

### 3.5. INDICADORES DE LA FUNCION RESPIRATORIA<sup>1</sup>

Michael D. Lebowitz

Escuela de Medicina, División de Ciencias Respiratorias, Centro de Ciencias de la Salud de la Universidad de Arizona, Tucson, Arizona 85724

Existen varios métodos para la vigilancia de los efectos respiratorios debidos a fuentes puntuales de contaminación. Todos ellos tienen sus inconvenientes. Algunos no han sido probados suficientemente como para conocer su sensibilidad o su especificidad. Se han realizado varios estudios, tanto sobre efectos agudos como crónicos por contaminantes, alrededor de fuentes puntuales. Aquéllos dependen ya sea de la información disponible o, en la mayoría de los casos, de técnicas más sencillas. Algunas técnicas, tales como la radiografía de tórax, pueden ser más nocivas que útiles a largo plazo. En la actualidad se están desarrollando nuevas técnicas de evaluación de la función respiratoria. En este documento se revisan los estudios anteriormente efectuados. Los pro y los contra de las diversas técnicas y las metodologías de los estudios hechos alrededor de fuentes puntuales de contaminación.

#### 1. INTRODUCCION

Los estudios iniciales alrededor de fuentes puntuales de contaminación, se ocupan de la mortalidad en exceso durante episodios agudos de contaminación del aire. El episodio de 1948 en Donora, EUA, es un ejemplo excelente (Schrenk, *et al.*, 1949; Ciocco y Thompson, 1961), así como el de Poza Rica, México, en 1950 (Goldsmith, 1968). Los estudios de ambos episodios incluyeron estadísticas de mortalidad. Un seguimiento en Donora 10 años más tarde incluyó respuestas a cuestionarios (Ciocco y Thompson, 1961).

Varios investigadores han usado un enfoque exclusivamente geográfico o espacial, al comparar comunidades o áreas menores que tienen niveles distintos de contaminantes, no necesariamente debidos a fuentes puntuales (Goldsmith, 1968; Higgins, 1974; Shy, *et al.*, 1973). Estos enfoques han utilizado ya sea estadísticas existentes sobre mortalidad o resultados de pruebas de función pulmonar y cuestionarios. Un estudio de Tsunetoshi, *et al.* (1971) fue un ejemplo de un enfoque espacial en el que se utilizaron varias técnicas para medir efectos en la salud y en el que se llevaron a cabo análisis estadísticos multivariados, usando subáreas de una comunidad a diferentes distancias de una fuente de contaminación

---

<sup>1</sup> Versión en español revisada por H. Gutiérrez. Traducido de: Lebowitz, M. D. Respiratory indicators. *Environ Research* 25:225-235, 1981.

(o fuente múltiple) para calcular los efectos en la salud alrededor de una fuente pseudo puntual de contaminación. Utilizaron cuestionarios, rayos X de tórax, pruebas de función pulmonar y exámenes médicos. De modo similar, los estudios en Chattanooga (Shy, *et al.* 1970a, b, 1973; Pearlman, *et al.*, 1971) intentaron examinar la enfermedad respiratoria por medio de un cuestionario y la función pulmonar asociadas con la contaminación proveniente principalmente de una fuente. Este fue nuevamente un estudio espacial, al examinar niños que vivían en diferentes áreas, pero también incluyó un análisis temporal al examinar algunas tendencias en las mediciones a lo largo del tiempo. Desgraciadamente, estuvieron presentes otras fuentes de contaminantes (predominantemente NO<sub>2</sub>). Por medio del análisis de regresión lineal, Stebbings (1979) intentó examinar diferencias temporoespaciales en síntomas de asma registrados periódicamente en Chattanooga.

Se han llevado a cabo estudios de carácter espacial de enfermedad respiratoria en niños y de asma alrededor de una planta de fundición cerca de Salt Lake City (Nelson, *et al.*, 1974; Finklea, *et al.*, 1974); en estos estudios se utilizaron cuestionarios. Se encontró una relación positiva, pero no cuantitativamente relacionada con la distancia a la fundición. También se ha planeado un análisis temporal de tales datos.

