

CRISIS DE ASMA Y ENFERMEDADES RESPIRATORIAS AGUDAS. CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS Y VARIABLES METEOROLÓGICAS EN CENTRO HABANA

Enrique Molina Esquivel,¹ Luis A. Brown Colás,² Vicente Prieto Díaz,³ Mariano Bonet Gorbea⁴ y Liliam Cuéllar Luna⁵

RESUMEN: El objetivo del trabajo fue identificar relaciones entre contaminantes atmosféricos, variables meteorológicas y consultas de urgencia por asma y enfermedades respiratorias agudas. Durante el período Octubre 1996-Septiembre 1997 se determinaron las medias diarias de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), humo y partículas en suspensión menores de 10 μm (PM₁₀) en la estación de monitoreo de contaminantes atmosféricos del municipio Centro Habana, y las consultas de urgencia por crisis agudas de asma bronquial (CAAB) y enfermedades respiratorias agudas (ERA) en niños y adultos en 2 hospitales del territorio. Se calcularon las correlaciones lineales múltiples entre las medias diarias de las variables meteorológicas seleccionadas, las concentraciones de contaminantes registradas el propio día (sincrónicas) y en el anterior, y las consultas por CAAB y por ERA, en niños y en adultos. Las concentraciones de SO₂, NO₂ y humo resultaron inferiores a las permisibles por la norma sanitaria cubana; las de PM₁₀ alcanzaron niveles riesgosos (media anual 61,2 μg/m³). Fueron observadas relaciones inversas entre los valores sincrónicos de la temperatura y la fuerza del viento y las concentraciones de humo, PM₁₀ y NO₂; así como entre la temperatura y las consultas por CAAB en niños y ERA en adultos; relaciones directas entre las concentraciones de humo y CAAB en niños y ERA en adultos, en tanto que las PM₁₀ mostraron correlaciones directas con las CAAB y con las ERA, tanto en niños como en adultos. No se observaron relaciones entre las atenciones por estas causas y las concentraciones de contaminantes del día anterior. Al exceso de la media anual de PM₁₀ con respecto a 50 μg/m³ se le atribuyó el 2,17 % de las consultas por estas causas.

DeCS: ESTADO ASMÁTICO/complicaciones; CONTAMINANTES AMBIENTALES/efectos adversos; ENFERMEDADES RESPIRATORIAS; NIÑO; ADULTO.

¹ Especialista de II Grado en Higiene. M Sc en Salud Ambiental.

² Licenciado en Química.

³ Licenciado en Química. M Sc en Salud Ambiental.

⁴ Especialista de II Grado en Epidemiología.

⁵ Licenciada en Geografía.

Con frecuencia los efectos sobre la salud derivados de la exposición cotidiana a concentraciones relativamente bajas de contaminantes atmosféricos son objeto de escasa percepción, a diferencia de lo que ocurre en memorables episodios agudos, graves, pero cada vez más infrecuentes, ocasionados por accidentes industriales, o el mantenimiento duradero de condiciones meteorológicas excepcionalmente adversas a la dispersión de estos agentes tóxicos. Hoy día, más de 1 000 millones de personas en el planeta residen en zonas urbanas expuestas a niveles de contaminantes del aire en exteriores que superan los recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Mientras que en numerosas ciudades de países desarrollados la calidad del aire ha mejorado respecto a la existente en la década de 1970, en gran parte del mundo en desarrollo ha continuado su deterioro.¹

Los efectos de las exposiciones agudas, y más a menudo crónicas, a los contaminantes atmosféricos, a los niveles comúnmente observados, incluyen disminución del rendimiento físico, mayor incidencia de síntomas respiratorios, deterioro de la función pulmonar, tanto en los niños² como en la población adulta supuestamente sana,³ agudización de las manifestaciones clínicas e incremento de la mortalidad en personas con neumatías o cardiopatías crónicas y en ancianos,⁴ incremento de la prevalencia y mortalidad por asma bronquial y de enfermedades pulmonares obstructivas crónicas,^{5,6} y de la incidencia de cáncer pulmonar.^{7,8} Estudios realizados en la Ciudad de La Habana, han reportado concentraciones elevadas de contaminantes atmosféricos en las zonas céntricas,^{9,10} asociadas a mayores frecuencias de enfermedades y síntomas respiratorios en grupos de riesgo residentes en las zonas más expuestas y de mayor densidad demográfica de esta capital,¹¹⁻¹³ entre éstas el municipio Centro Habana.

