles elevados de plomo en la sangre de algunos niños.

IX. RECOMENDACIONES

Aunque no es claro que la exposición a tierra contaminada ha resultado en niveles elevados tanto de plomo como de arsénico, el alto porcentaje de niños que, según sus padres, han ingerido tierra, parece indicar que los esfuerzos para notificar a los padres de los riesgos asociados con la conducta pica por ingestión de tierra pueden reducir la exposición a estos agentes.

La identificación de 23 niños con niveles elevados y confirmados de plomo en la sangre, indica el valor que tiene la educación en la población y los servicios de detección en comunidades que tienen un alto riesgo de exposición al plomo.

Por esta razón, las siguientes son recomendaciones de actividades de seguimiento a ser para las agencias locales correspondientes:

- Educación continuada a las familias del vecindario sobre la ingestión de plomo y arsénico y las formas de minimizar los riesgos;
- La realización continuada de exámenes de detección de la exposición al plomo entre los niños del vecindario; y
- Servicios continuados de remediación de los jardines del vecindario, según sea necesario.

AUTORES Y RECONOCIMIENTOS

Autores
Margaret Schonbeck
Program Manager Environmental Health Studies
Colorado Department of Public Health and Environment.

Amy Alman
Data Manager Colorado Responds to Children with Special Needs
Colorado Department of Public Health and Environment

Reconocimientos

A. James Ruttenber, PhD, MD
University of Colorado Health Sciences Center

Stephanie Foster, MPH, MA
Agency for Toxic Substances and Disease Registry

REFERENCIAS

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2000. Toxicological profile for arsenic. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2000a. Draft VBI-70 PHA. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Bernard, S., McGeehin, M. (2003). "Prevalence of blood lead levels ≥5μg/dL among U.S. children 1 to 5 years of age and socioeconomic and demographic factors associated with blood of lead levels 5 to 10 μg/dL. Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994." Pediatrics **112**: 1308-1313.

Calibrese, E. and E. Stanek (1993). "Soil pica: Not a rare event." J Environ Sci Health Part A Tox Hazard Subst Environ Eng **28**: 373-384.

Centers for Disease Control and Prevention (1997). "Update: Blood lead levels – United States, 1991-1994". Morbidity and Mortality Weekly Review **47**: 141-146.

Gebel, T., R. Suchenwirth, et al. (1998). "Human biomonitoring of arsenic and antimony in case of an elevated geogenic exposure." Environmental Health Perspectives **106**: 33-39.

Gottlieb, K., J. Koehler, et al. (1993). The Globeville childhood metals study: An exposure study. Denver, CO, The Colorado Department of Public Health and Environment.

Hinwood, A., M. Sim, et al. (2003). "Hair and toenail arsenic concentrations of residents living in areas with high environmental arsenic concentrations." Environmental Health Perspectives **111**: 187-193.

Hwang, Y., R. Bornschein, et al. (1997). "Environmental arsenic exposure of children around a former copper smelter site." Environmental Research **72**: 72-81.

Meyer, P., Pivetz, T., Dignam, T., et. al. (2003). "Surveillance for elevated blood lead levels among children – United States, 1997-2001." Morbidity and Mortality Weekly Review Surveillance Summaries **52 (SS10)**: 1-21.

Mielke, H., Dugas, D., Mielke P., et. al. (1997). "Associations between soil lead and childhood blood lead in urban New Orleans and rural Lafourche Parish of Louisiana." Environmental Health Perspectives **105(9)**: 950-4.

Ranft, U., P. Miskovic, et al. (2003). "Association between arsenic exposure from a coal-burning power plant and urinary arsenic concentrations in Prievidza District, Slovakia." Environmental Health Perspectives **111**: 889-894.

U.S. Environmental Protection Agency (2002a). Child-Specific Exposure Factors Handbook (Interim Report). Washington, DC, Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment.

U.S. Environmental Protection Agency (2002b). Final Feasibility Study Report. Addendum for Operable Unit 1, VB/I70 Superfund Site, Denver, CO.

U.S. Environmental Protection Agency (1998a). Sampling analysis report for removal site assessment, North Denver residential soils. Denver, CO.

U.S. Environmental Protection Agency (1998b). Appendix B. Laboratory data and validation reports. North Denver residential soils. Denver, CO.

U.S. Environmental Protection Agency (1999a). Residential risk-based sampling. Denver, CO.

U.S. Environmental Protection Agency (1999b). Phase 3 field investigation. Denver, CO.

U.S. Environmental Protection Agency (1999c). Quality assurance plan for bioavailability of arsenic in soil. Denver, CO.

Wong, W. (1988). The role of environmental and host behavioral factors in determining exposure to infection with *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura*. Faculty of Natural Sciences. St. Augustine, Trinidad & Tobago, University of the West Indies.

APÉNDICE A – TABLAS

Tabla 1-a. Datos demográficos descriptivos

Hogares identificados y contactados	N	Porcentaje
Hogares en la zona del estudio	4,389	
Hogares contactados	3,978	90.6
Hogares no contactados	411	9.4

Hogares seleccionados	N	Porcentaje
Hogares con niños que no cumplen con las condiciones exigidas	2,688	
Hogares con niños que cumplen con las condiciones exigidas	1,290	
Hogares que cumplen con las condiciones exigidas y son participantes	772	59.8
Hogares que cumplen con las condiciones exigidas pero no son participantes	518	40.2
Niños que cumplen con las condiciones exigidas	1,072	

Razones por las que no se contactó a los hogares		Porcentaje
Perro evitó la entrada	44	10.7
Reja estaba cerrada	14	3.4
No había nadie en la casa*	353	85.9
Hogares no contactados	411	

Razones para no participar		Porcentaje
No se pudo programar la entrevista	133	25.7
Se negó a participar	385	74.3
Hogares que no participaron	518	

*En promedio, se realizaron cuatro intentos de contactar los hogares a diferentes horas del día y diferentes días de la semana.

Tabla 1-b. Recolección de muestras y datos demográficos de los sujetos que cumplen con las condiciones exigidas

	Sujetos que cumplen con las condiciones exigidas	
	N = 1072	
	n	Promedio
Edad (en meses)	1063	43.8
Tiempo en la residencia (en meses)	988	23.6
	n	(%)
Sexo		
Masculino	556	51.9
Femenino	515	48.0
Desconocido	1	0.1
Raza y grupo étnico		
Anglo	36	3.4
Hispano	830	77.4
Negro	86	8.0
Asiático	1	0.1
Indio americano	3	0.3
Múltiple	31	2.9
Desconocido	85	7.9
Se hizo toda la entrevista	988	92.2
Idioma de la entrevista		
Inglés	367	37.2
Español	621	62.9
Muestras recogidas		
Orina	848	79.1
Sangre	977	91.1
Cabello	46	4.3

Tabla 1-c. Datos descriptivos y demográficos de los sujetos que reúnen las condiciones exigidas según participación en la entrevista

	No entrevistados			Entrevistados		
	N = 84			N = 988		
Variable	N	Promedio	Desviación estándar	n	Promedio	Desviación estándar
Edad (en meses)	75	43.1	24.2	988	43.9	22.4
Sexo	N	%		n	%	
Masculino	42	50.0		514	52.0	
Femenino	41	48.8		474	48.0	
Desconocido	1	1.2		0	0.0	
Muestras recogidas						
Muestras recogidas de sangre	72	85.7		905	91.6	
Muestra inicial con niveles elevados de plomo en la sangre	5	6.9		50	5.5	
Muestra confirmatoria de los niveles elevados de plomo en la sangre	1	1.4		22	2.4	
Muestras recogidas de orina	61	72.6		787	90.0	
Muestra inicial con niveles elevados de arsénico en la orina	0	0.0		8	1.0	
Muestras recogidas de cabello	3	4.2		43	4.8	

Tabla 2. Recolección de muestras de los niños participantes que cumplen con las condiciones exigidas según participación en la entrevista

	No entrevistados		Entrevistados	
Obtención de muestras	N	%	N	%
No se recogieron muestras	9	10.7	59	6.0
Solo muestra de orina	3	3.6	24	2.4
Solo muestra de sangre	14	16.7	142	14.4
Tanto muestra de orina como de sangre	58	69.1	763	77.2
Total	84		988	

Tabla 3. Tiempo que los sujetos que reúnen las condiciones exigidas pasaron en actividades de contacto con la tierra dos semanas antes de la entrevista

	Todas las respuestas	Actividad notificada	Tiempo (horas/semana)				
	N	N (%)	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Percentil	
						25	75
Todas las actividades de contacto con la tierra	983		17.4	22.0	9.0	2.5	24.0
Jugar con tierra	983	713 (72.5)	7.4	11.1	2.5	0.0	10.0
Comer o beber al aire libre	982	495 (50.4)	2.3	4.7	0.2	0.0	2.0
Jugar con objetos	983	497 (48.7)	4.1	8.1	0.0	0.0	5.0
Jugar con mascotas	983	167 (17.0)	1.3	5.0	0.0	0.0	0.0
Chupar dedo / chupón	982	323 (32.9)	1.8	6.0	0.0	0.0	0.6
Tiempo total de juego al aire libre	983	930 (94.6)	20.0	15.6	17.0	7.5	28.0
Comer tierra (veces/día)	899	82 (9.1)	0.2	1.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 4. Exposición a la tierra y conducta pica de los sujetos que reúnen las condiciones exigidas

	N	Porcentaje
¿Alguna vez el niño ha comido tierra?		
Sí	204	20.7
No	784	79.7
Cantidad de tierra que comió la última vez		
≤ ½ borrador	21	10.3
> ½ borrador, ≤1 borrador	77	37.7
> 1 borrador, ≤ 1 tapa de botella	79	38.7
> 1 tapa de botella	23	11.3
¿Come el niño vegetales cultivados en el jardín del vecindario?	69	7.0
¿El contacto con la tierra en las últimas dos semanas fue diferente que el usual?		
Mismo nivel	696	70.5
Menos contacto	100	10.1
Más contacto	192	19.4

Tabla 5. Variables de higiene personal (N= 988)

				Percentil	
Variable	Promedio	Desviación estándar	Mediana	25	75
Tiempo de juego adentro (horas/día)	5.5	3.8	5.0	3.0	8.0
Porcentaje de tiempo:					
Lavarse la cara antes de acostarse	69.2	39.2	100	50.0	100
Lavarse la cara antes de comer	35.1	39.0	17.5	0.0	70.0
Lavarse la cara después de jugar	64.4	39.6	80.0	30.0	100
Lavarse las manos antes de acostarse	72.0	37.3	100	50.0	100
Lavarse las manos antes de comer	81.9	26.2	100	70.0	100
Lavarse las manos después de jugar	79.4	52.4	100	50.0	100
Número de veces al día:					
Lavarse la cara	2.8	2.1	2.0	1.0	3.5
Lavarse las manos	4.9	3.5	4.0	3.0	5.5
Ponerse objetos en la boca	8.7	33.6	2.0	0.0	6.0
Llevarse los dedos a la boca	7.6	24.7	2.0	0.0	7.5
Porcentaje del jardín con tierra al descubierto	45.6	36.1	50.0	10.0	80.0

Tabla 6. Concentraciones totales de arsénico en la orina (μg/L) de los sujetos que reúnen las condiciones exigidas

							Percentil		
Variable	N	Promedio	Desviación estándar	Media geométrica	Desviación estándar geométrica	Mediana	25	75	p*
Todos los sujetos	848	5.6	6.3	3.8	2.4	4.0	2.0	7.0	
Sexo									0.580
Masculino	453	5.7	6.3	3.8	2.5	3.9	1.9	7.1	
Femenino	395	5.6	6.3	3.8	2.4	4.2	2.0	6.9	
Edad en años									<0.0001
< 1	51	3.0	5.9	1.8	2.3	1.0	1.0	2.7	
1	124	3.1	3.9	2.1	2.2	1.7	1.0	3.5	
2	131	5.5	5.5	3.6	2.6	3.8	1.5	7.7	
3	142	6.6	7.0	4.5	2.4	4.2	2.8	7.7	
4	118	7.0	8.9	5.3	2.0	5.4	3.4	8.2	
5	150	5.3	3.4	4.4	2.0	4.7	3.0	6.9	
6	132	7.2	7.2	5.0	2.4	5.2	2.9	9.2	
Raza y grupo étnico									0.059
Anglo	21	5.2	3.3	4.1	2.1	5.2	2.4	7.2	
Hispano	692	5.6	6.5	3.7	2.5	3.9	1.8	7.0	
Negro	53	7.4	7.4	5.2	2.3	5.2	2.9	7.9	
Otro	20	4.2	3.6	3.0	2.4	3.4	1.0	5.7	
Sujetos con concentraciones elevadas de arsénico en la orina	N	Porcentaje							
Muestra inicial ≥30 μg/L	8	0.94							
Muestra confirmatoria ≥10 μg/L	0	0							

