

## CONTAMINACIÓN POR HUMO AMBIENTAL DE TABACO EN ESPACIOS CERRADOS: MONITORIZACIÓN Y CONTROL

Manel NEBOT-ADELL

*Agencia de Salud Pública de Barcelona  
CIBER de Epidemiología y Salud Pública  
(CIBERESP)*

*Instituto de Investigaciones Biomédicas  
Sant Pau (IIB Sant Pau)*

*Departamento de Ciencias Experimentales  
y de la Salud (CEXS),  
Universitat Pompeu Fabra, Barcelona*

María José LÓPEZ-MEDINA

*Agencia de Salud Pública de Barcelona  
CIBER de Epidemiología y Salud Pública  
(CIBERESP)*

*Instituto de Investigaciones Biomédicas  
Sant Pau (IIB Sant Pau)*

**Resumen:** La promoción de los espacios sin humo es una iniciativa fundamental para eliminar la exposición al humo ambiental de tabaco (HAT), especialmente entre los colectivos vulnerables o cautivos, como los niños o los trabajadores en espacios cerrados. Para evaluar la efectividad de las normativas es preciso disponer de marcadores de la exposición suficientemente sensibles y específicos, ya que la presencia de HAT a concentraciones bajas suele pasar desapercibida y por tanto el riesgo de la exposición es ignorado o infraestimado.

**Laburpena:** Tabakoaren ingurumen kea saihesteko, kerik gabeko eremuak sustatzea oinarrizko ekimena da, bereziki kolektibo kalteberentzat edo gatibuentzat, hala nola, haurrak edo eremu itxietan lan egiten duten langileak. Araudien eraginkortasuna ebaluatzeko, nahitaezkoa da esposizio adierazgailuak behar adina espezifiko eta sentiberak izatea, zeren eta tabakoaren ingurumen kearen (HAT) agerpena kontzentrazio txikietan oharkabean iragaiten da eta honek esposizio arriskua baztertu edo azpiestimatu dezake.

**Résumé :** La promotion des espaces sans fumée est une initiative fondamentale pour éliminer l'exposition à la fumée du tabac dans l'air ambiant, spécialement entre les groupes vulnérables ou les captifs, comme les enfants ou les travailleurs dans des espaces fermés. Pour évaluer l'efficacité des réglementations il faut disposer des marqueurs de l'exposition suffisamment sensibles et spécifiques, puisque la présence du fumée du tabac dans l'air ambiant, à des faibles concentrations, passe généralement inaperçue et, par conséquent, le risque de l'exposition est ignoré ou sous-estimé.

**Abstract:** Smoke-free areas promotion is a fundamental initiative to eliminate the exposition to environment tobacco smoke, especially in the case of vulnerable or captive groups, like children or workers in closed spaces. To evaluate the effectiveness of rules sensitive and specific markers of exposition are required, even though the presence of environmental tobacco smoke at low concentrations usually happens unnoticed and, then, the risk of exposure is ignored or under-estimated.

**Palabras clave:** Humo ambiental de tabaco (HAT), colectivos vulnerables, hostelería, efectividad.

**Gako Hitzak:** Tabakoaren Ingurumen Kea, kolektibo kalteberak, ostalaritza, eraginkortasuna.

**Mots cles :** Fumée du tabac dans l'air ambiant, Collectifs vulnérables, Hôtellerie, Effectivité.

**Key words:** Environmental tobacco smoke, vulnerable groups, hotel industry, effectiveness.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los principales desafíos actuales de la salud pública es reducir la morbilidad y mortalidad asociadas al consumo de tabaco. Según los datos de la Organización Mundial de la Salud (1) el consumo de tabaco es responsable de la muerte de aproximadamente 4 millones de personas cada año. Además, la OMS ha proyectado que para el año 2030 esta cifra aumentará a aproximadamente 10 millones, y que la mayoría de las muertes (70%) ocurrirán en los países en vías de desarrollo. Hoy en día existen suficientes evidencias de la efectividad del abordaje global en el control del consumo de tabaco. Este enfoque combina intervenciones políticas, educativas y económicas. Para ello es necesario que los profesionales de la salud conozcan la prevalencia del consumo y su evolución en nuestro medio, los efectos nocivos del tabaquismo activo y pasivo, su impacto sobre la salud y las medidas existentes para su control.