En Cuba, durante la última década, severas dificultades económicas ocasionaron la disminución de las actividades industriales y el transporte, con la consiguiente reducción de las emisiones de contaminantes a la atmósfera en zonas urbanas, pero también de las acciones de control en las fuentes emisoras y del monitoreo ambiental, pudiendo existir la falsa percepción de que la contaminación atmosférica ha dejado de constituir un problema para la salud en el país. El objetivo del estudio fue la identificación de posibles relaciones entre las concentraciones de contaminantes actualmente observadas en la capital y en las consultas de urgencia por asma y enfermedades respiratorias en 2 hospitales de Centro Habana.

Métodos

Se realizó un estudio ecológico con análisis transversal, durante el período de octubre 1996 a septiembre 1997. Se utilizaron las concentraciones media diarias de dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), humo y partículas en suspensión de ≤ 10 μm de diámetro (PM₁₀), determinadas en la estación de monitoreo de contaminantes atmosféricos ubicada en el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, en el municipio Centro Habana, con el empleo de técnicas normalizadas por el Sistema Global de Monitoreo Ambiental (GEMS)/ OMS.¹⁴

La información meteorológica se obtuvo de la estación ubicada en el Instituto de Meteorología, a una distancia de entre 1 y 3 km al nordeste de Centro Habana. Las variables incluidas en la evaluación del comportamiento de los contaminantes atmosféricos y los indicadores de morbilidad respiratoria aguda fueron las media diarias de: temperatura en grados centígrados (°C),

humedad relativa en porcentaje (%), presión atmosférica en hectopascales (hPa) y fuerza del viento en metros por segundos (m/s). A partir de los registros de atenciones médicas de urgencias de los hospitales Pediátrico Centro Habana y Clínicoquirúrgico "Freyre de Andrade", se obtuvieron las consultas diarias por CAAB y por ERA en niños (≤ 14 años) y adultos (≥ 15 años) de edad.

Se confeccionó una base de datos general en Fox Base, empleándose para el análisis los programas Epi Info 6 y MICROSTAT. Se calcularon los coeficientes de correlación lineal (r) entre las consultas diarias por CAAB y por ERA en niños y en adultos. Se construyeron modelos de regresión lineal múltiple por pasos, considerando como criterio de exclusión de las variables el factor = 3 y de tolerancia = 0,001, identificándose así para cada variable dependiente aquellas predictoras que lograron la mejor explicación de la varianza y el mejor ajuste del modelo; fueron aceptados como válidos sólo aquellos en que el error estándar de estimación resultó inferior a la desviación estándar de la variable dependiente. Debido a que en este caso se evaluaron datos correspondientes al universo, no se consideraron válidas las pruebas de inferencia estadística.

Se desarrollaron regresiones lineales múltiples entre las concentraciones de cada contaminante registradas tanto el propio día (sincrónicas), como en el anterior, y las variables meteorológicas; así como entre las consultas diarias por CAAB y por ERA en niños, en adultos y en totales, las variables meteorológicas y los contaminantes atmosféricos. En cada modelo fueron incluidas, de forma alternativa las concentraciones de humo o de PM_{10} , por constituir ambas, mediciones de partículas en suspensión por métodos analíticos diferentes, por lo que están fuertemente interrelacionadas. Como

medida de impacto potencial se utilizó el riesgo atribuible (RA), coincidente con el coeficiente de regresión (β), consistente en la magnitud de incremento de la variable dependiente (indicador de morbilidad), por unidad de incremento de cada una de las variables independientes incluidas en cada modelo, según la metodología usualmente empleada en estudios ecológicos mediante regresiones.¹⁵

Como limitaciones del estudio deben mencionarse que la evaluación de la exposición a los contaminantes atmosféricos se basó sólo en los resultados obtenidos en la estación de monitoreo ambiental ubicada en el municipio, la que puede diferir de la experimentada por subgrupos de población del territorio, sin considerar las exposiciones individuales integradas, resultantes de los diferentes patrones diarios de actividad en exteriores e interiores. Además, la evaluación de los efectos sobre la morbilidad respiratoria aguda se limitó a los reportes de los 2 principales servicios de urgencia del municipio, excluyendo así las consultas médicas que pudieron tener lugar en otros centros de atención primaria de salud, y los sujetos afectados por estas causas que no solicitaron asistencia médica.