De modo similar, Anderson y Larson (1966) estudiaron la incidencia de enfermedad en niños de dos comunidades, de las cuales al menos una tenía contaminación debida a una fuente puntual. Se utilizó la información de cuestionarios para comparar las tasas comunitarias de fuentes puntuales con tasas encontradas en otras comunidades.

También se han intentado enfoques estrictamente temporales alrededor de fuentes puntuales de contaminación. De este modo, Lebowitz, *et al.* (1974) estudiaron los cambios fisiológicos a lo largo del tiempo (de minutos a semanas) en niños que hacían ejercicio y otros que no lo hacían, alrededor de una fundición de cobre. Otros enfoques temporales generalmente no han usado fuentes puntuales (Buechley, *et al.*, 1973) y se han basado en estadísticas sobre mortalidad.

Los análisis de series temporales también han ayudado a proporcionar información acerca de las variables bajo estudio y de cómo fluctúan éstas en el tiempo.

Bell y Sullivan (Goldsmith, 1968) llevaron a cabo estudios temporoespaciales sobre el efecto de la contaminación por fundición en Australia. Utilizaron pruebas de función pulmonar y cuestionarios, y encontraron una tasa diferencial de síntomas de enfermedad respiratoria crónica, relacionada con la distancia a la fundición.

Recientemente, se han llevado a cabo excelentes estudios sobre variación geográfica de síntomas y defectos neurológicos en niños,

por el Centro para el Control de Enfermedades y la Agencia de Protección Ambiental de los EUA (EPA, 1972; Landrigan, *et al.*, 1975, 1976; Morse, *et al.*, 1979; Baker, *et al.*, 1977). Estos estudios han mostrado el efecto de metales pesados, tales como el plomo. Desgraciadamente, estos estudios no han sido de carácter temporal es decir, que no han examinado los cambios en síntomas o en la función respiratoria a lo largo del tiempo.

Un estudio de Cohen, *et al.* (1972) es un ejemplo excelente de un intento por relacionar asma y contaminación del aire causada por una planta de energía alimentada por carbón en un poblado de Virginia Oeste, usando una estrategia temporoespacial. Los sujetos fueron seleccionados por un médico y después completaron cuestionarios y registros diarios. Se utilizaron técnicas bivariadas y multivariadas, proporcionando una comprensión más clara de la posible relación.

Se encuentran en desarrollo otros estudios sobre fuentes puntuales que utilizan la estrategia temporoespacial, como la de Dodge, *et al.*, (comunicación personal). En el estudio de Dodge, se examinan niños que viven a distintas distancias de una fundidora de cobre, cada 9 meses durante un período de 4 años, utilizando curvas de flujo de aire y helio, cuestionarios y registros diarios.

Se han ideado varios modelos temporoespaciales (Lebowitz, *et al.*, 1972, 1973; Lebowitz, 1973; Buechley, 1973; Stabbings, 1979), pero no han sido para fuentes puntuales de contaminación ni para vigilancia.

El enfoque temporoespacial tiene varias ventajas importantes sobre otras estrategias, especialmente cuando se utilizan medidas más sensibles de morbilidad o de carácter fisiológico. Este enfoque mejora la capacidad para comparar cambios en más de un lugar de una manera paralela y también la capacidad de diferenciar efectos en la salud relacionados con fuentes específicas, tanto en el espacio como en el tiempo. Por lo anterior, se necesita mayor sensibilidad para realizar la vigilancia alrededor de la fuente puntual. Estas técnicas han consistido sobre todo en pruebas estadísticas, aunque también se requieren indicadores de salud sensibles.