*Prueba de la suma de los rangos de Wilcoxon (Wilcoxon Rank-Sum)

Tabla 7. Concentraciones de arsénico en el cabello (μg/g) de los sujetos que reúnen las condiciones exigidas

							Percentil		
Variable	N	Promedio	Desviación estándar	Media geométrica	Desviación estándar geométrica	Mediana	25	75	
Todos los sujetos	46	0.09	0.08	0.07	2.08	0.07	0.04	0.11	
Sexo									0.(
Masculino	29	0.10	0.10	0.08	2.15	0.07	0.04	0.13	
Femenino	17	0.06	0.04	0.05	1.83	0.05	0.03	0.08	
Edad en años									0.
< 1	4	0.09	0.03	0.09	1.35	0.09	0.07	0.12	
1	9	0.11	0.16	0.07	2.49	0.06	0.03	0.10	
2	8	0.11	0.05	0.10	1.83	0.11	0.07	0.17	
3	8	0.09	0.08	0.07	2.14	0.06	0.04	0.12	
4	7	0.08	0.06	0.06	1.99	0.04	0.04	0.13	
5	4	0.08	0.05	0.06	2.29	0.08	0.04	0.12	
6	6	0.03	0.01	0.03	1.47	0.04	0.02	0.04	
Raza y grupo étnico									0.
Anglo	1	0.18		0.18					
Hispano	40	0.08	0.09	0.06	2.09	0.06	0.04	0.11	
Negro	2	0.11	0.06	0.10	1.71	0.11	0.07	0.15	

*Prueba de la suma de los rangos de Wilcoxon (Wilcoxon Rank-Sum)
†Prueba de Kruskal-Wallis

Tabla 8. Concentraciones de plomo en la sangre (µg/dL) en muestras tomadas del dedo en los niños que reúnen las condiciones exigidas

							Percentil		
Variable	N	Promedio	Desviación estándar	Media geométrica	Desviación estándar geométrica	Mediana	25	75	p*
Todos los sujetos	977	4.6	4.0	3.7	1.9	3.7	2.4	5.5	
Sexo									<0.001
Masculino	510	4.7	3.2	3.9	1.9	4.0	2.7	5.8	
Femenino	467	4.4	4.7	3.5	1.9	3.4	2.4	5.2	
Edad en años									<0.0001
< 1	74	3.8	3.1	3.1	1.9	2.9	2.1	4.7	
1	168	5.4	6.5	4.1	2.0	4.1	2.6	6.6	
2	161	5.3	4.2	4.2	2.0	4.0	2.8	6.8	
3	154	4.3	3.3	3.5	1.9	3.8	2.4	5.2	
4	128	4.6	2.8	3.9	1.9	4.0	2.8	6.0	
5	152	4.1	2.3	3.4	1.9	3.6	2.3	5.3	
6	140	3.8	2.8	3.2	1.7	3.3	2.4	4.5	
Raza y grupo étnico**									0.348
Anglo	30	6.5	13.5	3.6	2.4	3.1	2.2	5.0	
Hispano	775	4.5	3.3	3.7	1.9	3.8	2.6	5.6	
Negro	67	4.2	2.6	3.5	1.8	3.8	2.3	5.0	
Otro	32	4.4	4.4	3.3	2.0	3.5	2.4	4.5	
Sujetos con concentraciones de plomo en la sangre >10 µg/dL	N	Porcentaje							
Muestra inicial	55	5.6							
Muestra confirmatoria	23	2.4							

*Prueba de la suma de los rangos de Wilcoxon (Wilcoxon Rank-Sum)
** N=904, 73 no contaban con información sobre raza o grupo étnico

Tabla 9. Concentraciones de plomo en la sangre según características de la vivienda de los sujetos que reúnen las condiciones exigidas

			Plomo en la sangre (µg/dL)			
	N	(%)	Promedio	Desviación estándar	p*	
Tierra o polvo en las repisas de las ventanas**					<0.001	
Ninguna	268	32.3	4.2	5.2		
Alguna	481	58.0	4.7	3.0		
Mucha	81	10.0	6.1	4.6		
Tierra o polvo en los pisos**					<.001	
Ninguna	488	58.7	4.3	4.2		
Alguna	298	35.9	5.0	3.3		
Mucha	45	5.4	6.6	5.6		
Condición general de la pintura interior**					<0.001	
No hay pintura	14	1.8	3.2	2.7		
Intacta	534	68.4	4.4	4.2		
Regular	205	26.3	5.2	3.9		
Mala	28	3.6	6.8	3.0		
Condición de la pintura en los marcos de las ventanas**					<0.001	
No hay pintura	46	5.5	3.4	2.0		
Intacta	418	50.2	4.4	4.6		
Regular	274	32.9	4.7	3.5		
Mala	94	11.3	5.9	3.3		
Condición de la pintura en superficies de madera pintada en interiores (se excluyen marcos de ventanas)**					<0.01	
No hay pintura	88	10.6	4.9	3.4		
Intacta	466	56.1	4.3	4.3		
Regular	230	27.7	5.1	3.7		
Mala	46	5.5	5.4	3.0		
Condición de la pintura exterior**					<0.01	
No hay pintura	168	20.2	4.4	2.9		
Intacta	320	38.4	4.2	2.8		
Regular	260	31.2	5.2	5.8		
Mala	85	10.2	5.3	3.0		
Año de construcción de la casa**						
≤ 1894	466	47.2				
> 1894 y ≤ 1926	168	17.0				
> 1926 y ≤ 1947	162	16.4				
> 1947	192	19.43				

*Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis para determinar el nivel de significación estadística
**Preguntas que se añadieron en julio a la entrevista

Tabla 10-a. Signos y síntomas reportados por los padres (N=988)

Variable	N	(%)
Diagnosticado alguna vez con anemia	29	2.9
Reportado 3 días antes de la entrevista		
Diarrea	84	8.5
Dolor de cabeza	59	6.0
Náuseas	59	6.0
Dolor de estómago o calambres estomacales	131	13.2
Enrojecimiento de la piel	106	10.7
Vómito	66	6.7
Reportado 60 días antes de la entrevista		
Diarrea	211	21.4
Dolor de cabeza	147	15.0
Náuseas	150	15.2
Dolor de estómago o calambres estomacales	267	27.1
Enrojecimiento de la piel	182	18.4
Vómito	190	19.3

Tabla 10-b. Signos y síntomas reportados por los padres según estratificación de los niveles de plomo en la sangre (N=905)*

	Nivel elevado de plomo en la sangre (N=50)		Nivel normal de plomo en la sangre (N=855)		p**
Variable	n	(%)	n	(%)	
Anemia	1	2.0	27	3.2	1.00
Síntomas reportados 3 días antes de la entrevista					
Diarrea	5	10.0	69	8.1	0.59
Dolor de cabeza	4	8.0	51	6.0	0.54
Náuseas	4	8.0	51	6.0	1.00
Dolor de estómago o calambres estomacales	6	12.0	116	13.6	0.84
Enrojecimiento de la piel	4	8.0	86	10.1	0.24
Vómito	3	6.0	53	6.2	1.00
Síntomas reportados 60 días antes de la entrevista					
Diarrea	16	32.0	167	19.5	0.04
Dolor de cabeza	6	12.0	131	15.3	0.69
Náuseas	10	20.0	129	15.1	0.32
Dolor de estómago o calambres estomacales	17	34.0	230	26.9	0.33
Enrojecimiento de la piel	7	14.0	150	17.5	0.26
Vómito	12	24.0	159	18.6	0.35

* Análisis realizados en las muestras iniciales que mostraron plomo en la sangre

**Se realizó la prueba exacta de Fisher del chi cuadrado para determinar el nivel de significación estadística

Tabla 11. Modelos de regresión a una variable con concentraciones de arsénico en la orina como variable dependiente

Variable independiente	r^2	r	Coeficiente de regresión	p*
Horas jugadas adentro	0.0009	0.0300	0.05110	0.39
Número de veces que se metieron objetos a la boca	0.0020	0.0447	-0.01125	0.21
Número de veces que se colocaron los dedos en la boca	0.0015	0.0387	-0.01068	0.28
Número de veces que se lavaron las manos	0.0014	0.0374	-0.07889	0.30
Número de veces que se lavaron la cara	0.0032	0.0566	-0.18638	0.11
Porcentaje del tiempo que se lavaron las manos antes de comer	0.0001	0.0100	-0.00298	0.74
Porcentaje del tiempo que se lavaron la cara antes de comer	0.0000	0.0000	0.00046	0.94
Porcentaje del tiempo que se lavaron las manos antes de jugar	0.0028	0.0529	-0.00610	0.14
Porcentaje del tiempo que se lavaron la cara antes de jugar	0.0048	0.0693	-0.01130	0.05
Porcentaje del tiempo que se lavaron las manos antes de acostarse	0.0163	0.1277	-0.02219	<0.001
Porcentaje del tiempo que se lavaron la cara antes de acostarse	0.0108	0.1039	-0.01709	<0.01
Porcentaje del jardín con tierra al descubierto	0.0009	0.0300	0.00558	0.39
Tiempo en la residencia en meses	0.0212	0.1456	0.04518	<0.001
Exposición al arsénico en la tierra (ppm-horas/semana)	0.0004	0.0200	0.00632	0.58
Año de construcción de la residencia	0.0023	0.0480	0.00147	0.26
Media de la concentración de arsénico en la tierra (ppm)	0.0009	0.0300	-0.00360	0.52

* Se realizó la prueba de la suma de los rangos de Wilcoxon para determinar la significación estadística

Tabla 12. Modelos de regresión a una variable con concentraciones de plomo en la sangre como variable dependiente

Variable independiente	r^2	r	Coeficiente de regresión	p*
Horas jugadas adentro	0.0000	0.0000	-0.00163	0.97
Número de veces que se metieron objetos a la boca	0.0017	0.0424	-0.00495	0.21
Número de veces que se colocaron los dedos en la boca	0.0004	0.0200	-0.00335	0.55
Número de veces que se lavaron las manos	0.0013	0.0361	0.04711	0.27
Número de veces que se lavaron la cara	0.0014	0.0374	0.07336	0.26
Porcentaje del tiempo que se lavaron las manos antes de comer	0.0000	0.0000	-0.00027	0.96
Porcentaje del tiempo que se lavaron la cara antes de comer	0.0011	0.0332	0.00346	0.31
Porcentaje del tiempo que se lavaron las manos antes de jugar	0.0012	0.0346	0.00445	0.30

Porcentaje del tiempo que se lavaron la cara antes de jugar	0.0029	0.0539	0.00546	0.11
Porcentaje del tiempo que se lavaron las manos antes de acostarse	0.0015	0.0387	-0.00418	0.24
Porcentaje del tiempo que se lavaron la cara antes de acostarse	0.0017	0.0412	-0.00427	0.21
Porcentaje del jardín con tierra al descubierto	0.0012	0.0346	0.00386	0.30
Tiempo en la residencia en meses	0.0064	0.0800	-0.01611	0.02
Exposición al plomo en la tierra (ppm-horas/semana)	0.0019	0.0436	0.00832	0.21
Año de construcción de la residencia	0.0008	0.0283	-0.00037	0.47
Promedio de la concentración de plomo en la tierra (ppm)	0.0234	0.1530	0.00356	<0.001

* Se realizó la prueba de la suma de los rangos de Wilcoxon para determinar el nivel de significación estadística

Tabla 13. Modelos de regresión a una variable con concentraciones de arsénico en el cabello como variable dependiente