Resultados

La tabla 1 resume algunos parámetros de las media diarias de los contaminantes atmosféricos objeto de monitoreo durante el período analizado. Para el humano, el SO_2 y el NO_2 , las media y los percentiles (p) 50 resultaron muy inferiores a los admisibles, según la norma sanitaria cubana,¹⁶ mostrando aún los p 90 y p 99 valores relativamente bajos, en tanto que para PM_{10} , la media anual superó en $11,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ el valor de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, máximo valor guía de la OMS, adoptado como norma de calidad del aire

en Estados Unidos de América, México y Brasil.¹⁷⁻¹⁹

Los descriptores de las variables meteorológicas (tabla 2) mostraron los elevados valores de temperatura y humedad relativa, así como los estrechos márgenes de variación de ambas, los que no se apartaron de los registros históricos de esa estación.²⁰

De los modelos de regresión lineal múltiple entre las concentraciones de contaminantes y variables meteorológicas se destacaron los siguientes resultados: las mayores temperaturas y la fuerza del viento se asociaron a menores concentraciones de PM₁₀ y de humo; también los mayores va-

lores de presión barométrica y de humedad relativa se relacionaron débilmente a menores concentraciones de PM₁₀.

En la tabla 3, se apreció que en el hospital pediátrico las atenciones médicas de urgencia por ERA superaron en más del doble las ocasionadas por CAAB; para ambos motivos de consulta, el p 50 resultó muy similar a los valores de las medias aritméticas. Respecto a los adultos, las atenciones médicas resultaron menos frecuentes a las reportadas en los niños, predominando por el contrario a éstos, las CAAB sobre las ERA. La suma de las atenciones por ERA en niños y adultos, en ambos hospitales, superó a las motivadas por CAAB.

TABLA 1. Concentraciones promedio-diarias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de contaminantes atmosféricos. Estación de monitoreo Centro Habana. Octubre 1996-septiembre 1997

Contaminante	Percentiles						Media aritmética
	10	30	50	70	90	99	
Humo (hollín)	8,5	15,4	22,6	31,4	51,5	86,4	27,1
Partículas $\leq 10 \mu\text{m}$	26,4	43,4	54,3	71,6	99,4	157,1	61,2
Dióxido de azufre	8,7	15,5	21,0	26,9	39,2	62,5	23,6
Dióxido de nitrógeno	3,9	8,0	10,7	13,6	19,7	30,3	11,5

Fuente: Registros mensuales. Estación de vigilancia Centro Habana.

TABLA 2. Descriptores de variables meteorológicas. Estación meteorológica de Casablanca. Octubre 1996-septiembre 1997

Variable (media diaria)	Unidad de medida	Mínimo	Percentiles						Media aritmética	Máximo
			10	30	50	70	90	99		
Temperatura diaria	°C	15,4	22,4	24,2	25,6	26,7	28,2	25,3	29,4	
Fuerza del viento	m/s	0,4	1,4	2,5	3,6	4,7	6,7	3,8	11,1	
Humedad relativa	%	59	72	77	80	82	86	79	93	
Presión barométrica	hPa	1 005	1 013	1 015	1 016	1 017	1 019	1 016	1 025	

Fuente: Estación de Casablanca, Instituto de Meteorología. Ciudad de La Habana.

TABLA 3. Descriptores de atenciones diarias por ERA y CAAB en niños y adultos. Hospital Pediátrico y Clínicoquirúrgico. Centro Habana, octubre 1996-septiembre 1997

Indicadores de morbilidad	Percentiles					Media aritmética	Máximo
	10	30	50	70	90		
CAAB en niños	28	42	54	68	86	55,9	126
ERA en niños	69	106	122	142	173	124,4	268
CAAB en adultos	27	39	48	59	77	50,8	135
ERA en adultos	7	13	19	24	32	19,5	84
CAAB total	62	82	106	127	149	106,7	243
ERA total	88	117	142	166	191	143,9	315

Fuente: Registros hospitalarios diarios de atenciones de urgencia.