Entre los indicadores básicos de salud que determinan la presencia de enfermedades respiratorias, incluyendo la enfermedad crónica precoz, cambios en el nivel de morbilidad e incapacidad funcional, se incluyen: cuestionarios, pruebas de función pulmonar, radiografías de tórax, determinación de gases en la sangre y otras pruebas sanguíneas. Los estudios sobre enfermedades respiratorias crónicas, y sobre el uso de indicadores de enfermedad respiratoria crónica en el estudio de los efectos de contaminación ambientales son muy numerosas en la literatura mundial (Van der Lende, 1969; Higgins, 1974; EPA 1974). Estos estudios han sido longitudinales y transver-

sales, prospectivos y retrospectivos, en poblaciones generales o subpoblaciones específicas (poblaciones industriales, subpoblaciones por sexo, edad, etc.). Algunos estudios analizan los cambios agudos en individuos sanos, mientras otros utilizan poblaciones del ámbito clínico. Se han efectuado diversos tipos de estudios sobre morbilidad, incluyendo enfermedades respiratorias agudas, agravamiento de síntomas, ingreso a salas de emergencia y mortalidad. Este documento se concentra en los estudios prospectivos sobre cambios agudos y crónicos asociados con enfermedad respiratoria crónica; específicamente, estudios de morbilidad de tipo etiológico y de historia natural, de tamizaje o de vigilancia.

## 2. CUESTIONARIOS

El instrumento más comúnmente utilizado para obtener indicadores de salud sobre enfermedad respiratoria crónica es el cuestionario. Estos cuestionarios incluyen información demográfica, antropométrica y sobre antecedentes de enfermedad respiratoria crónica y aguda. A menudo incluyen información sobre antecedentes respiratorios en la familia, exposición ocupacional y lugar de residencia. La edad y el sexo son las covariables más importantes. La altitud es un factor muy importante en los estudios de función pulmonar. El estado civil y el socioeconómico, la raza y otras variables demográficas, pueden ser variables de riesgo intercurrentes importantes.

El cuestionario sobre antecedentes respiratorios debe incluir preguntas sobre tos productiva, sibilancias, disnea forzada, ataques de disnea con sibilancias, historia de enfermedades respiratorias agudas, historia de enfermedades respiratorias durante la infancia, presencia y confirmación médica de enfermedades obstructivas de las vías aéreas (enfisema, bronquitis crónica, broquiectasia, asma), historia de otras enfermedades respiratorias (tuberculosis, enfermedades micóticas, neumonía, neumoconiosis, etc.), historia de alergia y de sinusitis, e historia sobre cualquier radiografía anormal del tórax, hospitalizaciones por problemas torácicos o cirugía de tórax. Una familia deberá proporcionar los datos respiratorios de los padres, los hermanos y los hijos; la historia ocupacional deberá ser razonablemente completa en términos de intensidad y duración de diferentes exposiciones. Deberá haber una historia extensa sobre consumo de tabaco. También es útil la información sobre el lugar de residencia y el tiempo en que se vivió allí en términos de exposición potencial al ambiente.

Gran parte de esta información se ha desarrollado y utilizado en cuestionarios estandarizados. El cuestionario respiratorio más conocido es el del Consejo Británico de Investigación Médica (BMRC), el cual se ha revisado varias veces desde 1954 (Comité del BMRC sobre Etiología de la Bronquitis Crónica, 1960, Holland, et

al., 1966; Fletcher y Tinker, 1961). La Unidad de Neumoconiosis del Consejo de Investigación Médica tiene también su propio cuestionario, el cual, en comparación con el del BMRC, tiene algunas ventajas (Ashford, 1965). Se ha demostrado cierta variabilidad en las respuestas con estos cuestionarios (Fairbairn, *et al.*, 1966; McNab, *et al.*, 1966).

La División de Enfermedades Pulmonares del Instituto Nacional de Cardiología y Neumología (National Heart and Lung Institute, NHLI), creó un cuestionario respiratorio estandarizado predominantemente basado en el cuestionario del BMRC (Memorias del Primer Taller de Epidemiología del NHLI, 1971), que se ha usado ampliamente en estudios de enfermedad respiratoria crónica en el país. La comparación entre los cuestionarios del BMRC, del NHLI y otro reciente de autoaplicación (Lebowitz y Borrows, 1976), ha mostrado algunas diferencias respecto a cambios menores en la redacción, el orden y el tipo o el modo de aplicación.