Variable independiente	r^2	r	Coeficiente de regresión	p*
Horas jugadas adentro	0.0079	0.0889	0.00218	0.57
Número de veces que se metieron objetos a la boca	0.0123	0.1109	0.00194	0.48
Número de veces que se colocaron los dedos en la boca	0.0689	0.2625	0.00420	0.09
Número de veces que se lavaron las manos	0.0012	0.0346	0.00093	0.83
Número de veces que se lavaron la cara	0.0203	0.1425	0.00597	0.36
Porcentaje del tiempo que se lavaron las manos antes de comer	0.0176	0.1327	0.00048	0.40
Porcentaje del tiempo que se lavaron la cara antes de comer	0.0143	0.1196	0.00023	0.45
Porcentaje del tiempo que se lavaron las manos antes de jugar	0.0126	0.1122	-0.00033	0.47
Porcentaje del tiempo que se lavaron la cara antes de jugar	0.0022	0.0469	0.00009	0.77
Porcentaje del tiempo que se lavaron las manos antes de acostarse	0.0006	0.0245	-0.00005	0.87
Porcentaje del tiempo que se lavaron la cara antes de acostarse	0.0010	0.0316	-0.00007	0.84
Porcentaje del jardín con tierra al descubierto	0.0165	0.1285	-0.00036	0.41
Tiempo en la residencia (en meses)	0.0875	0.2958	-0.00125	0.05
Exposición al arsénico en la tierra (ppm-horas/semana)	0.0011	0.0332	-0.00010	0.84
Año de construcción de la residencia	0.0013	0.0361	-0.00012	0.83
Promedio de la concentración de arsénico en la tierra (ppm)	0.0002	0.0141	-0.00005	0.93

* Se realizó la prueba de la suma de los rangos de Wilcoxon para determinar el nivel de significación estadística

APÉNDICE B – INSTRUMENTOS DEL ESTUDIO

Encuesta de salud "*KIDS AT PLAY*"

UNIVERSITY OF COLORADO HEALTH SCIENCES CENTER

Estimado residente:

En los próximos días, entrevistadores del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Colorado (*University of Colorado Health Sciences Center*) visitarán su casa. Como puede ser que ya lo sepa, la Agencia de Protección Ambiental ha encontrado niveles más altos que los normales de arsénico y plomo en algunos jardines de su vecindario. Debido a que los niños pequeños tienen mayor riesgo de sufrir los efectos tóxicos del arsénico y el plomo presentes en la tierra, la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR, por sus siglas en inglés) le encomendó al Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Colorado y al Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente (*Colorado Department of Public Health and Environment*) la realización de un estudio de salud sobre los niños pequeños que juegan en esos terrenos.

Como parte del estudio, nosotros:

- Visitaremos todas las casas para identificar a todos los niños pequeños (entre 6 meses y 6 años de edad) que viven en su vecindario,
- Haremos preguntas sobre la forma en que juegan y dónde lo hacen,
- Nos ofreceremos a realizar pruebas en los niños para detectar la presencia de arsénico y plomo. Estas pruebas son gratuitas. Los resultados se entregarán a los padres o personas encargadas del cuidado de los niños.
- Le daremos información para reducir la exposición al arsénico y al plomo.

Le haremos preguntas sobre los lugares en los cuales generalmente juega su hijo, cuánto tiempo juega y qué hace mientras juega. Podremos hacer un mejor trabajo en la entrevista, si usted recuerda estas actividades. La información que recojamos de las entrevistas y de las pruebas nos servirá para asegurar que los niños no estén expuestos a niveles peligrosos de arsénico y plomo en la tierra. También realizaremos reuniones con la comunidad durante el verano para ofrecer más información y respuestas a sus preguntas sobre la exposición al arsénico y al plomo en la tierra y los efectos que tiene en la salud.

Pasaremos por su casa para saber si tiene niños pequeños y si quiere participar en el estudio. Si tiene alguna pregunta, por favor llame al (303) 296-0545.

Atentamente,

Kristina Kaparich
Directora del proyecto

3840 York St., Suite 218, Denver, CO 80205-3536
Teléfono para inglés: (303) 296-0545 *
Teléfono para español: (720) 314-4205 * Fax: (303) 298-0630

¡LÁSTIMA QUE NO LO ENCONTRAMOS!

Un encuestador del Centro de Ciencias de Salud de la Universidad de Colorado (*University of Colorado Health Sciences Center*) pasó hoy por su casa para ver si usted quería participar en un estudio que se realiza en su vecindario sobre la exposición de los niños a la tierra. Trataremos de pasar otra vez en los próximos días. Si tiene alguna pregunta sobre esta encuesta, si quiere concertar una cita con nosotros o si no tiene niños, por favor llámenos al 303–296-0545 durante el horario de 9 AM a 8 PM.

Kids at Play
Health Survey

¡LÁSTIMA QUE NO LO ENCONTRAMOS!

El personal del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Colorado (*University of Colorado Health Sciences Center*) vino esta mañana/tarde/noche (marque una) para la entrevista/toma de muestras programada para hoy. Si quiere volver a hacer una cita, por favor llámenos al (303) 296-0545.

¡Gracias!

Censo de niños

Nombre del padre o la madre entrevistados:			
Número de la calle Nombre de la calle	Número de apartamento	Tipo de vivienda	
		Vivienda unifamiliar (S) Vivienda multifamiliar (M) Casa móvil (T)	
Teléfono de la casa:	Teléfono del trabajo:		

Información del censo de niños entre 6 meses y 6 años de edad:

Nombre	Apellido	Sexo (M/F)	Edad	Fecha de nacimiento (mm /dd /aaaa)

Cuestionario de exposición a la tierra

Nombre del adulto entrevistado: _____ _____ **Nombre** **Apellido** **Nombre del niño:** _____ _____ **Nombre** **Apellido**	**Iniciales del entrevistador:**	**Idioma de la entrevista (I,E,O):**
	Fecha de la entrevista: _____/_____/_____/ **MM DD AA**	
Fecha de nacimiento del niño: **Edad del niño:** **Sexo del niño:** _____/_____/_____/ _____/_____/ **M F** *MM DD AAAA* *AA MM*	**¿Hace cuánto vive en esta dirección?** _____/_____/ **AA MM**	
Raza o grupo étnico del niño **Anglo_____ Hispano_____ Negro_____ Asiático____ Indio americano_____**		

Actividades diarias de las últimas 2 semanas – Adentro y afuera	**Respuesta**
1. Horas al día que el niño juega en los pisos de adentro	

2. Número de veces al día que el niño se pone objetos en la boca (juguetes, sábanas, chupones, etc.)	
3. Número de veces al día que el niño se lleva los dedos a la boca o se come las uñas	
4. Número de veces al día que el niño se lava habitualmente las manos	
5. Número de veces al día que el niño se lava habitualmente la cara	
	Porcentaje
6. Porcentaje del tiempo que se lava las manos antes de comer	
7. Porcentaje del tiempo que se lava la cara antes de comer	

8. Porcentaje del tiempo que se lava las manos después de jugar con tierra o con arena	
9. Porcentaje del tiempo que se lava la cara después de jugar con tierra o con arena	
10. Porcentaje del tiempo que se lava las manos antes de acostarse	
11. Porcentaje del tiempo que se lava la cara antes de acostarse	
12. Porcentaje del tiempo que el niño juega al aire libre con arena o con tierra al descubierto (no en el prado ni en el pavimento)	
	Sí/No

13. ¿Come el niño vegetales cultivados en el jardín del vecindario? (especifique la ubicación en la hoja de registro)	
14. ¿Alguna vez ha visto al niño comer tierra?	
14a. Si la respuesta es Sí, ¿cuándo fue la última vez?	
14b. ¿Cuánta tierra comió su hijo (tapa de botella, borrador, etc.)?	
15. ¿El contacto que tuvo con la tierra en las últimas dos semanas fue diferente al contacto usual? (Igual, Más, Menos)	

Actividades de contacto con la tierra al aire libre y ubicación de los lugares

Ubicación y dirección (Identifique el número en el mapa) >1/2 hora por día en las últimas 2 semanas	Duración de la actividad por semana (horas)						Comer tierra		% de exposición a la tierra (Entrevistador)
	Tiempo total	Jugar con tierra	Comer o beber	Chupar dedo / chupón / comerse las uñas	Sábana/Juguete/ otros objetos en la boca	Jugar con mascotas	Veces/día	Cantidad	
A.									
B.									
C.									
D.									
E.									
Direcciones donde están ubicados los cultivos de vegetales									
V1.									
V2.									

Encuesta sobre signos y síntomas en la niñez

Nombre del adulto entrevistado:			Iniciales del entrevistador:	
Nombre del niño:			Fecha de la entrevista:	
Ha tenido el niño:	*En los últimos 3 días*		*En los últimos 60 días*	
	Sí	No	Sí	No
¿Náuseas (ganas de vomitar, pero sin vómito)?				
¿Vómito?				
¿Diarrea?				
¿Dolor de estómago o calambres estomacales?				
¿Enrojecimiento, hinchazón o picazón en la piel?				
¿Dolor de cabeza?				
	Sí		No	
¿Alguna vez un médico le ha diagnosticado anemia al niño?				

Evaluación del polvo y la pintura

Área de juegos

¿Dónde se encuentran los escondrijos o lugares donde juega su hijo? _____

En general

	No hay visible tierra/polvo	Hay visible algo de tierra/polvo	Hay mucha tierra/polvo
Repisas de las ventanas			
Pisos			

Comentarios:

Condición de la pintura

	No hay pintura	Intacta	Regular (algo de pintura suelta/descascarada)	Mala (mucha pintura suelta/descascarada)
Dentro de la casa				
Ventanas				
Otra madera pintada				
Pintura exterior				

Comentarios:

APÉNDICE C - MATERIALES EDUCATIVOS

El arsénico en la tierra

La tierra y su salud
Los médicos y científicos de la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) han examinado los resultados de las pruebas realizadas en muestras de tierra recogidas en su vecindario para determinar si las cantidades de arsénico presentes son lo suficientemente altas como para causar problemas de salud en las personas que viven en la zona. La ATSDR determinó que las cantidades de arsénico que hay en algunos jardines pueden generar problemas de salud en algunos niños y adultos.

¿Cómo puede entrar el arsénico al cuerpo?
La tierra que contiene arsénico puede entrar en su cuerpo:
- mientras juega
- mientras hace jardinería
- mientras hace trabajos en el jardín

En ocasiones, tocamos objetos que tienen polvo o tierra y luego nos llevamos las manos u otras cosas a la boca. Cuando esto ocurre, pueden entrar al cuerpo pequeñas cantidades de arsénico junto con la tierra o el polvo.

Por lo general, la ingestión de estas cantidades pequeñas de tierra con arsénico no causará problemas de salud, pero si la concentración de arsénico en la tierra es muy alta, los niños y adultos podrían enfermarse.

Los adultos y el arsénico
Los niveles de arsénico y el cáncer son motivos de preocupación en las personas que crecieron en casas con concentraciones altas de arsénico en la tierra y que siguieron viviendo en esas casas como adultos. Estas personas podrían correr un mayor riesgo de contraer ciertos tipos de cáncer, como cáncer de la piel, de los pulmones, de la vejiga, de los riñones y del hígado.

Los niños y el arsénico
Conducta pica por ingestión de tierra
Algunos niños en edad preescolar consumen grandes cantidades de tierra (aproximadamente 1 cucharadita o más) mientras juegan o exploran el mundo que los rodea. A esto se le llama conducta pica o hábito de ingerir sustancias no alimenticias como tierra.

Esta conducta puede crear problemas de salud en los niños que viven en áreas que tienen altos niveles de arsénico en la tierra. Después de consumir grandes cantidades de tierra con altos niveles de arsénico, estos niños podrían tener problemas de salud, como:
- Náuseas o malestar estomacal
- Calambres o retorcijones estomacales
- Vómito
- Diarrea
- Hinchazón de la cara (especialmente alrededor de los ojos)
- Dolores de cabeza

Usted puede protegerse a sí mismo
A continuación hay algunas cosas que puede hacer para proteger a su familia contra el arsénico que hay en la tierra. Estos consejos son importantes, sobretodo si usted vive en una zona que tiene altos niveles de arsénico en la tierra. Asimismo, son consejos útiles que pueden servirles a todos:

- Observe a sus hijos en edad preescolar mientras juegan afuera. Evite que coman tierra o barro y que se lleven objetos a la boca.
- Hable con los niños mayores sobre los posibles peligros de comer tierra.
- Anime a los niños en edad preescolar para que jueguen en partes del jardín que estén cubiertas con césped.
- Dígale a los adultos las razones por las que no se debe comer ni tierra ni barro de los jardines.