De acuerdo con los coeficientes de correlación lineal entre estos indicadores de morbilidad respiratoria, la relación más estrecha se observó entre las ERA y las CAAB en los niños ($r=0,41$), seguida por la existente entre las CAAB en niños y en adultos ($r=0,30$); por el contrario, las CAAB en los niños y las ERA en los adultos presentaron una débil correlación inversa ($r=-0,18$).

Los resultados del análisis de las relaciones entre contaminantes atmosféricos, variables meteorológicas y cada uno de los indicadores de morbilidad respiratoria aguda (variables dependientes) mediante modelos de regresión lineal múltiples por pasos, se exponen según la inclusión alternativa de las concentraciones de humo o de PM_{10} . El resto de las variables independientes inicialmente incluidas en los modelos fueron los valores medio diarios de SO_2 , NO_2 , temperatura, presión barométrica, fuerza del viento y humedad relativa.

Los modelos que incluyeron las concentraciones sincrónicas de humo (tabla 4), mostraron la inclusión de este contaminante entre las variables finalmente aceptadas como predictoras, solo en el caso de las CAAB en los niños y las ERA en los adultos. En tanto, las concentraciones sincrónicas de PM_{10} (tabla 5) quedaron incluidas entre las predictoras de todos los indicadores de morbilidad, con mayores coeficientes de regresión en los niños que

en los adultos, tanto para las ERA como para las CAAB, y en el total de ERA con respecto al de CAAB.

Al sustituir en los modelos las concentraciones sincrónicas de los contaminantes por las registradas en el día anterior, de regresión múltiple por pasos, resultaron todas excluidas.

Como antes se expresó, la temperatura media diaria se relacionó de forma inversa con las concentraciones de PM_{10} , en tanto que ambas variables mostraron correlaciones inversa y directa, respectivamente, con las consultas por CAAB. Debido a la interrelación presentada por las bajas temperaturas y las altas concentraciones de PM_{10} y asociarse además ambas situaciones el incremento de las consultas por CAAB, con el objetivo de dilucidar si realmente las mayores concentraciones de PM_{10} tenían por sí solas efecto sobre las CAAB, independiente de las bajas temperaturas, se procedió al corrimiento de estos mismos modelos previa estratificación de los datos, según el valor de la temperatura resultara menor o igual al percentil 50 de esta variable ($25,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) o superior al mismo, luego de lo cual, los valores de los coeficientes de regresión correspondientes a las PM_{10} resultaron muy similares en ambos modelos, de modo que se mantuvo la influencia de este contaminante sobre las CAAB independiente de la temperatura.

Por constituir la media anual de PM_{10} observada en el período una concentración considerada como un riesgo para la salud,

se calcularon las consultas en exceso atribuibles a la transgresión de este valor en 11,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tomando como referencia la morbilidad estimada con una media anual

de PM_{10} de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La tabla 6 resume las consultas anuales y los porcentajes del total atribuibles al referido exceso de la media anual de PM_{10} .

TABLA 4. Coeficientes de regresión y de correlación lineal múltiple entre media diarias de contaminantes atmosféricos, variables meteorológicas y consultas por CAAB y ERA. Hospitales Pediátrico y Clínicoquirúrgico. Centro Habana. Octubre 1996-septiembre 1997

Variables dependientes (consultas)	Variables predictoras					Coeficiente correlación múltiple
	Humo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Temperatura diaria ($^{\circ}\text{C}$)	Fuerza del viento (m/s)	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (hPa)	
CAAB en niños	0,197	-3,809	1,662	*	*	0,504
CAAB en adultos	*	-4,300	*	0,767	*	0,558
ERA en niños	*	*	1,355	*	-2,343	0,195
ERA en adultos	0,053	1,079	*	*	*	0,271

* Variable excluida del modelo de regresión lineal múltiple por pasos. Las concentraciones de SO_2 y de NO_2 resultaron excluidas de todos los modelos.