## EPIDEMIOLOGÍA DEL CONSUMO DE TABACO Y DE LA EXPOSICIÓN PASIVA

La prevalencia del consumo de tabaco se analiza mediante encuestas repetidas a lo largo del tiempo. En España la primera encuesta nacional sobre consumo de tabaco se realizó en 1978. En 1987 se realizó la primera Encuesta Nacional de Salud (ENS), repetida en 1993, 1995, 1997, 2001 y 2006. El análisis de estas encuestas muestra (2) en los hombres una tendencia ascendente de tabaquismo desde mitad del siglo XX, que alcanzó su cota máxima en la segunda mitad de los años setenta. A partir de ese momento la prevalencia en hombres disminuyó de 64,1% en 1978 a 35,3% en 2006, globalmente y en todos los grupos de edad. En mujeres la prevalencia fue del 17,6% en 1978 y 23,9% en 2006, si bien la tendencia ha sido diferente según el grupo de edad. Entre las mujeres de 25 a 44 años, el porcentaje de fumadoras mostró una tendencia ascendente hasta 1997, pero a partir de ese año comenzó a descender.

La evolución de la epidemia de tabaquismo ha sido descrita de acuerdo a un modelo de difusión en 4 fases, según el cual España estaría en el inicio de la fase IV (3). En la fase I el consumo de tabaco es raro y típico de las clases aventajadas mientras que en la fase II se hace más prevalente, sobretudo en hombres y con mayor nivel socioeconómico. Durante la fase III empieza la reducción de la prevalencia en hombres, mientras que en las mujeres, se alcanza la máxima prevalencia y se estabiliza. En la fase IV la prevalencia se reduce en hombres y mujeres y es más elevado en los grupos socioeconómicos desfavorecidos.

La prevalencia de exposición al humo ambiental del tabaco no había sido estudiada en España hasta recientemente. Según un estudio del año 2006, el 74,3% de los hombres y el 70,1% de las mujeres no fumadoras estaban expuestos al humo ambiental de tabaco en alguno de los ámbitos estudiados (domicilio, trabajo/estudio, tiempo libre o transportes) (4).

## ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL TABAQUISMO

El control del tabaquismo se puede lograr a través de una serie de actividades que incluyen: 1) prevenir el inicio del consumo entre los no fumadores; 2) promover el abandono entre los fumadores; y 3) proteger la salud y los derechos de los no fumadores impidiendo la exposición al humo ambiental del tabaco ambiental. Sin embargo, existen una serie de obstáculos importantes para controlar el consumo de tabaco a nivel mundial, como son las propiedades adictivas de la nicotina, que hacen difícil que la gente deje de fumar; las estrategias utilizadas por la industria del tabaco, utilizando cuantiosos medios económicos, para mantener sus mercados y oponerse a los esfuerzos de control del tabaquismo; el hecho de que las ventas de tabaco contribuyen a los ingresos de los gobiernos; y la falta de información detallada acerca de los riesgos del consumo de tabaco para la salud. Las medidas para reducir la demanda incluyen intervenciones legislativas, de carácter sanitario y económico, y programas comunitarios. Los profesionales sanitarios, además, deben ser capaces de dar consejo antitabaco a sus pacientes e identificar aquellos preparados para dejarlo, proporcionando el apoyo psicológico y farmacológico que sea necesario en cada caso.

Un importante paso para el control del tabaquismo a escala mundial ha sido el Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco. Este tratado de rango internacional, ratificado por España el año 2003, sienta las bases para el control del tabaquismo a escala mundial. La misma OMS ha desarrollado la estrategia MPOWER de medidas para prevenir y hacer retroceder la epidemia tabáquica en consonancia con el Convenio Marco. Esta estrategia se basa en la monitorización del consumo de tabaco (*Monitor*), en la protección de la población del humo ambiental del tabaco (*Protect*), en la oferta de ayuda a los fumadores para dejarlo (*Offer*), en la advertencia de los peligros del tabaco (*Warn*), en hacer cumplir las prohibiciones sobre publicidad, promoción y patrocinio (*Enforce*) y en el aumento de los impuestos al tabaco (*Raise*) (5).