¿Dónde puedo obtener más información sobre la exposición al arsénico en la tierra y la conducta pica por ingestión de tierra?
Chris Poulet, ATSDR Denver
303-312-7012

Margaret Schonbeck, Colorado Department of Public Health and Environment
303-692-2636

El plomo en la tierra

La tierra y su salud
Los médicos y científicos de la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) han examinado los resultados de las pruebas realizadas en muestras de tierra recogidas en su vecindario para determinar si las cantidades de plomo presentes son lo suficientemente altas como para causar problemas de salud en las personas que viven en la zona. La ATSDR determinó que las cantidades de plomo presentes en algunos jardines están a niveles que son peligrosos para algunos niños.

Fuentes comunes del plomo

- *Tierra*
- *Pintura de casas viejas (especialmente las casas construidas antes de 1960)*
- Polvo
- *Persianas de plástico para ventanas*
- Platos/cerámicas importadas
- Remedios caseros (azarcón, greta)
- Agua potable

¿Cómo puede entrar el plomo al cuerpo?
La tierra que contiene plomo puede entrar al cuerpo de muchas maneras. Cuando los niños juegan, a veces tocan objetos que tienen polvo o tierra y luego se llevan las manos u otras cosas a la boca. Cuando esto ocurre, pueden entrar al cuerpo pequeñas cantidades de plomo junto con la tierra o el polvo.

Por lo general, la ingestión de cantidades pequeñas de tierra con plomo no causará problemas de salud, pero si la concentración de plomo en la tierra es muy alta, los niños podrían enfermarse.

Posibles efectos que causa el plomo en la salud
La mayoría de los niños que sufren intoxicación por plomo no muestran síntomas. La única forma de saber si un niño tiene intoxicación por plomo es hacerle una prueba de sangre. No obstante, si los niños tienen altos niveles de plomo en el cuerpo, podrían tener problemas de salud como:

- problemas auditivos
- problemas del habla, el lenguaje y la conducta
- puntajes bajos en las pruebas de inteligencia
- retrasos en el desarrollo
- dificultad para dormir
- coordinación muscular deficiente
- pérdida del apetito

Formas de prevenir que los niños se intoxiquen por plomo

- Lave las manos del niño por lo menos 5 veces al día y siempre antes de comer y dormir la siesta
- Lave los juguetes con frecuencia
- Déles alimentos ricos en vitamina C, calcio y hierro
- Lave los pisos y las repisas de las ventanas con agua y detergente
- Limpie la pintura suelta o descascarada con una esponja, trapo o toallas de papel húmedos. Si sospecha que la pintura tiene plomo, bote a la basura la esponja, el trapo o las toallas de papel después de limpiar.
- Si está remodelando una casa vieja, NUNCA lije en seco o raspe pintura a base de plomo
- Anime a sus hijos para que jueguen en zonas que tengan césped en vez de tierra.

¿Dónde puedo conseguir más información sobre la exposición al plomo en la tierra?

Si cree que su hijo ha estado expuesto al plomo, puede comunicarse con:

Mishelle Macias
Colorado Department of Public Health and Environment
303-692-2622 ó 303-692-2700

Gene Hook
City and County of Denver
720-865-5452

CÓMO PROTEGER A SU HIJO CONTRA LA PINTURA A BASE DE PLOMO

¿El plomo que se encuentra en la pintura es dañino para los niños?

A. El plomo que hay en la pintura es tóxico y le hace daño a los niños. Esta sustancia puede causar problemas permanentes en el cerebro de los niños y provocar discapacidades del aprendizaje y problemas de comportamiento.
B. Los niños menores de seis años son los que corren mayor peligro.
C. Si una mujer embarazada se expone al plomo, esto puede afectar al bebé que está por nacer.

¿Dónde se encuentra la pintura a base de plomo?

A. La mayoría de las casas construidas antes de 1978 tienen algo de pintura a base de plomo. Pero las casas construidas antes de 1960 son los que más tienen este tipo de pintura.
B. El polvo de plomo proviene de la pintura dañada o descascarada de las casas viejas. Como resultado, el polvo de plomo se propaga por toda la casa y se adhiere a la mayoría de las superficies.
C. La tierra o el suelo descubierto puede también contener plomo de la pintura que se ha descascarada de las paredes exteriores.

¿Cómo se intoxican los niños con la pintura a base de plomo?

A. Los niños se encuentran expuestos a los pedazos de pintura y al polvo de plomo que se adhiere a los pisos, repisas de ventanas y otras superficies. Luego este polvo se adhiere a las manos de los niños, a los juguetes y ellos se lo llevan a la boca.
B. Jugar con tierra que contiene pintura a base de plomo que se ha desprendido de las paredes exteriores también puede intoxicar a los niños.
C. La mayoría de los niños que sufren de intoxicación por plomo no muestran síntomas. La única forma de saber si un niño tiene intoxicación por plomo es hacerle una prueba de sangre.

¿Qué debo hacer si mi hijo se ha intoxicado con pintura a base de plomo?

A. Primero, identifique los lugares que son peligrosos en su casa y aprenda cómo eliminarlos de forma segura. **Nunca trate de quitar usted mismo la pintura a base de plomo.**
B. **Lleve a su hijo para que le hagan una prueba de sangre.**
C. Pregúntele al personal de su departamento de salud qué otras puede hacer para proteger la salud de sus hijos o llame al 1-888-LEADLIST para pedir una lista de los proveedores de servicios expertos en el tema del plomo.

¿Cómo puede proteger a sus hijos contra la exposición a la pintura a base de plomo?

A. ¡Evite que en su casa se concentre el polvo de plomo! Limpie con frecuencia pisos y repisas de ventanas con agua y jabón y luego enjuague con agua limpia.
B. Asegúrese de que sus hijos se laven las manos antes de comer, después de jugar afuera y antes de acostarse. Use jabón y agua.
C. Esté pendiente de los lugares donde juegan sus hijos. Las mejores partes son las que tienen prado o están pavimentadas. La tierra expuesta cerca de edificaciones puede estar contaminada con partículas pequeñas de polvo.
D. Mantenga la pintura en buen estado. Vea si la pintura está descascarada y ha sido dañada por el agua y vuelva a pintar las superficies que tienen pintura descascarada.
E. Nunca trate de quitar usted mismo la pintura a base de plomo. Pero si no tiene ninguna otra opción, por favor sea muy cuidadoso y trabaje en forma segura. Aísle la zona de trabajo y para este efecto cubra muebles, pisos, puertas, ventanas y ductos de ventilación con láminas pesadas de plástico. Asimismo, asegúrese de que las mujeres y los niños estén alejados del área de trabajo. Lije o pele la pintura descascarada antes de volver a pintar. Humedezca la pintura antes de lijar o pelar. Evite la dispersión de polvo de plomo y partículas de pintura. Deseche el polvo y las partículas de pintura en bolsas plásticas y bote estas bolsas a la basura de inmediato. Una vez haya terminado, limpie toda el área de trabajo con agua y jabón.

¿Me debo preocupar por el plomo si remodelo o vuelvo a pintar?

A. Sí. Lijar, pelar o retirar la pintura vieja puede liberar grandes cantidades de polvo tóxico de plomo. Aprenda a trabajar en forma segura con la pintura a base de plomo y asegúrese de que los contratistas con los que trabaje sigan las directrices de seguridad para el plomo. Para más información sobre el folleto acerca de la forma de reducir la exposición al plomo cuando haga trabajos de remodelación en su casa (*Reducing lead exposure when remodeling your home booklelet),* por favor llame al 1-800-424-LEAD o llame a su departamento local de salud.

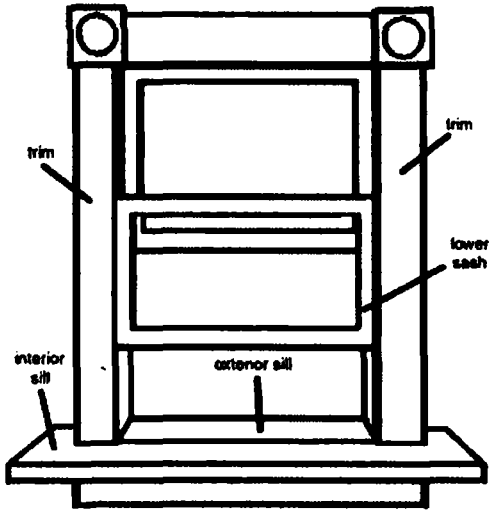
¿Cómo puedo proteger a mi familia contra la pintura a base de plomo si vivo en una casa arrendada?

A. El arrendador tiene la responsabilidad de mantener la pintura en buen estado. Si su arrendador no arregla la pintura dañada o descascarada, llame al departamento de salud de su condado. (health dept. number here). Por ley, los arrendadores deben proporcionarle información sobre la pintura a base de plomo antes de que usted firme el contrato de arrendamiento y en el momento en que se incremente el precio de alquiler.
B. Si su arrendador arregla la pintura descascarada, asegúrese de que lo haga correctamente, de la forma que se describió anteriormente. Asegúrese de que los trabajadores que arreglan la pintura no esparzan el polvo o las partículas de pintura. Los trabajadores deben dejar todo bien limpio antes de irse.

Recursos adicionales

Denver Department of Environmental Health (720) 865-5452
Colorado Department of Public Health and Environment (303) 692-2700

PROTEJA A SUS HIJOS CONTRA EL PLOMO



[TEXT FOR ILLUSTRATION:
trim / moldura
interior sill / repisa interna
exterior sill / repisa exterior
lower sash / marco inferior]

¡Proteja a sus hijos contra el plomo!

Las ventanas son una fuente principal de polvo y partículas de pintura a base de plomo. Si sus hijos están expuestos a ventanas contaminadas, podrían intoxicarse por plomo. Usted puede reducir los peligros del plomo y proteger a sus hijos si sigue unas recomendaciones sencillas.

Aquí le decimos cómo:

1. **Levante y asegure el marco inferior** (como se ve en el diagrama) de cada ventana. Esto expondrá la repisa exterior, la porción plana del marco de la ventana que se ve en la ilustración.

2. **Retire y lave todos los juguetes** que se encuentran en las repisas de las ventanas con agua y jabón.

3. **Retire las partículas de pintura y la suciedad de las ventanas con toallas de papel o trapos húmedos** y deséchelos inmediatamente en una bolsa para la basura que quede bien cerrada.

4. Use un balde lleno de agua jabonosa y toallas de papel o trapos para **limpiar toda la suciedad restante, la pintura y los residuos de las repisas exteriores.** Repita este proceso hasta que todas las áreas estén totalmente limpias. Deseche las toallas de papel y los trapos en una bolsa para la basura que quede bien cerrada.

5. Use trapos limpios y agua para **pasarle un trapo húmedo a las molduras y repisas internas de cada ventana**. Estas son las partes decorativas de las ventanas que miran hacia la parte de adentro de la casa (como se ve en la imagen). Lave las molduras y las repisas de arriba a abajo y deseche los trapos en una bolsa para la basura que quede bien cerrada.

6. Cuando termine de limpiar todas las ventanas de su casa, **arroje el agua jabonosa en el inodoro.**

7. **Repita estos pasos cada dos semanas.** En los climas cálidos puede ser necesario limpiar las ventanas más a menudo; también deben limpiarse con más frecuencia si son las ventanas con las que los niños tienen un mayor contacto.

8. **Asegúrese de lavarse cuidadosamente las manos** con agua y jabón cuando termine de limpiar.