TABLA 5. Coeficientes de regresión y de correlación lineal múltiple entre media diarias de contaminantes atmosféricos, variables meteorológicas y consultas por CAAB y ERA. Hospitales Pediátrico y Clínicoquirúrgico. Centro Habana. Octubre 1996-Septiembre 1997

Variables dependientes (consultas)	PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Variables predictoras				Coeficiente correlación múltiple
		Temperatura diaria ($^{\circ}\text{C}$)	Fuerza del viento (m/s)	Humedad relativa (%)	Presión barométrica (hPa)	
CAAB en niños	0,096	-3,498	1,563	*	*	0,496
CAAB en adultos	0,054	-4,117	*	0,739	*	0,563
ERA en niños	0,259	1,761	2,041	*	-1,761	0,279
ERA en adultos	0,054	1,242	*	*	*	0,299
CAAB totales	0,171	-7,603	2,090	-0,495	*	0,638
ERA totales	0,310	2,928	1,840	*	-1,774	0,304

* Variable excluida del modelo de regresión lineal múltiple por pasos. Las concentraciones de SO_2 y de NO_2 resultaron excluidas de todos los modelos.

TABLA 6. Consultas de urgencia y porcentajes del total por motivo de consulta atribuibles al exceso de la media anual de $\text{PM}_{10} = 61,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con respecto a las esperadas con 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hospitales Pediátrico y Clínicoquirúrgico. Centro Habana. Octubre 1996 a septiembre 1997

Indicador de morbilidad (motivo de consulta)	Consultas en exceso	Porcentaje del total
Crisis aguda de asma bronquial en niños	421	2,11
Crisis aguda de asma bronquial en adultos	220	1,19
Totales de crisis aguda de asma bronquial	699	1,82
Enfermedades respiratorias agudas en niños	1 009	2,48
Enfermedades respiratorias agudas en adultos	220	3,09
Totales de enfermedades respiratorias agudas	1 265	2,44
Total de consultas en exceso por estas causas	1 964	2,17

Discusión

Las concentraciones de humo, SO₂ y NO₂ observadas resultaron muy inferiores a los reportes históricos de muestreo (Informe de resultados de la Red Aire Cuba 1980-1988, MINSAP, comunicación personal), sugestivas de menores emisiones de origen industrial y por el transporte durante este período, en tanto, no se dispuso de datos históricos para PM₁₀.

Las mayores concentraciones de PM₁₀ con respecto a las de humo se explican por estar constituido este último solamente por la fracción negra de las partículas más finas, debido a su determinación reflectométrica, a diferencia de las PM₁₀, que se determinan mediante el método gravimétrico, por lo que incluyen el total de partículas menores de 10 µm de diámetro.

Estas elevadas concentraciones de PM₁₀, aun en medio de una marcada reducción de la actividad industrial y el transporte, ponen en evidencia la ausencia o ineficacia de las medidas de control de emisión de partículas en las fuentes del territorio, constituidas principalmente por construcciones, demoliciones, solares yermos u otras superficies del suelo carentes de césped, edificaciones y calles en mal estado, todas las cuales favorecen la erosión por acción del viento.

La ya referida norma nacional¹⁶ solo establece valores permisibles de partículas totales, según el porcentaje de óxido de silicio, dato desconocido en este punto de muestreo y período tomándose como referencia el patrón de calidad establecido por la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (US EPA), México y Brasil de 50 µg/m³ para la media aritmética anual de PM₁₀.¹⁷⁻¹⁹ de este modo, la media anual del período transgredió en 11,2 µg/m³ dicho valor. Reportes recientes han señalado niveles de exposición a PM₁₀, hasta hace poco consi-

derados inocuos, como capaces de ocasionar efectos adversos sobre la salud, sin que se identifiquen umbrales precisos para los subgrupos más susceptibles, resultando de mayor nocividad las más finas, capaces de alcanzar la región distal del tracto respiratorio y ser retenidas allí.^{17,21,22} Existen evidencias de que valores promedio anuales de PM₁₀ superiores a 30 µg/m³ son capaces de producir efectos adversos en los niños, los neumópatas crónicos y asmáticos, en los que puede incrementar la frecuencia y gravedad de los síntomas respiratorios agudos, incluyendo crisis de asma bronquial.^{6,17,23,24}