En España, el Parlamento aprobó por unanimidad la ley de medidas sanitarias frente al tabaquismo (Ley 28/2005) (6) que entró en vigor el 1 de enero de 2006 y constituye la actuación legislativa de mayor alcance para la salud pública en muchas décadas. La principal medida introducida por esta ley es la regulación del consumo en espacios públicos cerrados, en especial la prohibición total de fumar en el trabajo y la restricción parcial en los establecimientos de restauración. La Ley 28/2005 abarca otros aspectos para la prevención y el control del tabaquismo, como las limitación en la venta y la regulación de la publicidad, la promoción y el patrocinio del tabaco, además de articular una serie de medidas de promoción y educación sanitaria, así como de facilitación de la deshabituación tabáquica (7).

El humo ambiental de tabaco (HAT) está formado por el humo exhalado por el fumador (corriente principal) y el humo del cigarro en combustión (corriente lateral); y está formado por más de 4000 sustancias, entre las que hay tóxicos, irritantes y carcinógenos. El elevado número de sustancias del HAT procede tanto de la variedad de la composición química como de la variedad de procesos físicos y químicos que tienen lugar durante la combustión del cigarrillo. Las sustancias presentes en la corriente principal y en la corriente lateral son básicamente las mismas, pero hay diferencias importantes en sus tasas de emisión al aire debido a diferencias físicas y químicas en las condiciones de combustión presentes durante su generación.

## MÉTODOS DE MEDICIÓN DEL HAT

Los niveles de exposición al HAT pueden medirse mediante diferentes métodos, que se dividen fundamentalmente en métodos indirectos y métodos directos. Los métodos indirectos son aquellos que miden exposición percibida o dan una información cualitativa de la exposición. Los métodos directos se refieren a la medición de sustancias que forman parte del HAT y que se pueden medir directamente en el aire (marcadores aéreos) o en fluidos corporales o cabello (marcadores biológicos).

### Métodos indirectos

Los cuestionarios permiten obtener información sobre la exposición percibida así como sobre las características de los individuos expuestos y las fuentes de exposición. Es un método subjetivo que tiende a infraestimar la exposición real (8,9), sin embargo diversos estudios que han comparado las respuestas de los cuestionarios con la medición de marcadores han concluido que es un método válido para la estimación de la exposición. Los cuestionarios y entrevistas son apropiados principalmente para conocer la prevalencia de exposición así como para estudios que relacionan el HAT con efectos nocivos para la salud a largo plazo o con enfermedades raras que requieren estudios de poblaciones grandes (10).

En nuestro país, se han realizado diversas encuestas como el Eurobarometer de 1992 (11), encuesta realizada a nivel Europeo, que puso de manifiesto que una elevada proporción de la población española estaba expuesta al HAT. La prevalencia de expuestos en nuestro país estaba más de 10 puntos por encima de la media Europea. Esta misma encuesta se repetía en 1995 (12), con una disminución de la prevalencia de expuestos (de 63% y 60% expuestos en el trabajo y en casa respectivamente en 1992 a 59,8 y 53,7% en 1995).

En nuestro país se han realizado en los últimos años dos estudios que han medido la prevalencia de exposición en diversos ámbitos (13,14). En el primero de estos estudios, basado en datos de la Encuesta de Salud de Barcelona del año 2000, más de dos terceras partes de la población (69,7%) está expuesta al HAT en casa y/o en el trabajo. Además, más del 60% de los no fumadores están expuestos al HAT en casa y/o en el trabajo, siendo las mujeres las más expuestas en casa y los hombres los más expuestos en el ámbito laboral. Asimismo, según otro estudio basado en datos del Estudio de Seguimiento de la Encuesta de Salud de Cornellà de 2002 (14) en el que se medía también la exposición al HAT durante el tiempo libre, un 70% de los no fumadores son fumadores pasivos, siendo la principal fuente de exposición el tiempo libre. Según los datos de estos estudios parece existir una tendencia a la disminución en la prevalencia de expuestos en nuestro país, si bien los datos provienen de fuentes metodológicamente diferentes y deben ser tomados con precaución.

