

EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL A PLOMO Y CADMIO
EN LA OCURRENCIA DE BAJO PESO AL NACER (BPN) Y
RESTRICCIÓN DEL CRECIMIENTO INTRA UTERINO (RCIU) EN
UNA COHORTE DE MUJERES GESTANTES DE LA CIUDAD DE
CALI

PROCEDIMIENTO OPERATIVO ESTANDARIZADO
MEDICIÓN DE LAS EXPOSICIONES AMBIENTALES EN AGUA Y
ALIMENTOS EN UNA COHORTE DE MUJERES EMBARAZADAS

Genny Virginia Martínez
Miguel Ricardo Peña
Clara Eugenia Roa

Grupo de Epidemiología y Salud Poblacional - GESP
Grupo de Investigación en Saneamiento Ambiental - GISAM
Universidad del Valle
Febrero, 2009

1. ALCANCE Y APLICABILIDAD

Los recién nacidos con RCIU tienen un mayor riesgo de muerte perinatal y mayor morbilidad perinatal por hipoglicemia, hipocalcemia y policitemia. A mediano plazo tienden a ser más pequeños por un persistente déficit en el crecimiento así como a presentar déficit en el desarrollo neurocognitivo (Kramer, 2003).

Sobre los factores de riesgo y determinantes de BPN y RCIU se ha estudiado ampliamente lo relacionado con factores biológicos de la madre, así por ejemplo se ha descrito que en los países en desarrollo los determinantes más frecuentes son la baja ingesta calórica de la madre durante la gestación, un bajo Índice de Masa Corporal (IMC), baja estatura, primigestación, hipertensión inducida por el embarazo, exposición al humo de cigarrillo y malaria (Kramer, 2003). A esta lista de factores de riesgo y determinantes se suman los relacionados con tóxicos específicos por exposición a contaminación ambiental.

En una revisión sistemática de Wigle et. al (2007) sobre la evidencia disponible para el efecto de contaminantes antropogénicos en la salud de la población infantil en países desarrollados, algunos de los efectos en salud estudiados fueron: muerte fetal, defectos al nacimiento, peso al nacer, parto pre-término, anormalidades cognitivas, neurológicas y de comportamiento. Entre las exposiciones ambientales que se estudiaron figuran: Plomo, metil mercurio, Bifenil policlorados (PCBs), dioxinas e Hidrocarburos aromáticos polihalogenados (PHAHs), ciertos pesticidas, tabaco medioambiental, sub-productos derivados de la cloración (DBPs), y la residencia en lugares cercanos a sitios de disposición de residuos y solventes.

Las investigaciones previas internacionales con plomo y cadmio observaron diferencias en las prevalencias encontradas. Algunos estudios que trabajaron con niveles de Plomo, tuvieron una prevalencia entre 30% y 40% en los cuales se manifiestan que desde concentraciones de 5 µg/l ya se evidencian efectos en la gestación como parto pre-término y a partir de los 10 µg/l se han relacionado con bajo peso al nacer y restricción de crecimiento intrauterino (Wigle et. al, 2007). En cuanto al Cadmio existe poca evidencia que relacione este metal con el BPN y RCIU, se han encontrado concentraciones de entre 0.4 y 1.2 µg/l pero sin alcanzar a crear asociación con este tipo de eventos. Estos valores son tenidos en cuenta para la clasificación de niveles de riesgo por cada metal

Este procedimiento operativo estandarizado – POE define las actividades que se deben seguir para la medición de las exposiciones ambientales a Plomo y Cadmio en 60 mujeres de la Cohorte (20 con biomarcadores altos, 30 con al menos 1 biomarcador alto y 10 con biomarcadores bajos o no detectables). Las mediciones se realizarán en muestras de agua, aire (material particulado) y

alimentos, que serán analizadas en un laboratorio acreditado. Este procedimiento incluye la elaboración de una encuesta para el análisis de los hábitos individuales y las características del intradomicilio.

Definiciones:

Mujer con Biomarcador alto: Mujer embarazada que hace parte de la cohorte y cuyas concentraciones de cadmio y/o plomo son superiores o iguales al percentil 80 de los límites recomendados. Para el cadmio la literatura que la presencia de este compuesto ya es un potencial riesgo para la salud y la ATSDR señala como límite 0.4 µ/l, mientras que para el plomo, según la ATSDR, niveles por encima de 5 µ/l se convierte en un nivel de interés para la salud humana y por encima de 10 µ/l ya tiene efectos adversos en la salud (ATSDR, 2004).