APÉNDICE D - FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO

Aprobación del formulario de consentimiento

Fecha: Válido hasta:_____

JUNTA DIRECTIVA DE REVISIÓN INSTITUCIONAL MÚLTIPLE DE COLORADO (*COLORADO MULTIPLE INSTITUTIONAL REVIEW BOARD*)

Encuesta sobre la exposición al plomo y al arsénico en la tierra entre los residentes de los vecindarios del VBI-70
01-786

Investigador principal: A. James Ruttenber, MD, PhD

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO PARA EL SUJETO
Última revisión: 15 de mayo de 2002

1. Descripción del proyecto
Se le ha pedido que participe en un estudio de investigación que evaluará las exposiciones a la tierra entre los niños de su vecindario. Este estudio es patrocinado por la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades y el Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente de Colorado (*Colorado Department of Public Health and Environment*) y lo lleva a cabo el Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Colorado (*University of Colorado Health Sciences Center*). Este estudio se realiza debido a que las concentraciones de arsénico y plomo en los terrenos de su vecindario son mayores que las normales y las agencias patrocinadoras quieren recoger más información que les sirva para determinar las formas más adecuadas para proteger a los residentes contra la exposición a estas sustancias químicas.

Para efectos de este estudio, identificaremos los niños entre 6 meses y 6 años de edad que viven en su vecindario. Luego, le haremos algunas preguntas sobre estos niños, como los lugares donde juegan al aire libre y la frecuencia con que entran en contacto con la tierra. Luego, también ofreceremos recoger una muestra de orina para determinar si tiene arsénico y una muestra de sangre para determinar si tiene plomo. Notificaremos a los padres sobre los resultados a las dos semanas de haberse tomado las muestras y utilizaremos esta información para ayudar a asegurar que los niños no estén expuestos a niveles peligrosos de arsénico o plomo. Tenemos planeado inscribir en este estudio a 2,800 niños de su vecindario.

Aunque estamos pidiéndole que usted y su hijo o hijos participen en todas las partes de este estudio, usted puede elegir si participa o no en alguna de ellas.

La participación en esta encuesta es voluntaria y su hijo o hijos no sufrirán consecuencias ni se afectará la atención médica que reciben en caso de que usted no quiera participar.

2. Procedimientos
Si usted acepta participar en nuestro estudio, le pediremos que:

2.1 Nos suministre su nombre, dirección y números de teléfono, y los nombres y edades de sus niños que tienen entre 6 meses y 6 años de edad;

2.2 Responda unas cuantas preguntas sobre las actividades diarias de cada niño. Le tomará unos 15 minutos por cada niño responder a estas preguntas;

2.3 Tome una muestra de orina de cada niño para determinar los niveles presentes de arsénico. Para que la prueba de arsénico sea precisa, el niño al que se la hace la prueba no puede comer mariscos ni otros tipos de pescado durante al menos 3 días antes de dar la muestra de orina. Asimismo, la prueba de orina debe tomarse a primera hora de la mañana.

Los resultados de la prueba de orina le serán notificados a las dos semanas siguientes a la toma de la muestra. Los resultados también se le suministrarán al pediatra de su hijo. Si las concentraciones de arsénico son más altas que lo normal, le pediremos que tome una muestra adicional para confirmar el primer hallazgo. La muestra repetida de orina se recogerá de la misma forma en que se hizo la primera. Usted no tiene que repetir la prueba si no quiere.

2.4 Nos permita recoger una muestra de unas cuantas gotas de sangre la cual se obtiene al pinchar el dedo del niño con una aguja pequeña. Un miembro del personal tomará la muestra de sangre en el momento en que se recoge la muestra de orina, o a la hora que resulte más conveniente para usted. El miembro del personal que recoge la muestra de sangre ha sido capacitado para este fin por los expertos del Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente de Colorado.

Los resultados de este análisis le serán notificados a las dos semanas siguientes a la toma de la muestra. Los resultados también se le suministrarán al pediatra de su hijo. Si la concentración de plomo en la muestra de sangre es más alta que lo normal, le pediremos que se repita la muestra de sangre a través de una venipunción en el brazo del niño. Este es un procedimiento de rutina por medio del cual se extrae aproximadamente una cucharadita de sangre de la vena del brazo del niño. Un profesional de la salud capacitado para extraer muestras de sangre efectuará este procedimiento, en una clínica médica ubicada cerca de su vecindario. Un miembro del personal de este estudio hará la cita para su hijo. Usted no tiene que repetir la prueba si no quiere.

2.5 Es probable que también le pidamos que su hijo nos suministre una muestra adicional de orina y una cantidad pequeña de cabello, lo cual nos permitirá verificar los procedimientos de laboratorio utilizados en la prueba de arsénico. La muestra de orina se recogerá de la forma que se describió anteriormente. La muestra de cabello se cortará en

Iniciales _____

un lugar cercano al cuero cabelludo, en un área que no sea visible. Retiraremos unas 100 hebras de cabello con un grosor parecido al de un popote (pitillo o pajilla). Usted no tiene que participar en esta parte del estudio si no desea hacerlo.

3. Riesgos e incomodidades

Solo se espera que haya riesgos o incomodidades mínimas para los niños en este estudio. A los niños que se les haga la prueba para detectar plomo en la sangre se les pinchará el dedo con una aguja, solo lo necesario para obtener unas cuantas gotas de sangre. El pinchazo en el dedo puede ser incómodo y causar dolor leve en los niños, pero generalmente el dolor desaparece en unos cuantos minutos.

Si se extrae sangre por venipunción, se puede formar un moretón en el lugar donde se tomó la muestra. El moretón desaparecerá en unos cuantos días.

4. Beneficios

Este estudio está diseñado para que las agencias de salud pública aprendan más sobre la exposición a la tierra y puedan así asegurar que los niños no estén expuestos a cantidades peligrosas de arsénico y plomo. Este estudio no está diseñado para tratar ninguna enfermedad ni para mejorar su salud. Además, conlleva riesgos así como se mencionó en la sección de Riesgos.

5. Fuente de financiación

Este estudio está financiado por la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSRD), una agencia federal de salud pública que tiene su sede principal en Atlanta, Georgia.

6. Costos para el sujeto

Su participación en este estudio no tiene ningún costo. No se cobrará la realización de pruebas para detectar plomo en la sangre y arsénico en la orina. No se le pagará por su participación en este estudio.

7. Retiro del estudio

La participación en este estudio es voluntaria. Usted tiene el derecho de optar por no participar en este estudio Aunque no participe, el médico todavía seguirá atendiéndolo a usted y a sus hijos. Ni usted ni sus hijos perderán ningún beneficio ni los servicios de atención médica a los cuales tienen derecho. Si opta por participar en el estudio, usted tiene el derecho de interrumpirlo en cualquier momento. Si hay algún hallazgo durante el estudio que pudiera afectar su participación y la de sus hijos en el mismo, se le informará al respecto. El médico del estudio puede suspender, sin su permiso, la participación de su hijo, si considera que la permanencia en el mismo puede causarle daño al niño o debido a cualquiera otra razón. Asimismo, el patrocinador puede suspender el estudio en cualquier momento.

Iniciales _____

El investigador que dirige este estudio es el Dr. James Ruttenber. Usted puede hacer cualquier pregunta ahora o más adelante. Si tiene preguntas más adelante, puede llamar al Dr. Ruttenber al (303) 315-5627. Se le dará una copia de este formulario de consentimiento para que la guarde. Si tiene preguntas sobre sus derechos como sujeto de investigación, por favor llame a la oficina de la Junta Directiva de Revisión Institucional Múltiple de Colorado (*Colorado Multiple Institutional Review Board*, COMIRB) al (303) 724-1055.

8. Protección de la confidencialidad

Haremos todos los esfuerzos posibles para mantener la confidencialidad de sus expedientes, pero esto no se puede garantizar. Los expedientes que lo identifican (incluidos sus historias médicas) y el formulario de consentimiento firmado por usted, pueden ser vistos por una agencia reguladora como el Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos y la Junta Directiva de Revisión Institucional Múltiple de Colorado (*Colorado Multiple Institutional Review Board*) Sus expedientes también pueden ser vistos por la ATSDR. Estas agencias no lo identificarán ni a usted ni a sus hijos en ningún informe que pueda ser dado a conocer al público.

Los resultados de esta investigación pueden ser presentados en reuniones o publicados en artículos. Sin embargo, se mantendrá la privacidad de su nombre y los nombres de sus hijos.

Iniciales _____

9. Autorización

He leído este documento sobre el estudio o me han lo leído. Entiendo los posibles riesgos y beneficios de este estudio. Yo sé que es voluntario participar en este estudio. Yo opto por participar (o dejar que mi hijo participe) en este estudio. Yo sé que puedo suspender mi participación en este estudio y yo (o mi hijo) continuaremos recibiendo la atención médica que siempre hemos recibido. Me darán una copia de este formulario de consentimiento que puedo guardar. (Escriba sus iniciales en todas las páginas anteriores del formulario de consentimiento).

Yo acepto participar en las partes del estudio donde he puesto mis iniciales y que se presentan a continuación:

_____ el censo de niños, tal como se describió en la Sección 2.1 de arriba

Yo acepto dejar que mi hijo(a), que se llama_____ participe en:

_____ la encuesta sobre las actividades diarias, tal como se describió en la Section 2.2 de arriba,

_____ la prueba para determinar la concentración de arsénico en orina, tal como se describió en la Sección 2.3 de arriba,

_____ la prueba para determinar la concentración de plomo en la sangre, tal como se describió en la Sección 2.4 de arriba,

_____ la muestra adicional de orina y una muestra de cabello, tal como se describió en la Sección 2.5 de arriba.

Firma:_____ Fecha: _____
padre o tutor

Nombre en letra de imprenta:_____

Formulario de consentimiento explicado por:_____ Fecha:_____
firma

Nombre en letra de imprenta: _____

Investigador (a):_____ Fecha:_____
firma

Nombre en letra de imprenta:_____

APÉNDICE E – PROCESOS DE CONTROL Y DE GARANTÍA DE CALIDAD

ANÁLISIS DE MUESTRAS Y PROCESO DE GARANTÍA DE CALIDAD

sobre

PRESENCIA DE ARSÉNICO EN LA ORINA Y DE PLOMO EN LA SANGRE ENTRE LOS RESIDENTES DE LOS VECINDARIOS DEL VBI-70

Junio de 2002

Producido por:

US Environmental Protection Agency, Region 8
999 18th Street, Suite 300
Denver CO 80202

Con el apoyo técnico de:

Syracuse Research Corporation
999 18th Street, Suite 1975
Denver CO 80202

PÁGINA DE APROBACIÓN

Este "Plan para el análisis de muestras y el proceso de garantía de la calidad", escrito para el estudio de biomonitorización sobre la exposición al arsénico y al plomo del Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Colorado (*University of Colorado Health Science Center*), ha sido preparado por la *Syracuse Research Corporation*, a solicitud de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Región 8. Las investigaciones realizadas para este estudio, así como las actividades explicadas en este plan de proyecto están aprobadas sin condiciones.

_____ _____

Aprobación técnica — Fecha
Bonnie Lavelle
Gerente de proyectos de USEPA

_____ _____

William Brattin, PhD — Fecha
Syracuse Research Corporation

1.0 INTRODUCCIÓN

La Región 8 de la USEPA colaborará con el Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Colorado (*University of Colorado Health Science Center*, UCHSC) en la encuesta que ellos realizan sobre la exposición al arsénico y al plomo en la tierra entre los residentes de los vecindarios del VBI-70 y será la encargada de realizar los análisis químicos de todas las muestras recogidas durante la encuesta. Este documento expone en detalle los procedimientos para el manejo de muestras, realización de análisis y seguimiento de procesos de garantía de calidad durante esta actividad de apoyo.

2.0 ANÁLISIS DE ORINA

Las muestras de orina serán recogidas por el personal del UCHSC entre los participantes del estudio, de acuerdo con los protocolos descritos en los Apéndices G, H e I. Cada envase para la recolección de muestras será etiquetado en el terreno con un número de identificación único que tendrá el siguiente formato:

UCHSC VBI-70 Uxxxx

Una copia de la etiqueta será colocada directamente en el envase donde se recoge la muestra. Una segunda copia de la etiqueta será colocada en el formulario de la encuesta utilizada para anotar el nombre y la dirección del donante de la muestra. Una tercera copia de la etiqueta será utilizada para rotular el tubo de ensayo enviado al laboratorio (ver a continuación).