Recientemente, la Sociedad Torácica Americana (ATS), bajo contrato con la División de Enfermedades Pulmonares (NHLI), desarrolló dos cuestionarios respiratorios estandarizados, uno para niños y otro, para adultos. La comparación del nuevo cuestionario con el anterior del NHLI y con el del BMRC han mostrado algunas diferencias en cuanto a cambios menores en la redacción, orden o modo de aplicación (ATS, 1978). Este cuestionario se ha utilizado ampliamente en los Estados Unidos.

Además de estos cuestionarios, se han desarrollado otros que proporcionan información sobre cambios agudos. Son esencialmente registros que se usan para obtener información diaria sobre síntomas relacionados con enfermedades respiratorias agudas y crónicas (EPA, 1974; Lebowitz, *et al.* 1972; Dodge y Lebowitz, comunicación personal). Tales registros se han usado en conjunto con la atención médica, visitas domiciliarias, llamadas telefónicas y pruebas de función pulmonar.

Todos los cuestionarios analizados pueden ser aplicados o completados por los mismos sujetos, pueden enviarse por correo o aplicarse por teléfono, o bien completarse a partir de registros. El modo de aplicación no es muy importante. Sin embargo, si lo es el período de examen especialmente en lo que se refiere a los registros diarios.

El cuestionario estandarizado recomendado actualmente es el ATS-DLD. Hoy en día, no se encuentra en uso ningún registro diario estandarizado. Tampoco hay una historia ocupacional estandarizada. Las más detalladas parecen ser una buena fuente de información, además de algunas respuestas a preguntas de los cuestionarios del BMRC, de la Unidad de Neumoconiosis y del nuevo ATS (Lebowitz, 1977). Los estudios en grupos ocupacionales específicos generalmente requieren de cuestionarios especialmente estructurados.

Todos los cuestionarios deberán haber sido estandarizados o probados con anterioridad. Todos ellos deberán disponer de una documentación completa sobre las modalidades de respuesta. Los entrevistadores que apliquen o verifiquen los cuestionarios deberán estar bien capacitados para minimizar sesgos en las entrevistas. Estas técnicas se han desarrollado detalladamente por varios centros de investigación sobre encuesta y por el comité que ha planeado los cuestionarios estandarizados previamente descritos. También se han analizado y tratado temas como el de la aplicación aleatoria (Lebowitz y Burrows, 1976).

### 3. PRUEBAS DE FUNCION PULMONAR

Las pruebas de función pulmonar más comúnmente usadas en los estudios epidemiológicos son la de espirometría y la de flujo máximo. Las pruebas de espirometría normalmente miden la capacidad vital forzada y el volumen espiratorio forzado en un segundo. Estos métodos son consistentes. La instrumentación y los criterios para estas pruebas se han descrito en detalle en un taller (Informe del Taller Snowbird sobre Estandarización de la Espirometría, 1977) y en el informe ATS-DLD sobre normas para función pulmonar en estudios epidemiológicos (ATS, 1978). La espirometría básica y su utilidad han sido muy bien documentadas por el informe ATS-DLD. Varios investigadores, incluido el autor, han publicado los detalles de la metodología y los estándares normales al utilizar estas pruebas (ATS, 1978; Knudson, *et al.*, 1976).

Además del VEF, y de la CVF, se puede obtener el flujo máximo de espiración media ( $FEF_{25-75\%}$ ) a partir de este rastreo espirométrico. Cuando se deriva una curva u onda del volumen completo de flujo, se pueden medir los flujos al 50 y al 75% de la capacidad vital. Estas son medidas un poco más sensibles por lo cual representan adiciones útiles para las mediciones espirométricas estandarizadas (ATS, 1978; Knudson, *et al.*, 1976; Burrows, *et al.*, 1977).