Mujer con Biomarcador bajo o no detectable: Mujer embarazada que hace parte de la cohorte y cuyas concentraciones de cadmio y/o plomo son inferiores al percentil 80 de los límites permisibles o están por debajo del límite detectable de la técnica seleccionada.

2. RESPONSABILIDADES

Nombre	Responsabilidades
Coordinador general de recolección de información: Diana Caicedo Coordinador Componente Ambiental: Miguel Ricardo Peña	• Revisión de la literatura • Revisión de instrumentos • Diseño y evaluación de las estrategias para el aseguramiento y control de calidad
Coordinación de la recolección de información en el área Ambiental Est. Maestría Genny Virginia Martínez	ETAPA DE DISEÑO • Diseño y programa de muestreo • Diseño de formatos para datos de campo ETAPA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN • Preparación de los materiales para la toma de muestras, llamadas y coordinación con laboratorios. • Toma de muestras: ○ Agua (pH, conductividad, Cd y Pb) ○ Aire (material particulado) ○ Alimentos (pescado y grupo de vegetales) ○ Rotulado, identificación y preservación de las muestras. ○ Aseguramiento y control de las condiciones óptimas de transporte y almacenamiento • Distribución de las muestras y entrega a los laboratorios respectivos • Monitoreo por medio de llamadas para la entrega de los resultados de las muestras • Análisis de los resultados obtenidos
Administración de Datos Geografía: Daniel Cuartas Estadística:	Ubicación espacial de los resultados ambientales Manejo estadístico de la información de fuentes primarias y fuentes secundarias.

2.1. Grupo poblacional para el estudio y procedimiento de selección

El proyecto de investigación tiene como población de estudio a las mujeres gestantes con control prenatal en el Hospital Carlos Holmes Trujillo que cubre el servicio de salud para las comunas 13, 14, 15 y el centro de salud de Decepez que abarca principalmente la comuna 21. Los criterios de selección de esta cohorte se encuentran descritos en el documento del proyecto.

El estudio es una cohorte de tipo prospectivo con mujeres embarazadas de todas las razas y estratos socio-económicos que asisten a este centro médico, de 18 a 35 años de edad, con edad gestacional inicial igual o menor a 13

semanas, con intención de permanecer en el área de estudio hasta el momento del parto, y documento de consentimiento informado firmado por cada mujer. En el proyecto se espera captar cerca de 385 mujeres (tamaño de muestra calculado para el proyecto teniendo en cuenta el tipo de estudio el evento a estudiar) en el primer trimestre del embarazo, durante un periodo de 9 meses. A las mujeres se les realiza inicialmente una ecografía, una prueba de sangre para medición de Plomo y Cadmio y una encuesta nutricional, tienen una segunda ecografía en el segundo trimestre y en el tercer trimestre además de la ecografía vuelven a tener una prueba de sangre para medición de plomo y cadmio y la encuesta nutricional.

3. PREPARACIÓN PARA MEDICIONES AMBIENTALES

3.1. Realización de la Visita y Mediciones ambientales

Para comenzar la selección de las maternas para las mediciones ambientales, se debe tener la siguiente información de las mujeres en un formato:

Nombre:

Dirección:

Resultados Concentración de cadmio y plomo en sangre:

Datos de la dieta sobre alimentos de consumo más frecuentes principalmente pescados y vegetales.

Luego de los análisis en sangre, las mujeres seleccionadas para el estudio serán entrevistadas inicialmente solicitándole los datos básicos de identificación: nombre, dirección de la vivienda, el formato será adjuntado al siguiente documento. Con el fin de tener una aproximación a la exposición por la cual se presenta el resultado en sangre, se tendrá como uno de los criterios de selección que el análisis en sangre sea de menos de 5 semanas de haberse realizado. En esta primera entrevista se tendrá en cuenta:

1. La persona encargada de la parte ambiental se debe presentar con su nombre y función dentro del proyecto, explica que fue seleccionada del grupo de embarazadas para hacer una visita a su vivienda y que se tomarán muestras de agua, material particulado y alimento.
2. Averiguar si la gestante vive en un sitio considerado de alto riesgo o muy inseguro, si hay posibilidad de que ella acompañe desde un punto clave hacia su vivienda, si se puede hacer un esquema de cómo llegar, solicitar acompañamiento de un promotor de salud. En caso que la mujer informe que no se puede ir por problemas de seguridad y no se haya podido conseguir acompañamiento, se seleccionará otra persona del mismo grupo para visitar la vivienda y realizar las mediciones.
3. Confirmar cuales son los posibles horarios para visitarla en las horas de la mañana. Este horario es seleccionado por cuestiones de seguridad.
4. Los datos de las gestantes serán geo-referenciados para ubicación y cercanía entre ellas mismas. Este proceso permitirá adjudicarle los atributos a cada gestante, analizar la agrupación de las mismas y crear una ruta de recorrido para las mediciones ambientales.

3.2. Recolección de Información Secundaria

Se requiere conocer el trazado de la red de acueducto de las comunas donde estarán ubicadas las gestantes, para ello se solicitará a EMCALI información de

su red de distribución de agua potable y se contactará con personal de campo que haya trabajado en la zona para verificación de la información.

3.3. Formatos para Observación de características intra y peri-domicilio relacionadas con la exposición:

Se realizará la encuesta de características del intra y peri-domicilio y hábitos individuales con los siguientes componentes.

En un formato se recolectará información de la vivienda con el fin de identificar si existe exposición a metales en la vivienda o alrededor de ella. En la encuesta se observará cuantas divisiones espaciales tiene la vivienda (dormitorios, cocina, patio, antejardín, sala, zona de oficinas) el material, estado y si está pintado del techo, las paredes y pisos, productos químicos en la vivienda y donde se encuentran (insecticidas, baterías, fertilizantes, solventes y pinturas, desinfectantes), material de recipientes de la cocina y si almacena alimentos en ellos, si hay presencia de polvo, si hay almacenamiento de agua, consumo de cigarrillo en el hogar, Descripción de actividades en el hogar y en la misma cuadra (ej. Reciclaje baterías, chatarra, soldadura, cerrajerías, agricultura urbana). (Ver formato anexo).

De manera opcional se puede realizar el Registro de Actividades diarias durante la visita. Para ello, el entrevistador preguntará por las actividades del día anterior y las registrará en un formato de actividades que se encuentra anexo al POE. Para las actividades de la semana de visita serán recolectadas con ayuda de un formato semanal diligenciado por la mujer. El formato cuenta con franjas de 2 horas desde las 5 am hasta las 11 pm y la mujer registrará las actividades con siglas de lo que estaba realizando, ejemplo, trabajar, ir de compras, cocinar, entre otras. (ver formato anexo).

Debido a que se realizarán visitas a la mujer durante la misma semana para la recolección y cambio de filtros del monitor de aire, se les puede recordar esta actividad, si es posible se revisa el diligenciamiento, se debe motivar positivamente para que lo continúe haciendo.

3.4. Materiales Y Equipos Necesarios

Encuesta para el análisis de hábitos individuales y características del intradomicilio

Material	Cantidad Mínima	Condición requerida
Nevera de icopor o plástica	8	• Paredes y fondo en buen estado • Agarradera en buen estado
Rótulos		• Formato en blanco • Impresos en Impr. Láser
Marcadores de punta media	3	• Escritura sobre papel en intensidad adecuada
Tabla plástica o de madera con sujetador de papeles para apoyar	2	• Superficie lisa sin irregularidades • Sujetador con fuerza prensil adecuada
Formatos de recolección de información		• En blanco y Títulos legibles • Material en buen estado
Lapiceros Negros de tinta indeleble	4	• Lapiceros con el mismo color de tinta
Frascos plásticos		• Nuevos • Correctamente lavados y preservados para el tipo de muestra a tomar. • Capacidad mínima de un litro • Con tapa que selle bien para evitar derrame de muestra. • Marcado con el punto de muestreo.
Frasco de alcohol antiséptico	2	• Con dispensador en spray
Paquete de Toallas desechables de papel	2	• Correctamente empacadas en bolsa. • Resistentes
Cinta transparente	2	• De embalaje • Gruesa
Cinta de enmascarar	2	• Cinta de papel ancha para hacer marcado materiales.
Guantes desechables por pares	200	• Pares empacados en bolsa individual. • Talla ajustada para el responsable de tomar la muestra
Tijeras	1	• En buen estado, sin bordes cortantes irregulares ni partes oxidadas.
Multíparametros portátil (con pH-metro, conductivímetro y termómetro)	1	• Calibrado y en buen estado • Con buffers y KCl (adicional) • Con baterías de repuesto • Con maletín protector • Las membranas correctamente protegidas y el electrodo lleno con KCl • Con precisión de ± 0.01