2.1 Almacenamiento y preparación de muestras

a. Cada muestra de orina se almacenará y mantendrá refrigerada a 4EC en un envase original de recolección. En estas condiciones, el tiempo de almacenamiento de la orina no preservada es de 3 meses. Las muestras deben mantenerse en zonas de acceso restringido en todo momento.

b. Diariamente o una vez por semana (la opción que sea más conveniente), todas las muestras previstas para análisis deberán mezclarse bien agitando el envase con la orina, y se extraerán 3-4 mL con pipeta para transferirlos a un tubo de plástico de 15-mL con tapa de rosca. Este tubo será rotulado con los mismos números que se le dieron a la muestra base original (ver arriba). Después de la transferencia de la alícuota, debe enroscarse bien la tapa del tubo para prevenir fugas y se debe colocar el tubo en una gradilla para tubos

de ensayo. Esta submuestra será enviada para análisis al laboratorio analítico. El resto de la muestra será almacenado en una nevera hasta que la muestra haya sido analizada satisfactoriamente por el laboratorio.

2.2 Envío de las muestras al laboratorio

Embalaje

Se empacarán las muestras para su envío al laboratorio analítico en gradillas para tubos de ensayo. Se colocará cada gradilla con tubos de ensayo en el interior de una bolsa plástica grande para evitar que los tubos se caigan de la gradilla y contener cualquier derrame o fuga. Las bolsas cerradas se colocarán en una nevera portátil y se asegurarán contra movimientos bruscos, añadiendo plástico con burbujas. Se debe añadir material absorbente alrededor de las bolsas en caso de que haya derrames o fugas. La nevera portátil se mantendrá fría con 3 a 4 paquetes congelados de "hielo azul". Una vez lleno, se sellará la nevera portátil con cinta adhesiva y se le colocará un sello de custodia de un lado a otro de la abertura del empaque de envío para asegurar que no ocurra ninguna manipulación del paquete durante el proceso de envío.

Envío

El *National Medical Services* (NMS) practicará los análisis de detección de arsénico en orina. La dirección de envío y la información de contacto se indican a continuación:

National Medical Services
3701 Welsh Rd
P.O. Box 433A
Willow Grove, Pennsylvania 19090-0437
1-800-522-6671

Se enviará cada nevera portátil al laboratorio por un servicio nocturno de despacho. Se debe notificar al laboratorio por teléfono para que esté atento a la llegada de cada envío y los envíos deberán hacerse siempre a horas en que haya alguien en el laboratorio para recibirlos. Por lo general, es preferible hacer los envíos los lunes o martes.

No se necesita una rotulación especial para las muestras de orina.

Cadena de custodia

Cada nevera portátil que se envíe al laboratorio irá acompañada de un formulario de cadena de custodia (*Chain of Custody*, COC). Estos documentos están preparados por triplicado en formularios de papel no carbón y siguen el formato No. MK-VBI-70-02, especificado en la SOP. La SRC le dará al equipo de campo los formularios de COC. Cada formulario identificará las muestras incluidas en el grupo de muestras entregadas (*sample delivery group* o SDG, por sus siglas en inglés) (a saber, las muestras guardadas en la nevera portátil) y los análisis requeridos. Cada formulario lleno de la COC será revisado por el personal UCHSC antes de su envío para verificar que todo esté claro y correcto, y luego será firmado. La copia rosada (la última) del formulario se dejará guardada en UCHSC para documentar la fecha y el contenido del envío. La copia blanca (la de arriba) y la copa amarilla (la del medio) del formulario serán colocadas dentro del contenedor de envío, pero dentro de una bolsa plástica *zip-lock* para evitar que las dañe la humedad.

Cuando la nevera portátil llegue al laboratorio, el custodio de muestras del laboratorio documentará la fecha y hora de recibo. Se abrirá la nevera portátil y se inspeccionará el contenido. Se revisará el formulario de la cadena de custodia y se tomará nota en el formulario de la COC de cualquier tubo faltante, roto o por lo demás dudoso o comprometido. El laboratorio notificará de inmediato al contratista de la EPA (*Syracuse Research Corporation, SRC*) de cualquier problema como ése y la SRC dará instrucciones al laboratorio de lo que hay que hacer o se encargará de gestionar que se envíen las muestras de reemplazo, según sea necesario. Una vez que se hayan revisado todas las muestras y los problemas hayan sido resueltos, el custodio de muestras de laboratorio firmará y fechará el formulario de la COC. El custodio de muestras del laboratorio archivará las copias amarillas y blancas del formulario de la COC de la forma correspondiente.

2.3 Análisis de muestras

2.3.1 Arsénico no dietario total (inorgánico)

Se analizarán todas las muestras de orina para detectar la presencia de arsénico no dietario total. Este arsénico total incluye tanto las formas trivalentes como las formas prevalentes de arsénico inorgánico (As+3, As+5), así como los metabolitos urinarios primarios de estas formas (monometilarsonato (MMA) y dimetilarsonato (DMA)). En el total no se incluyen los arsénicos orgánicos complejos encontrados en los mariscos (como la arsenobetaína, por ejemplo).

Los detalles de la preparación y análisis de muestras tienen licencia de registro. En general, el yodo se añade a la muestra y se extraen los analitos diana a una fase orgánica bajo condiciones acídicas. Una porción de este extracto se analiza vía ICP-MS para detectar arsénico. El límite de detección es de aproximadamente 1.0 ug/L.

Se analizará cada muestra de orina también para determinar las concentraciones de creatinina.

2.3.2 Arsénico urinario total

En algunos casos, las muestras de orina pueden requerir un nuevo análisis para determinar si un nivel elevado de arsénico puede deberse a la presencia de arsénico dietario. La SRC identificará las muestras que requieren análisis de arsénico urinario total y proporcionará la lista de las muestras al laboratorio.

El NMS analizará las muestras especificadas de orina vía ICP-MS para detectar arsénico total. Este método detecta todas las formas de arsénico, entre ellas la arsenobetaína y otras formas orgánicas relacionadas que ocurren por la dieta. Los detalles del método analítico utilizado por el NMS para el análisis de detección de arsénico urinario total tienen licencia de registro.

El límite de detección es de aproximadamente 1 ug/L. Se reportarán los datos a la SRC, según se anotó anteriormente.

2.4 Control de la calidad

El proceso de control de la calidad consiste en la recolección de datos que permitan hacer una evaluación cuantitativa de la exactitud y precisión de los datos recogidos durante el proyecto. Las muestras para el control de la calidad que se recogerán para detectar arsénico urinario durante el proyecto incluyen los siguientes tipos de muestras:

Muestras de control de calidad en el laboratorio

El laboratorio analítico recogerá varios tipos de datos que ayudarán a evaluar la exactitud y precisión de los procedimientos de preparación y análisis de muestras. El laboratorio analítico utilizará muestras de control BioRad. Estas muestras se preparan a partir de orina humana y contienen formas orgánicas e inorgánicas de arsénico. Específicamente, el laboratorio analítico, siguiendo los parámetros de calibración del instrumento, analizará un blanco, una muestra control de nivel BioRad 1 (diana = 56 ug/L, intervalo 42 - 70ug/L) y una de nivel BioRad 2 (diana = 137 ug/L, intervalo 103-172 ug/L). Después de cada 10 análisis, el laboratorio analítico analizará una muestra de control, alternando entre niveles altos y bajos. Además, se analizará una vez a la semana una muestra de control de laboratorio no dietaria (certificadas para MMA, DMA, As+5) y una muestra de control dietaria (certificados para MMA, DMA, As+5 y arsenobetaína) para asegurar que el arsénico inorgánico se extraiga en forma correcta y el arsénico no dietario se incluya en los análisis. Si alguno de los valores de la muestra de control está por fuera de los criterios de aceptación especificados (2 desviaciones estándar del promedio basado en 20 mediciones (todas las muestras analizadas desde el último análisis exitoso de la muestra de control se volverán a analizar.

Muestras de control de calidad en el campo

Las muestras de control calidad en el campo son muestras preparadas por un equipo de estudio que se envían al laboratorio analítico de manera anónima. Es decir, el laboratorio no sabe que es una muestra de control de calidad y debe tratar el espécimen como una muestra tomada en el campo. En este programa se enviarán dos tipos de muestras anónimas de control de calidad en el campo:

Muestras de campo divididas

Una muestra de campo divida se prepara al extraer un segunda alícuota de 3-4 mL de una muestra de orina base y se envía al laboratorio como un número de muestra diferente (y exclusivo) al de la primera alícuota. Los resultados del análisis de la muestra de campo dividida ayudarán a evaluar la precisión analítica (reproducibilidad). Las muestras divididas serán preparadas a una velocidad de aproximadamente el 5% y se enviarán en orden aleatorio.

Muestras para la evaluación del desempeño

Las muestras de desempeño son especimenes de orina que contienen un nivel conocido y certificado de un contaminante. Los resultados del análisis de una muestra de desempeño servirán para evaluar la precisión analítica. En resumen, la muestra "blanco" de desempeño será preparada con la orina recogida de voluntarios adultos que no han comido mariscos durante al menos tres días. Tenga en cuenta que la concentración de arsénico inorgánico total de la muestra no es cero, sino cerca de 4 ug/L. Las otras muestras para la evaluación del desempeño se prepararon añadiendo orina con concentraciones conocidas en forma incremental (5 ug de arsénico/L y 15 ug de arsénico/L) de arseniato sódico (As+5), arsenito sódico (As+3), monometilarsonato (MMA) y dimetilarsonato (DMA), o arsenobetaína a este "blanco". Se preparó una concentración (20 ug/L) de arsenobetaína. De este modo, hay un total de 10 muestras diferentes para la evaluación del desempeño en este programa. Las concentraciones nominales de cada muestra de desempeño fueron establecidas por el laboratorio que preparó las muestras. Estos resultados se muestran en la Tabla 1.

Como parte del primer envío de muestras, se envían en orden aleatorio dos especímenes de cada una de las 10 muestras de desempeño. Los envíos semanales posteriores, uno para cada tipo estándar, se enviarán en orden aleatorio.

Criterios de aceptación del control de calidad

El criterio de aceptación de las muestras de campo divididas es una diferencia porcentual relativa (*Relative Percent Difference* o RPD) que no sea mayor del 30%. Estos criterios de evaluación pueden revisarse a medida que haya más datos disponibles.

Todas las muestras para la evaluación de desempeño, con la excepción de la arsenobetaína, se analizarán para determinar el arsénico inorgánico total y los criterios de aceptación serán ± 20%

del valor nominal mostrado en la Tabla 1. En el caso del análisis para determinar el arsénico inorgánico total en la arsenobetaína, los criterios de aceptación son los mismos del blanco de orina, con un incremento no mayor al 10% del nivel añadido de arsenobetaína. En el caso de la muestra de desempeño de arsenobetaína analizada para determinar el nivel de arsénico total, los criterios de aceptación son del ± 20% del valor nominal mostrado en la Tabla 1. Estos criterios de evaluación pueden revisarse a medida que haya más datos disponibles.

Evaluación del control de calidad y acciones de respuesta

Los resultados de las muestras de control de calidad serán revisados por el SRC tan pronto como se reciban del laboratorio. Se analizará cualquier desviación de la muestra de control de calidad de los criterios de aceptación mencionados anteriormente y se determinará la acción correctiva a seguir. Si las desviaciones son menores (solo ligeramente por fuera de los niveles de aceptación) y no son sistemáticas en el tiempo ni en el tipo de muestra, no se requiere tomar ninguna acción. Si las desviaciones son sistemáticas (ocurren durante dos o más semanas consecutivas) o si las desviaciones no son insignificantes, el SRC se comunicará inmediatamente con el laboratorio para discutir las posibles causas y las acciones correctivas que debe tomar el laboratorio.

2.5 Notificación de datos

El NMS enviará un reporte semanal al SRC que incluye un resumen de los resultados de cada muestra en formato de Microsoft Excel, que presenta los datos sobre las concentraciones de arsénico inorgánico total (ug/L), las concentraciones de creatinina en orina (g/L) y las concentraciones normalizadas de arsénico inorgánico total para la creatinina (ug/g). Este informe también incluirá un resumen de las muestras de control de calidad del laboratorio para cada grupo de muestras entregadas.