Para propósitos de espirometría, los instrumentos de prueba son espirómetros de agua (Sted-Ells, Collins, Gaensler) o neumotacógrafos calibrados adecuadamente. Todos los instrumentos requieren de calibración y de pruebas extensas. Requieren de técnicos bien preparados de instrucciones apropiados para el sujeto y de un examen cuidadoso de las pruebas. Las pautas actuales requieren que se realicen al menos tres pruebas bien ejecutadas y que las dos mejores no tengan una diferencia mayor del 10% ó 100 ml entre una y otra. Se puede utilizar el resultado máximo de una de las pruebas o el promedio de las dos mejores (ATS, 1977, 1978; Nathan, *et al.* 1978).

Se ha usado ampliamente la prueba de flujo máximo, pero se trata de una medición poco sensible. Es indicativa de alteraciones

significativas de la función de las vías aéreas superiores, muestra gran variabilidad y es difícil de calibrar. Sin embargo, es un auxiliar útil en estudios de casos agudos. No se sugiere el método en otros casos. Actualmente se encuentra disponible en un medidor Mini-Wright con casi todas las características del medidor Wright (Gregg, Lebowitz, información sin publicar).

Otra prueba que es altamente recomendable en estudios de enfermedades pulmonares restrictivas, específicamente en enfermedades fibróticas y en estudios sobre neumoconiosis, es la capacidad de difusión del monóxido de carbono. Ha sido revisada y descrita extensivamente por el Comité ATS-DLD (ATS, 1978). Sin embargo es una prueba muy difícil de llevar a cabo, especialmente en condiciones de campo. Tiene un alto grado de variabilidad y es semicuantitativa por naturaleza. Sin embargo, hay métodos estandarizados para realizar la prueba (ATS, 1978). Hay evidencias de que en algunos pacientes con enfermedad pulmonar intersticial, ésta se manifiesta primero y principalmente a través de una restricción y reducción de la CVF, mientras que en otras personas es la capacidad difusora la que presenta las primeras anomalías; esta tendencia se mantiene en estudios longitudinales de hasta 10 años (según información de Gaensler en ATS, 1978).

Hay dos pruebas relativamente nuevas que se han estudiado epidemiológicamente como indicadoras de enfermedad respiratoria crónica. La primera fue una modificación de la prueba de inhalación única de nitrógeno de Fowler, a veces llamada prueba de volumen de cierre. Se han utilizado variaciones de ella, incluyendo el uso de un balón de hielo o de argón. Aunque parecía prometedor, su significado fisiológico y su capacidad para detectar la enfermedad está ahora en duda (Knudson, *et al.*, 1977; Knudson y Lebowitz, 1977). No funciona mejor que la curva de flujo-volumen y proporciona muy poca información adicional (Knudson y Lebowitz, 1977). Otra prueba nueva que está actualmente bajo investigación es la prueba de respuesta al helio, en la cual se traza una curva de flujo-volumen espiratorio máximo (FVEM), utilizando una mezcla de helio y oxígeno, la cual supuestamente es sensible a pequeños cambios en las vías aéreas (Antic y Macklem, 1976; Cosio, *et al.*, 1978). La prueba inicial indica que sí refleja cambios funcionales posteriores, más allá de los demostrados por los flujos máximos, y puede diferenciarlos de enfermedades broncoconstrictivas. Sin embargo, esta prueba está todavía en período de evaluación para estudios de campo.

Dado que una de las características principales del funcionamiento del pulmón, son sus propiedades elásticas de retracción, los estudios sobre curvas de presión-volumen que utilizan pletismografía son de gran valor fisiológico. Sin embargo, son muy difíciles de realizar en condiciones de campo, además de tomar mucho tiempo y de ser incómodas. En otros documentos se han descrito en detalle métodos estandarizados disponibles (ATS, 1978).