Material	Cantidad Mínima	Condición requerida
Mapas cartográficos	2	• Con ubicación de la zona a muestrear y ubicación de carreteras. • Legible
GPS	1	• Con pilas recargables, en buen estado.
Cámara fotográfica digital	1	• En buen estado, con pilas recargables y memoria SD para almacenamiento de las fotos.
Disponibilidad de celular en minutos	100	• Se deben realizar comunicaciones con las madres para la aceptación de la visita y confirmar la misma 2 días antes de realizarla.
Formatos de registros para cada laboratorio		• Hojas en blanco suficientes • Material en buen estado • Cuadros previamente diseñados • Márgenes y rótulos legibles
Balde	1	• Capacidad mínima de 5 litros • Con medida de volumen • Que tenga agarradera
Probetas	2	• De 10 ml y 100 ml , Plásticas • Limpias y en buen estado
Tubos de polietileno para centrifugar	130	• En buen estado, • Con tapa.
Ácido Nítrico Conc. (ml)	800	• Empacado en frasco pequeño para llevar a campo
Pipetas Pasteur de 2.5 ml	3	• En buen estado para agregar el ácido a las muestras de agua.
Dinamómetro	1	• Para mínimo 1 kilo de carga.
Regla y cinta métrica	1	• Regla con medidas en cm con • Cinta métrica con precisión de $\pm 1\text{mm}$
Gafas de seguridad	2	• Transparentes, sin rayones, que cubran las partes laterales
Mascarillas	25	• Pueden ser tapabocas de tela. • En buen estado
Frascos de Agua	2	• Desionizada • El frasco con dispensador
Refrigerante		• Hielo o Géles de enfriamiento recubiertos con plástico en buen estado

4. MEDICIONES EN AGUA

Las mediciones se realizarán en el agua que llega al hogar a través de las líneas de distribución de agua potable de EMCALI

Las mediciones ambientales comenzarán después de recibir los resultados de los análisis de biomarcadores en sangre. De ésta entrega periódica se seleccionará de manera aleatoria las submuestras de mujeres. Se captarán 60 mujeres clasificadas de la siguiente manera: 45% con valores bajos de los 2 metales, 45% con valor alto en 1 de los 2 metales y 10% con valor alto en ambos metales. Estas proporciones pueden variar dependiendo de los resultados de metales en las maternas.

4.1. Procedimiento

Cuando se tenga los resultados en sangre de cerca del 10% de las maternas de la cohorte, se seleccionarán los puntos de muestreo en agua de acuerdo a la ubicación de las maternas y la información de las redes de distribución de agua potable en el área de estudio.

4.2. Preparación

- Identificación del sitio de muestreo: para ello se debe contar con el mapa del área donde se encuentran las gestantes.
- Confirmar personal que participará en el muestreo y el transporte.
- Tipo de muestras de agua: Puntual simple.
- Revisión de los materiales contra un listado con el fin de verificar que los materiales requeridos estén en la cantidad suficiente y en condiciones adecuadas, como guantes, ácidos, cinta, rótulos, formatos, balde, agua destilada, etc.
- Solicitud de equipos (GPS, pH-metro).
- Asegurarse que los recipientes sean del material requerido para ser utilizados en la toma de las muestras y que además estén correctamente rotulados, guardados en buen estado y en cantidad suficiente.
- Verificación precisa de los todos los sitios de muestreo.
- Verificación de equipos y registro de calibración de los mismos.
- Permiso de la gestante y confirmación de la visita.
- Adecuación de la ropa con la que se realizará el muestreo: carné para correcta identificación como trabajador de la universidad, zapatos tapados, pantalón largo, no llevar joyas ni objetos de valor que no se encuentren asegurados.