3.0 ANÁLISIS DE SANGRE

3.1 Obtención de muestras

En resumen, para sacar la sangre se lavará y secará cuidadosamente el dedo del participante y luego se le pinchará con una lanceta estéril. Una vez que sale la gota de sangre del dedo; la sangre se recoge en un tubo capilar plástico que está dentro de un *microtainer*. Cuando el capilar está lleno, el tubo se coloca en posición vertical para permitir que la sangre llegue al *microtainer*. El capilar y la lanceta se eliminan como desperdicio biomédico y el *microtainer* se sella con el tapón incluido.

A cada tubo *microtainer* se le asignará un identificador de muestra único que tenga el siguiente formato:

UCHSC VBI-70 Bxxxx

Una copia de la etiqueta se aplica al tubo *microtainer* envolviéndola alrededor de la parte inferior del tubo. Una segunda copia de la etiqueta se coloca en el formulario de la encuesta de campo que tiene el nombre y la dirección del donante de la muestra. Se utilizará una base de datos para registrar y correlacionar el número de identificación de la muestra y el nombre y la dirección del donante.

Todos los tubos *microtainers* se almacenarán en sobres con plástico con burbujas (20-25 microtainers por sobre) y se refrigerarán a una temperatura de 4EC.

3.2 Preparación de muestras

No es necesario preparar las muestras antes del envío.

3.3 Envío de las muestras al laboratorio

Embalaje

Se enviarán las muestras al laboratorio analítico en sobres con plástico con burbujas. Se sellará cada sobre para asegurar que los tubos no se salgan durante el envío. Los sobres se colocarán en una nevera portátil y se asegurarán contra movimientos bruscos añadiendo abundante plástico con burbujas. La nevera portátil se mantendrá fría con 3 a 4 paquetes congelados de "hielo azul". Una vez llena, se sellará la nevera portátil con cinta y se le colocará un sello de custodia de un

lado a otro de la abertura del empaque de envío para asegurar que no ocurra ninguna manipulación del paquete durante el proceso de envío.

Envío

Todos los análisis de sangre serán realizados por Tamarac Medical, Inc. A continuación se indica la dirección de envío y la información de contacto del laboratorio:

Tamarac Medical, Inc.
7000 South Broadway #2C
Littleton, CO 80122
(800) 842-7069

La entrega de las muestras de UCHSC al laboratorio se llevará a cabo una vez por semana. El transporte se realizará normalmente mediante un servicio de mensajería del laboratorio. El personal de UCHSC se comunicará con el laboratorio cuando el envío esté listo y se encargará de preparar los detalles del envío. En caso de que este método de envío no esté disponible, un miembro del personal de UCHS se comunicará con el laboratorio y llevará las muestras a la instalación encargada de los análisis a una hora acordada.

Cadena de custodia

Cada nevera portátil que se envía al laboratorio irá acompañada por un formulario de cadena de custodia (*Chain of Custody*, COC). Estos documentos están preparados por triplicado en formularios de papel no carbón y siguen el formato especificado en la SOP No. MK-VBI-70-02. Cada formulario identificará las muestras incluidas en el grupo de muestras entregadas (*sample delivery group* o SDG, por sus siglas en inglés) (a saber, en la nevera portátil) y los análisis requeridos. Cada formulario de la COC que se haya completado será revisado antes del envío por el personal UCHSC para verificar que todo esté claro y correcto, y luego se firmará.

Una copia del formulario se dejará guardada en UCHSC como documentación de la fecha y el contenido del envío. Las otras copias del formulario COC se colocarán dentro del contenedor de envío, pero dentro de una bolsa plástica *zip-lock* para evitar que las dañe la humedad.

Cuando la nevera portátil llegue al laboratorio, el custodio de muestras del laboratorio documentará la fecha y hora de recibo. Se abrirá la nevera portátil y se inspeccionará el contenido. Se revisará el formulario de la cadena de custodia y se tomará nota de cualquier tubo

faltante, abierto o por lo demás dudoso o comprometido. El laboratorio notificará inmediatamente a SRC de estos problemas.

3.4 Análisis de muestras

Cada muestra de sangre se analizará para determinar la presencia de plomo utilizando el método de Miller (1987). Vea información detallada sobre este método en SOP # 01. En resumen, el método utiliza espectrometría de absorción atómica en horno de grafito (GFAAS) para analizar la presencia de plomo en las muestras de sangre. Para estabilizar la sangre, todas las muestras de sangre se combinarán con volúmenes conocidos del reactivo Metexchange. Este método requiere un volumen mínimo de 50 uL de sangre, con un nivel deseado de 100 uL. El límite de detección es de 2.0 ug/L.

3.5 Garantía de la calidad

Muestras de control de calidad en el laboratorio

Después de cada calibración, Tamarac analizará un valor bajo de la muestra de control del laboratorio (8.0 ug/dL), uno medio (20.0 ug/dL) y uno alto (40.0 ug/dL). Después de que la corrida se haya hecho sin contratiempos, Tamarac analizará un grupo de 10 muestras de campo seguido por dos grupos de 11 muestras de campo. Después de cada serie, Tamarac analizará un valor medio y uno alto de la muestra de control de laboratorio. Una vez que se han analizado toda la serie de muestras y que las muestras de control de laboratorio han pasado los criterios de aceptación establecidos, Tamarac recalibrará la máquina y repetirá los pasos anteriores. Los criterios de aceptación se definen como una muestra de control de laboratorio que esté dentro de la concentración nominal de 2.0 ug/dL.

En caso de que el resultado de una muestra de control de calidad esté por fuera de los criterios de aceptación, Tamarac recalibrará la máquina y volverá a hacer el análisis de la muestra de control del laboratorio. Si la muestra de control de laboratorio falla por segunda vez, Tamarac detendrá la máquina y tomarás las medidas necesarias para corregir el problema.

Muestras de control de calidad en el campo

<u>Duplicados de campo</u>

Las muestras duplicadas de campo se recogen al mismo tiempo que las muestras primarias. En este caso, la muestra duplicada de campo es la segunda muestra de sangre que se extrae de la

misma persona, al llenarse un segundo tubo capilar inmediatamente después de llenar el primero. Estas muestras se recogerán de aquellos individuos que tengan suficiente sangre después de haber sido pinchados una vez en el dedo. A cada muestra duplicada de campo se le asigna un identificador de muestra único que no está relacionado con el identificador de la muestra primaria de campo. Las muestras duplicadas de campo se recogen y envían en orden aleatorio a una frecuencia de aproximadamente 5%, si es posible.

Muestras para la evaluación del desempeño

Las muestras para la evaluación del desempeño de los análisis de plomo en la sangre serán proporcionadas por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. Los CDC establecieron el consenso sobre las concentraciones (nominales) de plomo en estas muestras mediante la realización de una GFAAS o una ICP-MS. A continuación se presenta un resumen de estas muestras:

Identificador de la muestra de los CDC	**Valor nominal (ug/dL)**
194	0.4
1494	4.5
994	8.9
396	14.8

Las muestras de desempeño se prepararán para su envío al laboratorio a partir de muestras de 50-75 uL tomadas de la reserva de especímenes de los CDC. Este proceso utiliza un dispositivo capilar de toma de muestras, como el que se utiliza para tomar sangre de los participantes del programa. A los tubos *microtainers* que contienen las muestras para la evaluación de desempeño se les asignará al azar un número de muestra y se les enviará de manera anónima al laboratorio junto con las muestras de campo. Cada semana, se enviará un espécimen de cada una de las muestras de desempeño mencionadas anteriormente (por ejemplo, un total 4). Con el primer envío de muestras, se enviarán dos especimenes de cada muestra para la evaluación del desempeño.

Criterios de aceptación del control de calidad

Duplicados de campo

El criterio de aceptación de las muestras divididas de campo consiste de una diferencia máxima de 2.0 ug/dL entre la muestra primaria y la muestra duplicada de campo. Esté criterio de aceptación puede ser revisado a medida que haya más datos disponibles.

Muestras para la evaluación del desempeño

Según recomendaciones de los CDC, el criterio de aceptación para todas las muestras de sangre utilizadas para la evaluación del desempeño, cuyas concentraciones nominales sean inferiores a 40 ug/dL, es de ± 4 ug/dL. Estos criterios de aceptación pueden ser revisados a medida que haya más datos disponibles.

Evaluación del control de calidad y acciones de respuesta

Los resultados de las muestras del control de calidad serán revisados por el SRC tan pronto como se reciban del laboratorio. Cualquier desviación de la muestra de control de calidad de los criterios de aceptación mencionados anteriormente será evaluada y se determinará la acción correctiva a seguir. Si las desviaciones son menores (solo ligeramente por fuera de los niveles de aceptación) y no son sistemáticas en el tiempo o en el tipo de muestra, no se requiere tomar ninguna acción. Si las desviaciones son sistemáticas (ocurren durante dos o más semanas consecutivas) o si las desviaciones no son insignificantes, el SRC se comunicará inmediatamente con el laboratorio para discutir las posibles causas y las acciones correctivas que debe tomar el laboratorio.

3.6 Notificación de datos

Tamarac le enviará al contratista de la EPA (SRC) un informe electrónico semanal (en Microsoft Excel) sobre los resultados de las muestras y una copia impresa de todos los resultados del control de calidad. Los resultados se enviarán al SRC por correo postal. Sin embargo, cualquier resultado de las muestras que esté por encima de 10 ug/dL será comunicado por teléfono o enviado por fax al SRC inmediatamente después de realizado el análisis de la muestra.

Cuando se notifique que la muestra de sangre de un participante del programa excede un valor de 10 ug/dL, el SRC reportará con prontitud el número de muestra, el nombre y dirección del participante al personal de UCHSC, que hará los arreglos para recoger una segunda muestra (confirmatoria) del individuo. En la medida de lo posible, el espécimen será una muestra venosa recogida a través de un *vacutrainer* por un flebotomista pediátrico capacitado. Esta muestra se enviará a Tamarac con un número identificador único para que se realice un análisis de determinación de plomo, según se describió anteriormente. Si la segunda muestra confirma un

nivel de plomo en la sangre por encima de 10 ug/dL, el SRC le proporcionará a Tamarac el nombre y la dirección del donante, y de acuerdo con la ley del estado de Colorado (6 CCR-1009-7), Tamarac reportará el valor al Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente de Colorado (CDPHE) en un lapso de 30 días.

5.0 ACTIVIDADES DE AUDITORÍA DE CAMPO

Como parte del plan integral de garantía de calidad que utiliza este proyecto, la EPA hará auditorias al azar de los datos de campo y de los procedimientos de recolección de muestras que lleva a cabo el personal de UCHSC. Como parte de esta auditoria, se incluye asegurar que todas las encuestas se hagan de forma adecuada y que las respuestas se registren de forma correcta y uniforme entre los diferentes equipos, que las muestras biológicas se recojan adecuadamente y que la información de identificación de la muestra sea correcta y esté completa. Las auditorias incluirán la observación de cada una de las diferentes actividades de los equipos de campo, entre ellas las visitas iniciales y las visitas de regreso para repetir la toma de muestras. Las auditorias se centrarán al inicio del programa, pero seguirán haciéndose al alzar durante la duración del mismo.

Cualquier inconveniente o problema observado por los auditores de campo será notificado a la EPA y al líder del equipo del UCHSC, tanto en forma verbal como escrita (memorando), junto con indicaciones para solucionar estos problemas.