También se puede utilizar la pletismografía para obtener la capacidad pulmonar total y el volumen residual del pulmón, cuya razón varía tanto con la enfermedad obstructiva como con la restrictiva (ATS, 1978). Hay otros métodos, tales como las técnicas de dilución de helio y lavado de nitrógeno, que determinan estos valores, pero no son exactos (ATS, 1978). Ninguno de los métodos para determinar la capacidad pulmonar total ni los volúmenes residuales son fáciles de aplicar en estudios de campo y requieren de conocimientos amplios, así como de equipo. Las mediciones de la resistencia de las vías aéreas, ya sea de la resistencia oscilatoria o de contraflujo, o la resistencia pulmonar total (pletismográfica), son pruebas útiles en una situación de laboratorio. También presentan grandes dificultades y variabilidad y no han mostrado ser indicadoras de resultados críticos de enfermedad respiratoria crónica (ATS, 1978). Finalmente, otras medidas de la función pulmonar como la elasticidad estática, son de interés fisiológico pero no muy útiles epidemiológicamente ni relevantes para evaluar la enfermedad respiratoria crónica (ATS, 1978).

La reactividad bronquial es un indicador muy importante de enfermedad crónica obstructiva de las vías aéreas, ya sea existente o potencial. Los estudios de función pulmonar pre y post estímulos son útiles para evaluar la reactividad bronquial. Tales pruebas pueden ser útiles para el tamizaje previo al trabajo, en el tamizaje de preexposición, en el tamizaje para cambios agudos y en el estudio de factores de predisposición crónica y enfermedad actual. De esta manera, puede utilizarse eficientemente el isuprel u otro broncodilatador común (Lorber, *et al.*, 1978). De una manera más común, se puede utilizar un broncoconstrictor no específico, como la metacolina en ciertas dosis medidas para determinar la reactividad bronquial de un modo más cuantitativo. La técnica se utiliza clínicamente y también para fines epidemiológicos. Su completa utilidad como indicador de alteraciones respiratorias crónicas aún no se ha demostrado plenamente. También se ha utilizado la histamina y otros aerosoles alérgenos específicos para producir broncoconstricción. En general, parecen ser menos satisfactorios que la metacolina, a menos que alguno tenga que ver con una enfermedad respiratoria crónica de tipo alérgico muy específica. Aun así, el broncoconstrictor no específico también funciona (Turner-Warwick, 1977). Además se puede utilizar el esfuerzo de un ejercicio adecuado para medir la reactividad bronquial, especialmente en niños (Godfrey, 1975; Laughlin y Taussig, 1978; Beckerman y Taussig, 1978). Es difícil en adultos, especialmente en personas de edad avanzada con alguna enfermedad asociada. Debido a su complejidad, no pueden considerarse para la vigilancia, otras pruebas de función pulmonar (Bates, *et al.*, 1971; Cherniack, *et al.*, 1972; Burrows, *et al.*, 1975; Macklem y Permutt, 1979).



#### 4. OTROS INDICADORES

La radiografía de tórax, a pesar de no ser una buena técnica de tamizaje para la mayoría de las enfermedades respiratorias crónicas, generalmente se utiliza en estudios clínicos de neumocociosis (ATS, 1978) pero no para vigilancia.

Los cambios en la saturación del oxígeno arterial, las presiones parciales de oxígeno y de CO<sub>2</sub>, el pH, los niveles de carboxihemoglobina y la perfusión, se utilizan ampliamente en estudios clínicos y fisiológicos (Burrows, *et al.*, 1975; Cherniack, *et al.*, 1972). No se ha demostrado la utilidad de todos ellos, en estudios epidemiológicos, como indicadores de salud respecto a enfermedades respiratorias. Los cambios importantes en la función pulmonar, incluyendo cualquiera que esté asociado con hipoxia, hiper o hipocapnia y alcalosis metabólica, son todas condiciones en las que estas medidas son muy importantes. Los cambios agudos, incluyendo a aquéllos asociados con tromboembolia, edema y diversas infiltraciones y exudados, también dependen de mediciones de gases en la sangre. La medición de carboxihemoglobina es importante en muchas condiciones en las que la exposición al monóxido de carbono es de interés.