Los bajos coeficientes de correlación lineal múltiple existentes entre los contaminantes y las variables meteorológicas analizadas pudieran explicarse por el tiempo de promediación diario de las variables, así como las posibles diferencias entre las determinaciones realizadas en la estación meteorológica y las realmente existentes en el punto de muestreo de los contaminantes, debido a los disturbios introducidos por la "isla de calor urbana."²⁵

La exclusión de las concentraciones de SO₂ y de NO₂ de los modelos de regresión múltiple correspondientes a todos los indicadores de morbilidad analizados se justificó plenamente por las bajas concentraciones observadas en el período para estos contaminantes, inferiores a las reportadas como capaces de ocasionar efectos agudos sobre la salud.^{2,6,22,23}

La correlación constatada entre las menores temperaturas y las mayores concentraciones de PM₁₀, reviste particular importancia en el orden preventivo y asistencial, debido a las elevadas concentraciones observadas para este indicador de contaminación, además de que tanto éstas como las menores temperaturas se relacionaron con el incremento de las consultas por CAAB; hallazgo coincidente con

otros reportes de incremento de la morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias en otros países^{7,23,24,26-28} y de anteriores estudios en esta propia ciudad,^{29,30} por lo que la concurrencia de bajas temperaturas y altas concentraciones de PM_{10} darían lugar a situaciones ambientales de alto riesgo, al actuar los mismos de forma aditiva.

Resultó destacada la consistente correlación hallada entre PM_{10} y todos los indicadores de morbilidad respiratoria aguda evaluados, incluyendo aquellos que inicialmente mostraron correlaciones negativas entre sí, tal como ocurrió con las CAAB en los niños y las ERA en adultos, índices para los que también las mayores concentraciones de humo se relacionaron con el incremento de las consultas hospitalarias por estas causas, a pesar de la reducción de los niveles de este contaminante observados en el período estudiado, respecto a los valores históricos.

Los mayores coeficientes de correlación múltiple mostrados por las CAAB con respecto a las ERA se explican por la mayor influencia de las variables meteorológicas sobre la incidencia de aquellas en el clima tropical costero, propio de esta ciudad y la exclusión de otros factores de riesgo relacionados con el numeroso grupo de afecciones respiratorias infecciosas agudas que incluyen las ERA; a pesar de lo cual se constató la influencia de PM_{10} sobre ellas, con mayores coeficientes de regresión que para las CAAB, debido a su mayor incidencia.

La ausencia de retardo en el efecto de los contaminantes evaluados se explica por el carácter de irritantes primarios de las partículas en suspensión (PM_{10} y humo), únicos contaminantes que mostraron concentraciones riesgosas,²¹⁻²⁴ así como el rápido acceso de los pacientes a la atención médica, tal como lo permite el subsistema nacional de atención primaria.

Las cifras anuales de consultas hospitalarias de urgencia por CAAB y ERA, atribuidas al exceso de la media anual de PM_{10} , aun cuando representaron porcentajes relativamente bajos de las atenciones totales por estas causas, revisten importancia tanto para el sistema de salud como para la sociedad en general, pues expresan, solo en parte, el tributo medido en términos de salud, calidad de vida y pérdidas económicas asociado a un factor de riesgo cuyo manejo resulta efectivo y eficiente con los medios tecnológicos existentes.^{7,25} Estas atenciones médicas no incluyeron las solicitadas en otros centros de atención primaria dentro o fuera del municipio, ni la morbilidad oculta constituida por la proporción de la población aquejada por estas afecciones que no solicitó atención médica.

Resulta este un ejemplo típico de la acción de un supuesto factor de riesgo de baja intensidad, en el que se manifiesta la paradoja consistente en la coexistencia de asociaciones relativamente débiles (riesgos relativos bajos), a pesar de lo cual puede dar lugar a riesgos atribuibles de importante magnitud, debido a la elevada frecuencia (incidencia o prevalencia) de cada uno de los diferentes efectos asociados, con un impacto en la salud pública proporcional al número de sujetos expuestos, y a la proporción que estos representan de la población general.

El momento actual, en que la economía nacional da muestras de recuperación, resulta particularmente oportuno para implementar medidas preventivas capaces de reducir los riesgos asociados a la contaminación del aire con menores costos sociales y económicos que los derivados de la adopción de medidas correctivas posteriores, de producirse un incremento de estos riesgos, paralelo al incremento de las emisiones contaminantes de la industria y el transporte.