6.0 REFERENCIAS

Colorado Department of Public Health and Environment (CDPHE). 1999. Rules and regulations pertaining to the detection, monitoring, and investigation of environmental and chronic diseases. http://www.cdphe.state.co.us/op/regs/100907.pdf

Miller et al. 1987. Determination of lead in blood using electrothermal atomic absorption spectrometry, l'vov platform, and matrix modifier. Analyst 112:1701-1704

TABLA 1

VALORES NOMINALES Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN PARA LAS MUESTRAS DE ORINA UTILIZADAS PARA LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

[TEXT FOR TABLE:
Spiking Material / Material de adición
Spking Level / Nivel de adición
Measured Conc / Concentración analizada
Mean / Promedio
Stdev / desviación estándar
Acceptance Criteria / Criterios de aceptación
Method / Método
Low / Bajo
High / Alto

a = Total inorganic (no-dietary) arsenic / a = Arsénico inorgánico total (no dietario)
b = Total arsenic / b = Arsénico total]

Spiking Material	Spiked Level (ug As/L)	Measured Conc (ug As/L)		Acceptance Criteria (ug/L)		
		mean	stdev	Method	Low	High
None	--	4.4	0.4	a, b	3.5	5.3
As(+3)	5	9.6	0.2	a, b	7.7	11.6
	15	20.7	0.6	a, b	16.5	24.8
As(+5)	5	10.3	0.6	a, b	8.3	12.4
	15	20.0	0.0	a, b	16.0	24.0
MMA	5	7.4	0.3	a, b	5.9	8.9
	15	14.7	0.6	a, b	11.7	17.6
DMA	5	8.6	0.3	a, b	6.9	10.3
	15	17.0	0.0	a, b	13.6	20.4
Arsenobetaine	20	24.3	0.6	a	3.5	7.3
				b	19.5	29.2

a = Total inorganic (non-dietary) arsenic
b = Total arsenic

Instrucciones para recoger las muestras de orina en niños que no usan pañales

1. **Por favor asegúrese de que su hijo no haya comido mariscos ni ningún otro tipo de pescado durante los últimos 3 días.** Esto incluye:
   - Pescado
   - Atún en lata
   - Salmón
   - Langostinos y camarones
   - Ostras
   - Cangrejo
   - Almejas

2. Si su hijo ha comido mariscos o pescado en los 3 días anteriores a la prueba de orina, usted deberá esperar 3 días antes de recoger una muestra de orina de su hijo.

3. Nosotros sabemos que es muy difícil tomar una muestra de orina en un niño pequeño. Pero, por favor, trate de hacerlo, porque sin la muestra de orina no podremos determinar si el niño ha estado expuesto al arsénico. **Por favor llame al 303-296-0545 si tiene alguna pregunta.**

4. Asegúrese de que *el nombre en el envase coincida* con el *nombre del niño* al que se le recogió la orina.

5. **Lávese las manos con agua y jabón** inmediatamente antes de recoger la muestra.

6. **No abra** el envase de recolección sino inmediatamente antes de que el niño orine.

7. Es muy importante que no toque el interior del envase y la tapa con ninguna parte del cuerpo o de la ropa.

8. Quite la *tapa* y *colóquela en posición vertical* en una superficie plana.

9. **Limpie los genitales del niño** con la toallita húmeda que se incluye en el paquete.

10. Recoja la **primera orina de la mañana** haciendo que el niño orine en el envase. Trate de llenar al menos 2/3 del envase.

11. *Ponga la tapa inmediatamente en* el envase lleno de orina.

12. Asegúrese de que el envase con orina esté bien cerrado. *Coloque el envase lleno dentro de la bolsa de plástico ziplock* y cierre la bolsa.

13. Ponga inmediatamente el envase en la nevera. Déjelo ahí hasta que un integrante del equipo de la encuesta *Kids at Play Health Survey* vaya a recogerlo.

Instrucciones para recoger las muestras de orina en niños que usan pañales

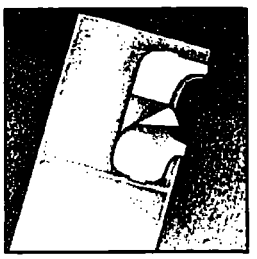
1. **Por favor asegúrese de que su hijo no haya comido mariscos ni ningún otro tipo de pescado durante los últimos 3 días.** Esto incluye:
   - Pescado
   - Atún en lata
   - Salmón
   - Langostinos y camarones
   - Ostras
   - Cangrejo
   - Almejas
2. Por favor coloque la bolsa a la hora en que se le pone el último pañal al niño antes de acostarlo por la noche.

3. Nosotros sabemos que es muy difícil tomar una muestra de orina en un niño pequeño. Pero, por favor, trate de hacerlo, porque sin la muestra de orina no podremos determinar si el niño ha estado expuesto al arsénico. **Por favor llame al 303-296-0545 si tiene alguna pregunta.**

4. **Lávese bien las manos** antes de empezar a colocar el recolector de orina. Asegúrese de hacer esto sobre una superficie limpia (como una toalla o toallas de papel limpias).

5. Separe las piernas del niño **y lave bien con agua y jabón toda el área entre las piernas. No** utilice talco para bebé, ni aceites o lociones.

6. Tome el envase recolector de orina y despegue la mitad inferior del papel adhesivo.



7. Estire la piel para evitar que se formen pliegues.

<u>En las niñas:</u> Coloque el adhesivo entre la vagina y el ano. Alise la mitad inferior del adhesivo. Trate de evitar que se formen arrugas en el papel adhesivo porque pueden hacer que se derrame la orina. Luego retire la parte superior del papel adhesivo y alísela contra la piel.

<u>En los niños:</u> Coloque el adhesivo entre el escroto y el ano. Coloque el pene dentro de la bolsa. Alise la mitad inferior del adhesivo. Trate de evitar que se formen arrugas en el papel adhesivo porque pueden hacer que se derrame la orina. Luego retire la parte superior del papel adhesivo y alísela contra la piel.

6. Coloque el pañal justo encima de la bolsa.

7. Tan pronto como el niño se despierte en la mañana:

- Recoja el envase con orina y asegúrese de que el nombre en el envase coincida con el nombre del niño al que se le recogió la orina.

- **Lávese las manos con agua y jabón justo antes de empezar a recoger la muestra.**

- **No** abra el envase de recolección hasta que se necesite hacerlo.

- Es *muy importante que no toque el interior del envase y la tapa* con ninguna parte del cuerpo o de la ropa.

- *Quite la tapa* y *colóquela en posición vertical* en una superficie plana.

- *Abra el pañal y retire cuidadosamente la bolsa.* La mejor forma de hacerlo es que una persona sostenga al niño en posición vertical y levemente inclinada, mientras otra persona retira la bolsa. Empiece despegando con cuidado la parte de arriba de la bolsa (la parte más cercana al ombligo) y proceda a despegar la bolsa en dirección hacia la parte de abajo, hacia las piernas. Asegúrese de no ladear la bolsa ni derramar la orina.

- Despegue la lengüeta azul y vierta la orina en el envase recolector.

- *Vuelva a tapar de inmediato* el envase lleno.

- Asegúrese de que el envase con orina esté *bien cerrado*. Coloque el *envase lleno dentro de la bolsa de plástico ziplock* y cierre la bolsa.

- Ponga inmediatamente *el envase en la nevera.* Déjelo ahí hasta que un integrante del equipo de la encuesta *Kids at Play Health Survey* vaya a recogerlo.

APÉNDICE F – CARTA CON EL INFORME DE LOS RESULTADOS

Encuesta de salud "*KIDS AT PLAY*"

UNIVERSITY OF COLORADO HEALTH SCIENCES CENTER

Fecha:

Estimado (a) «Nombre»,

El Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Colorado *(University of Colorado Health Sciences Center)* desea agradecerle su participación en la encuesta sobre la exposición al arsénico que se realizó este verano.

Su nivel de arsénico en la orina fue de: «Resultado» µg/L, una concentración que se considera normal. Los expertos de salud han determinado que un nivel seguro de arsénico en orina es de 29 microgramos por Litro (µg/L) o menos.

Si tiene alguna pregunta sobre los resultados de su prueba o si desea más información sobre el estudio o la exposición al arsénico en la tierra, por favor llame a la directora del proyecto, Kristina Kaparich, al 303-296-0545.

Para poder hacer un seguimiento de cualquier inquietud o pregunta que usted pueda tener sobre nuestro estudio, vamos a realizar una serie de reuniones con la comunidad para responder a sus preguntas y distribuir información sobre la exposición al arsénico y al plomo.

Habrá un intérprete de español para ayudarles a todas las personas que hablan ese idioma. También serviremos refrigerios. Las reuniones de la comunidad están abiertas para todas las personas interesadas en saber más sobre nuestro estudio. Si tiene alguna pregunta, por favor llame al (303) 296-0545.

Próxima reunión con la comunidad y lugar de la reunión:

- **Fecha:** 29 de julio de 2002
  Hora: 7-8:30PM
  Lugar: Inner City Development Community Corporation
  3840 York Street, Suite 130
  Denver, CO
  (303)296-0545
  Contacto: Christine Alvarez

Atentamente,

JIM RUTTENBER, Ph.D., M.D.
Investigador principal

3840 York St., Suite 218, Denver, CO 80205-3536
Teléfono en inglés: (303) 296-0545 *
Teléfono en español: (720) 314-4205 * Fax: (303) 298-0630

Encuesta de salud "*KIDS AT PLAY*"

UNIVERSITY OF COLORADO HEALTH SCIENCES CENTER

Fecha:

Estimado (a) «Name»,

El Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Colorado *(University of Colorado Health Sciences Center)* desea agradecerle su participación en la encuesta sobre la exposición al plomo que se realizó este verano.

Sus resultados mostraron un nivel de plomo en la sangre de: «Resultado» microgramos por decilitro (μg/dL), una concentración de plomo en la sangre que no genera riesgos para la salud. Un nivel de plomo en la sangre de 10μg/dL o superior se considera elevado. Por esta razón, su nivel de plomo en la sangre está por debajo del nivel que sería motivo de preocupación.

Si tiene alguna pregunta sobre los resultados de su prueba o si desea más información sobre el estudio o la exposición al plomo en la tierra, por favor llame a la directora del proyecto, Kristina Kaparich, al 303-296-0545.

Para poder hacer un seguimiento de cualquier inquietud o pregunta que usted pueda tener sobre nuestro estudio, vamos a realizar una serie de reuniones con la comunidad para responder a sus preguntas y distribuir información sobre la exposición al arsénico y al plomo.

Habrá un intérprete de español para ayudarles a todas las personas que hablan ese idioma. También serviremos refrigerios. Las reuniones de la comunidad están abiertas para todas las personas interesadas en saber más sobre nuestro estudio. Si tiene alguna pregunta, por favor llame al (303) 296-0545.

Próxima reunión con la comunidad y lugar de la reunión:

- **Fecha:** 29 de julio de 2002
  Hora: 7-8:30PM
  Lugar: Inner City Development Community Corporation
  3840 York Street, Suite 130
  Denver, CO
  (303)296-0545
  Contacto: Christine Alvarez

Atentamente,

JIM RUTTENBER, Ph.D., M.D.
Investigador principal

3840 York St., Suite 218, Denver, CO 80205-3536
Teléfono en inglés: (303) 296-0545 *
Teléfono en español: (720) 314-4205 * Fax: (303) 298-0630

Fecha: _____

Estimado padre/tutor de:

El Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Colorado *(University of Colorado Health Sciences Center)* desea agradecerle su participación en la encuesta sobre la exposición al arsénico en la tierra que se realizó este verano.

El nivel de arsénico en la orina del niño fue de: _____ng/ml, una concentración que se considera normal. Los expertos de salud han determinado que un nivel seguro de arsénico en orina es de 0 – 30 nanogramos por mililitro (ng/ml).

Si tiene alguna pregunta sobre los resultados de su prueba o si desea más información sobre el estudio o la exposición al arsénico en la tierra, por favor llame a la directora del proyecto, Kristina Kaparich, al 303-315-7999.

Atentamente,

JIM RUTTENBER, Ph.D., M.D.
Investigador principal

Fecha: _____

Estimado padre/tutor de:

El Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Colorado *(University of Colorado Health Sciences Center)* desea agradecerle su participación en la encuesta sobre la exposición al plomo que se realizó este verano.

Los resultados de su hijo mostraron un nivel de plomo en la sangre de _____ microgramos por decilitro (μg/dL), una concentración de plomo en la sangre que no genera riesgos para la salud. Un nivel de plomo en la sangre de 10μg/dL o superior en un niño se considera elevado. Por esta razón, el nivel de plomo en la sangre de su hijo está por debajo del nivel que sería motivo de preocupación.

Si tiene alguna pregunta sobre los resultados de su prueba o si desea más información sobre el estudio o la exposición al plomo en la tierra, por favor llame a la directora del proyecto, Kristina Kaparich, al 303-315-7999.

Hemos incluido información sobre los peligros de la intoxicación por plomo y las formas de reducir la exposición al mismo.

Atentamente,