Finalmente, las pruebas inmunológicas atópicas, de alveolitis, o ambas, incluyendo pruebas de hipersensibilidad de tipo 1 y de tipo 3 y el papel de la IgE circulante, son útiles en cualquier estudio de enfermedad respiratoria en el que esté latente o manifiesto un mecanismo inmunológico, atópico o alérgico (Barbbe, *et al.*, 1976; Brown, *et al.*, 1978). También hay otras pruebas inmunológicas (IgG, IgA y M a corto plazo, complemento, estimulación de linfocitos) que parecen prometedoras, pero por ahora no son recomendables.

Los factores de predisposición genética a enfermedades respiratorias crónicas son muy importantes. Sin embargo, no se han señalado tan claramente factores genéticos específicos que sean de utilidad para estudios de tamizaje. El reciente interés por el papel de los fenotipos inhibidores de la proteasa alfa 1-antitripsina (Morse, *et al.*, 1977; Lebowitz, *et al.*, 1978) y por otros posibles factores genéticos, tales como el antígeno de histocompatibilidad HLA, el grupo sanguíneo ABO, el Gm, el estado secretor de ABH. Actualmente, aunque se sabe que los factores genéticos representan una parte en la etiología de la enfermedad respiratoria, ninguno de ellos es lo suficientemente claro como para ser buenos indicadores de salud.

Varios autoanticuerpos, tales como los del ADN, ANA y RF (Turner-Warwick, 1977) tienen un papel en la enfermedad respiratoria, pero no pueden utilizarse para la vigilancia. Otros estudios bioquímicos sobre mecanismos de defensa pulmonar pueden eventualmente resultar útiles. Los estudios sobre necrofagia pulmonar y sobre depuración mucociliar han demostrado ser muy importantes, pero poco útiles

como indicadores de salud. El colágeno, la elastina y el surfactante son altamente ilustrativos del funcionamiento y la estructura de los pulmones, pero también son indicadores de salud poco prácticos e inciertos. Posiblemente se desarrollen más técnicas clínicas que algún día prueben ser de mayor utilidad.

## 5. UTILIDAD DE LOS METODOS

Las técnicas más complicadas, tales como la pletismografía, obviamente exigen el uso de instalaciones; si una población es extensa o no se presta a la participación, su uso se dificulta. En algunos estudios en que se necesitaron exámenes clínicos y se requirió extraer sangre, la tasa de rechazo sobrepasó el 50% (Pettersson, *et al.*, 1976). Los métodos de encuesta que utilizan unidades móviles no pueden utilizar instrumentos muy sensibles. Si se manejan adecuadamente, las tasas de rechazo variarán entre un 20 y un 40% (Mitchell, *et al.*, 1976).

Los estudios de campo requieren de equipo resistente. Ya sea que se lleven a cabo en hogares, moteles o lugares de trabajo, los estudios de campo se realizaron generalmente mediante técnicas espirométricas muy sencillas y cuestionarios. Ocasionalmente, se pueden extraer muestras de sangre o se pueden llevar a cabo pruebas en la piel. Además, se pueden aplicar algunas técnicas auxiliares, tales como mediciones de la presión sanguínea. Si se llevan a cabo adecuadamente, los estudios de campo deberían tener una tasa de rechazo sumamente baja, ya que el investigador realiza las mediciones en los lugares habituales de residencia o de trabajo del sujeto.

## 6. DISCUSION

Según lo expresado por un grupo de trabajo de la OMS;

"... por varias razones en relación al costo y en parte a las dificultades metodológicas, los logros en el campo de la vigilancia de los efectos a largo plazo, por peligros conocidos para la salud, han sido limitados hasta ahora. No hay duda de que la necesidad de la vigilancia cada vez se vuelve más urgente... Ya es bastante difícil proporcionar medidas efectivas contra posibles efectos agudos y a corto plazo de sustancias nuevas antes de ser liberadas al ambiente. La dificultad de hacer lo mismo en relación a los efectos posibles a largo plazo es en verdad enorme". (WHO, 1975).