4.3. Planeación del Muestreo

Toma de muestra de Agua

1. Se identificarán las mujeres seleccionadas.
2. Una vez definida la muestra, se ubicarán espacialmente las casas de las madres frente a la red de distribución del agua, Se hará una planeación de la ruta en el día revisando la ubicación de las casas, se determinará cuáles son los nodos más cercanos y representativos que cubren las viviendas de las madres seleccionadas, de acuerdo con la información secundaria de las redes de distribución suministrada por EMCALI.
3. Se colectarán 6 muestras de agua en cada jornada de muestreo. Los primeros 3 puntos son seleccionados teniendo en cuenta los nodos que alimenta el circuito que les suministra el agua y las siguientes muestras serán en las viviendas de las maternas (georeferenciadas e introducidas al GPS para su ubicación en campo) que les suministra agua de estos nodos que permitan confirmar y ajustar el dato del mismo.
4. La muestra del nodo será tomada directamente del mismo, en caso que se dificulte coleccionar la muestra de esta manera se seleccionará un grifo de la vivienda más cercana al nodo en la dirección del flujo. Las otras muestras se coleccionarán en los grifos de las viviendas más cercanas a la ubicación previamente hecha con el GPS. Luego se realiza el siguiente procedimiento:
 - a. Se coloca los guantes para manipular la muestra y el ácido.
 - b. Debido a la alta demanda que tienen los puntos de muestreo y el enfoque del proyecto hacia identificación de la exposición, la muestra será coleccionada luego de abrir el grifo sin dejar el tiempo de espera estándar, ya que de esta manera es como toman el agua las maternas.
 - c. Se toma la muestra hasta llenar el 80% del volumen de la botella.
 - d. Se mide pH y Conductividad.
 - e. Se acidifica la muestra con 1.5 ml de HNO₃ concentrado
 - f. Se marca cada botella con el número de identificación del punto, la fecha y la hora.
5. Se refrigera en la nevera de icopor para conservar la muestra.
6. Si es posible tomar foto del punto.
7. Registrar observaciones adicionales acerca del punto (indicaciones de los operarios de Emcali en cuanto a material de la tubería, si hubo mantenimientos recientes, etc.)

4.4. Después del Muestreo

Si las muestras van a ser analizadas en otra ciudad deben ser empacadas en neveras de icopor con hielo seco, rotuladas en la tapa con Destinatario y remitente y serían enviadas por Deprisa Aeropuerto, que pueden manejar cadena de frío. Si las muestras son analizadas en la misma ciudad, deben mantenerse con hielo, puede utilizarse hielo normal y entregarlas en el horario de atención establecido por el laboratorio.

Las muestras de agua serán analizadas para este estudio en el Laboratorio de Salud Ocupacional Positiva Seguros utilizando un equipo de Espectrometría de Absorción Atómica con acople de Horno de Grafito según los Métodos estandarizados para el análisis de agua y aguas residuales (APHA, AWWA, WEF, 2005)

5. MEDICIONES EN ALIMENTOS

Las mediciones ambientales comenzarán después de recibir los resultados de los análisis de biomarcadores en sangre. De ésta entrega periódica se seleccionará de manera aleatoria las submuestras de mujeres. Se captarán 60 mujeres clasificadas de la siguiente manera: 45% con valores bajos de los 2 metales, 45% con valor alto en 1 de los 2 metales y 10% con valor alto en ambos metales. Estas proporciones pueden variar dependiendo de los resultados de metales en las maternas.

5.1. Procedimiento

En total se espera contar con información de condiciones ambientales de aproximadamente 60 maternas, que incluye 6 con biomarcador alto en ambos metales, 27 con 1 biomarcador alto y 27 biomarcadores bajos o por debajo del límite detectable. Se recolectarán 2 muestras por cada gestante del grupo seleccionado en el primer y tercer trimestre de embarazo.

5.2. Preparación

- Identificación del sitio de muestreo: para ello se debe contar con el mapa del área donde se encuentran las gestantes.
- Confirmar personal que participará en el muestreo y el transporte.
- Revisión de los materiales contra un listado con el fin de verificar que los materiales requeridos estén en la cantidad suficiente y en condiciones adecuadas como guantes, bolsas resellables, regla, bisturí, rótulos para muestras de alimentos, formatos, etc.
- Solicitud de GPS.
- Permiso previo de la gestante y confirmación de la visita.
- Verificación precisa de todos los sitios de muestreo por ubicación con mapa e indicaciones previas de las maternas.
- Adecuación de la ropa con la que se realizará el muestreo: carné para correcta identificación como trabajador de la universidad, zapatos tapados, pantalón largo, no llevar joyas ni objetos de valor que no se encuentren asegurados.