Conclusiones

Las media anuales de las concentraciones promedio diarias de SO_2 , NO_2 y humo resultaron inferiores a las admisibles en la norma sanitaria del país, así como a las históricamente observadas en esa estación de muestreo, en tanto que las PM_{10} mostraron concentraciones riesgosas para la salud.

Se constató una fuerte relación entre los menores valores de temperatura media diaria y el incremento de las consultas hospitalarias por CAAB.

Ni las concentraciones media diarias de SO_2 ni de NO_2 se relacionaron con nin-

guno de los indicadores de morbilidad respiratoria aguda evaluados; en tanto, las mayores concentraciones de humo se asociaron al incremento de las consultas por CAAB en niños y por ERA en adultos.

Tanto las consultas por CAAB como por ERA, en niños y en adultos, se relacionaron con las mayores concentraciones sincrónicas de PM_{10} , atribuyéndose al exceso de la media anual observada en el período, con respecto a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, un incremento anual equivalente al 2,17 % de las atenciones por estas causas en ambos hospitales.

SUMMARY: The objective of this paper was to identify the relation between air pollutants, meteorological variables and emergency office visits due to asthma and acute respiratory diseases. The daily means of sulphur dioxide (SO_2), nitrogen dioxide (NO_2), smoke and particles in suspension lower than $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) were determined at the air pollutant monitoring station in the municipality of Centro Habana from October, 1996, to September, 1997. The emergency office visits due to acute crises of bronchial asthma (ACBA) and acute respiratory diseases (ARD) in children and adults were also determined in 2 hospitals of the territory during the same period. The linear multiple correlations between the daily means of the selected meteorological variables, the concentrations of air pollutants registered the same day (synchronic) and the previous day, and the office visits due to ACBA and ADR in children and adults were calculated. The concentrations of SO_2 , NO_2 and smoke were lower than the permissible ones, according to the health norms. The concentrations of PM_{10} reached risky levels (annual mean $61,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Inverse relations were observed between the synchronic values of temperature, the strength of the wind and the concentrations of smoke, PM_{10} and NO_2 ; as well as between the temperature and the office visits due to ACBA in children and to ADD in adults. There were direct relations between the concentrations of smoke and ACBA in children and ADD in adults. The PM_{10} concentrations had direct correlations with those of ACBA and ADD in children and adults. No relations were observed between the patient care for these causes and the concentrations of air pollutants of the previous day. 2,17 % of the office visits for these causes were attributed to the excess of the annual mean of PM_{10} with respect to $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Subject headings: STATUS ASTHMATICUS/complications; ENVIRONMENTAL POLLUTANTS/adverse effects; RESPIRATORY TRACT DISEASES; CHILD; ADULT.