Las técnicas que se utilicen y las prioridades para la vigilancia dependerán de lo siguiente: gravedad del efecto adverso para la salud; características de la población expuesta; persistencia del agente en el ambiente; fuerza de la evidencia de una relación posible de dosis-efecto a largo plazo; urgencia; factibilidad;

posibilidad de resultados por medio de la intervención preventiva en las primeras etapas; posibilidad de utilizar el monitoreo ambiental y de salud existentes; posibilidad de utilizar a las organizaciones existentes de atención médica; y otras consideraciones relativas a costo-beneficio (WHO, 1974).

Aunque muchas técnicas parecen prometedoras como indicadores de salud respecto a enfermedades respiratorias, actualmente sólo se encuentra disponible una pequeña serie de ellas. Las técnicas que deberían requerirse para todos los estudios son los cuestionarios y los estudios espirométricos de función pulmonar. En algunos casos tendrían valor otros estudios de función pulmonar (capacidad difusora, respuesta al helio, pletismografía, resistencia). Los estudios previos y posteriores a la estimulación, también son valiosos en algunos casos. Las determinaciones de carboxihemoglobina en ciertas circunstancias pueden ser muy útiles y necesarias. En aquellas situaciones en las que los factores inmunológicos sean importantes, también serían de utilidad algunas de las técnicas inmunológicas descritas. En las acciones de vigilancia, los diseños temporoespaciales proporcionan las estrategias más útiles.

## BIBLIOGRAFIA

- American Thoracic Society. *Report of Snowbird Workshop on Standardization of Spirometry*. ATS Annual Meeting, San Francisco, 1977.
- American Thoracic Society. Epidemiology Standardization Project. *Amer Rev Resp Dis* 118, (N° 6 Part 2), 1978.
- Andersons, D. O. y Larsen, A. A. The incidence of illness among young children in two communities of different air quality: A pilot study. *Canad Med Assoc J* 95:893, 1966.
- Antic, R., y Macklem, P. The influence of clinical factors on site of airway obstruction in asthma. *Amer Rev Resp Dis* 114, 851-859, 1976.
- Ashford, J. R. Comparison of two symptom questionnaires in comparability in international epidemiology, selected papers from the International Conference on Comparability in Epidemiological Studies. *Milbank Mem Fund Quart* 43(2):90-106, 1965.
- Baker, E. L., Jr., et al. A nationwide survey of heavy metal absorption in children living near primary copper, lead, and zinc smelters. *Amer J Epidemiol* 106:261, 1977.
- Barbee, R. A., et al. Immediate skin-test reactivity in a general population sample. *Ann Intern Med* 84(84):129-133, 1976.
- Bates, D. V., et al. *Respiratory Function in Disease*. Philadelphia, Saunders, 1971.
- Beckerman, R. C., y Taussig, L. M. Hypoelectrolytemia and Metabolic Alkalosis in infant with Cystic Fibrosis. *Pediatrics* 63:580-583, 1979.
- Bell, A., y Sullivan, J. L. (In Goldsmith, J. R., 1968) Effects of air pollution on human health. In: Stern, A. C. ed. *Air Pollution*. Vol. I. New York. Academic Press, pp. 557, 582, 1986.
- Britanic Medical Research Council. Committee on the Etiology of Chronic Bronchitis Standardized Questionnaires on respiratory symptoms. *Brit Med J* 2:1665, 1960.
- Brown, W. G., Halonen, M., y Barbee, R. The relationship of respiratory allergy, skin-test reactivity, and serum IgE in a community population sample. *Amer Rev Resp Dis* (Abstract), 119 (Part 2):58, 1978.
- Buechley, R. W., et al. SO<sub>2</sub> levels and perturbations in mortality. A study in the New York-New Jersey metropolis. *Arch Environ Health* 27:134, 1973.