5.3. Planeación del muestreo

Se coleccionará una muestra de alimento por cada madre seleccionada en la sub-muestra. La vivienda ha sido previamente georeferenciada con la información suministrada.

Muestreo de alimento

1. Se hace la ubicación de la vivienda.
2. Se saluda a la madre y le recuerda quien es y para que ha venido “buenos días mi nombre es... de la Universidad del Valle, nos comunicamos con usted hace unos días y venimos a realizarle una visita que consta de recolectar las muestras de alimento y un cuestionario de las características de la vivienda y las actividades que usted normalmente realiza. Primero comenzaremos con la recolección de los alimentos si a usted le parece” y se comienza la recolección a menos que manifieste lo contrario.
3. Se pregunta “En este momento usted nos puede facilitar los alimentos que le pedimos en la llamada y que usted había reportado como de consumo frecuente? Es para hacerle unos análisis. Se le informa a la madre que se le pagará lo que le haya costado éste alimento.
4. Si es posible tomar foto de los alimentos.
5. Si la muestra es de pescado, se diligencia el Formato para Alimento, sobre el tipo de alimento, nombre común, donde fue comprado, cuando fue comprado, peso del pescado completo y medida del pescado completo. Luego debe quitarse la piel o las escamas, quitar las vísceras si aún las tiene, quitar la cabeza y la cola de tal manera que solo quede el músculo del torso, volver a pesar, debe estar alrededor de los 200 – 250 gramos, empacar en la bolsa resellable correspondiente, rotular y refrigerar en la nevera de icopor.
6. Si la muestra es de vegetal X, se diligencia el Formato para Alimento, sobre el tipo de alimento, nombre común, donde fue comprado, cuando fue comprado. Recolectar cerca de 200 a 250 gramos del vegetal, empacar en la bolsa resellable correspondiente, rotular y refrigerar en la nevera de icopor.
7. Registrar observaciones adicionales acerca del alimento realizados por la madre o por observación propia.

5.4. Después del Muestreo

Si las muestras van a ser analizadas en otra ciudad deben ser empacadas en neveras de icopor con hielo seco, rotuladas en la tapa con Destinatario y Remitente y serían enviadas por Deprisa Aeropuerto, que pueden manejar cadena de frío. Si las muestras son analizadas en la misma ciudad, deben mantenerse con hielo a temperatura de 4 °C, puede utilizarse hielo normal y entregarlas en el horario de atención establecido por el laboratorio.

Las muestras de este estudio serán analizadas en el laboratorio del grupo de investigación GDCON de la Universidad de Antioquia, utilizando un equipo de Espectrometría de Absorción Atómica con acople de generación de hidruros o de Horno de Grafito, según los Métodos estandarizados para el análisis de agua y aguas residuales (APHA, AWWA, WEF, 2005) y los métodos para metales de la EPA.

6. BIBLIOGRAFÍA

- American Public Health Association - APHA, American Water Works Association - AWWA, Water Environment Federation - WEF. Standard Methods for examination of water and wastewater. 20th Edition. 2005. 1368p.
- Agency for Toxic Substances and disease Registry - ATSDR. 2004. Agencia Para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades División de Toxicología y Medicina Ambiental. Reseña Toxicológica del Plomo y Cadmio. URL: www.atsdr.cdc.gov/es/ visitada en enero 2009.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, World Health Organization - WHO. List of Maximum Level for Contaminants and Toxins in Foods of Codex Alimentarius Commission, CX/FAC 06/38/18. 2006
- Kramer M. The Epidemiology of Adverse Pregnancy Outcomes: An Overview. Journal of Nutrition 2003; 133:1592S-1596S.
- OSHA Technical Center, Division of Physical Measurements and Inorganic Analyses. Method ID-125G. Metal and Metalloid Particulates in workplace atmospheres (ICP Analysis)
- Selevan S G, Kimmel C A, Mendola P. Identifying critical windows of exposure for children's health. Environmental Health Perspectives 2000; 108(Suppl 3):451-455.
- Wigle D, Arbuckle T, Turner M et al. Epidemiologic evidence of relationships between reproductive and child health outcomes and environmental chemical contaminants. Journal of Toxicology and Environmental Health Part B 2008; 11:373-517.
- Wigle D, Arbuckle T, Walker M, Wade M, Liu S, Krewski D. Environmental hazards: evidence for effects on child health. Review. Journal of Toxicology and Environmental Health Part B; 10:3-39. 2007.