Referencias bibliográficas

1. World Health Organization. Our planet, our health. Report of the WHO Commission on Health and Environment. Geneva: WHO 1992:145-72.
2. Brunekreef B, Hoek G. The relationship between low-level air pollution exposure and short-term changes in lung function in dutch children. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 1993;3(Suppl 1):117-28.
3. Schindler C, Ackermann-Lieblich U, Leuenberger P, Monn C, Rapp R, Bolognini G. Associations between lung function and estimated average exposure to NO₂ in eight areas of Switzerland. *Epidemiology* 1998;9(4):405-11.
4. Organización Sanitaria Panamericana. Epidemiología ambiental. Un proyecto para América Latina y El Caribe. Contaminantes atmosféricos. México (DF): OPS, 1994:57-85.
5. Abbey D, Petersen F, Mills P, Kittle L. Chronic respiratory disease associated with long term ambient concentrations of sulfates and other air pollutants. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 1993;3:99-116.
6. Mage D, Zali O. Contaminación atmosférica causada por vehículos automotores. *Metepoc: OMS*, 1995:13-48.
7. WHO. Health and environment in sustainable development. Five years after the earth summit. Executive summary. Geneva: WHO, 1997:9-30.
8. Molina E, Barceló C, Bonito LA, Puerto C. Factores de riesgo de cáncer pulmonar en Ciudad de La Habana. *Rev Cubana Hig Epidemiol* 1996;34(2):81-90.
9. Cabrera A, Barceló C, Molina E. Fluctuaciones diarias de SO₂ y humo en Centro Habana. *Rev Cubana Hig Epidemiol* 1989;(1):21-30.
10. Bonito L, Pérez N. Mapa de monóxido de carbono en avenidas. En: *Memorias XXIII Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS)*. La Habana: AIDIS, 1992;t3:122-31.
11. Molina E, Cabrera A, Bonito L. Prevalencia de asma bronquial. Asociación con la contaminación atmosférica y otros factores ambientales. En: *Contaminación del aire y salud*. México (DF): Editorial Ciencias Médicas, 1992:93-108 (Serie Salud Ambiental; No. 2).
12. Molina E, Milanés A, Pita G, Monterrey P. Asociación entre la contaminación atmosférica y otros factores ambientales con la morbilidad respiratoria y la función pulmonar en niños. En: *Memorias XIII Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. La Habana: AIDIS, 1992;t3:141-50.
13. Molina E, Pita G, Monterrey P. Contaminación atmosférica, otros factores ambientales y morbilidad respiratoria en la tercera edad. En: *Memorias XIV Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. Buenos Aires: AIDIS, 1994:65-74.
14. Global Environmental Monitoring System/ World Health Organization. Analysing and interpreting air monitoring data. Geneva: WHO, 1980:31-58.
15. Morgenstern H. Uses of ecologic analysis in epidemiologic research. *AJPH* 1982; 72(12): 1336-43.
16. NC: 93-02-202. Normas para la protección del medio ambiente. Atmósfera. Requisitos higiénico sanitarios: Concentraciones máximas admisibles, alturas mínimas de expulsión y zonas de protección sanitaria. La Habana: Comité Estatal de Normalización; 1987.
17. Ostro B. A methodology for estimating air pollution health effects. Geneva: WHO Office of Global and Integrated Environmental Health, 1996:1-16.
18. Secretaría de Medio Ambiente. Informe anual de calidad del aire en Ciudad de México 1995. México (DC): Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación, 1996:5.
19. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Relatório de qualidade do ar no Estado de Sao Paulo - 1999. Sao Paulo: CETESB, 2000:13.
20. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. Atlas climático de Cuba. La Habana: Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, 1987:94-127.
21. Pope C, Thun M, Namboodiri M, Dockery D, Evans J. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of US adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;51:699-74.
22. Guidotti T. Ambient air quality and human health: Current concepts. Part 2. *Can Respir J* 1996;3(1):29-39.
23. Romieu I, Meneses F, Ruiz S, Sierra JJ, Huerta J, White MC. Effects of air pollution on the respiratory health of asthmatic children living in Mexico City. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:300-7.
24. Ilabaca I, Olaeta I, Campos E, Villaire J, Téllez MM, Romieu I. Association between levels of fine particulate and emergency visits for pneumonia and other respiratory illnesses among children in Santiago, Chile. *Journal of*

- the Air and Waste Manament Association 1999;49:174-83.
25. Straus W, Mainwaring S. Contaminación del aire. Causas, efectos y soluciones. México (DF): Editorial Trillas, 1995:16-9.
 26. Whittemore A, Korn E. Asthma and air pollution in the Los Angeles area. *Am J Air Pol* 1980;70(7):687-96.
 27. Kjellstrom T, Hicks N. Atmospheric for in Greater London. En: Problem-based training exercises for environmental epidemiology. Geneva: WHO, 1992:73-84.
 28. Goldsmith J, Abramson M, Friger M. Associations between health and air pollution in time-series analyses. *Arch Environm Health* 1996;51(5):359-67.
 29. Molina E, Barceló C, Ceballos R. Contaminantes atmosféricos primarios, temperatura del aire, enfermedades respiratorias agudas y asma bronquial en niños. *Rev Cubana Pediatr* 1989;61(2):215-27.
 30. Álvarez R, Toledo H, Batute M. Calidad del aire. Factores meteorológicos y crisis de asma bronquial en Ciudad de La Habana. En: Memorias XXIII Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. La Habana: AIDIS, 1992;t3:22-31.

Recibido: 12 de enero del 2000. Aprobado: 25 de marzo del 2000.

Dr. Enrique Molina Esquivel. Infanta No. 1185, municipio Centro Habana, Ciudad de La Habana, Cuba.