Los métodos observacionales permiten estimar a bajo coste la presencia de signos directos o indirectos del consumo de tabaco, y son útiles para valorar la aplicación de medidas restrictivas en determinados espacios públicos (15, 16, 17) de manera cualitativa. En los métodos observacionales se recogen variables como el número de fumadores, el número de colillas, ceniceros, olor a tabaco o la señalización de los espacios. En nuestro país se han realizado algunos estudios de medición utilizando esta técnica. Uno de ellos midió la exposición al HAT en el transporte público (16), definiendo como

variables de observación la presencia de usuarios y empleados fumando, existencia de señales de prohibición y presencia de colillas. Los resultados mostraron un bajo cumplimiento por parte de los usuarios, ya que se observaron colillas en casi todas las muestras (97,5%) y se pudo constatar algún usuario fumando en el 87% de observaciones, y en un 5,6% de éstas se detectó la presencia de empleados fumando. En otro estudio (18), la observación iba acompañada de una simulación de fumar, sólo en un 17% de los casos la persona que fumaba fue amonestada por alguna persona presente. Se observó una asociación significativa entre la presencia de señales de prohibición y las amonestaciones por parte de las personas presentes.

La concentración de HAT también se puede estimar a partir de estudios observacionales que registran el número de fumadores por unidad de tiempo y a los que se aplican modelos matemáticos de predicción y cálculo de la cantidad del HAT. Estos modelos se basan en la aplicación de la ecuación del balance de masas a partir del conocimiento de la cantidad emitida de tabaco por unidad de tiempo, el volumen del área, la tasa de intercambio de aire y la cantidad de contaminante perdido por deposición (19).

## Métodos directos

Para cuantificar la concentración de HAT de una manera más precisa y objetiva, es necesario el uso de algún marcador del HAT, idealmente alguno de sus componentes del que podamos medir su concentración, y establecer una relación entre ésta y el nivel de HAT en el ambiente o en el organismo. El marcador ideal debe cumplir una serie de requisitos (19, 20) entre los que destacan el ser específico, proporcional, detectable y medible (tabla 1). Además, también puede ser útil que su concentración se pueda relacionar fácilmente con la de otros compuestos del HAT que se quieran valorar.

**Tabla 1. Principales requisitos de un marcador del HAT**

- **Específico:** el HAT ha de ser la única fuente de este componente (en caso de no ser específico, tiene que ser lo más selectivo posible).
- **Proporcional:** el marcador debe aumentar de manera proporcional al HAT.
- **Detectable:** el marcador debe ser emitido en concentraciones suficientes como para que se pueda detectar por el método de muestreo y por el de análisis. Además, diferentes tipos o marcas de tabaco tienen que emitir cantidades similares del marcador.
- **Medible:** deben existir métodos de muestreo y análisis suficientemente sencillos y sensibles.

## Marcadores biológicos

Entre los biomarcadores más estudiados se encuentran la nicotina, la cotinina, las nitrosaminas y algunos aductos del ADN como el 4-aminobifenil (4-ABP). La *nicotina* se puede medir en fluidos corporales (saliva, plasma y/u orina) o en el cabello. En fluidos tiene una vida media de sólo 2 horas antes de convertirse en cotinina. Además del HAT hay otras posibles fuentes de la nicotina, como algunas plantas de la familia de las solanáceas (entre las que se encuentran hortalizas y féculas de amplio consumo como los tomates y las patatas, o el té). Pero en ambos casos la contribución a la concentración de nicotina no es significativa, ya que la ingestión de más de 10 tazas de té o de las cantidades habituales de solanáceas aumentan la nicotina sólo un 0,7% por encima de los niveles alcanzados por un fumador pasivo (21).

La medición de la nicotina en cabello proporciona mejor información en exposición al HAT a largo plazo que los marcadores biológicos medidos en orina, saliva o sangre, ya que las concentraciones medidas en un segmento dado de cabello están relacionadas con su distancia desde la raíz (aproximadamente un cm por cada mes de exposición). No obstante existe el riesgo de que determinados productos para el pelo puedan provocar una pérdida de nicotina en el cabello (22).

La *cotinina* es un metabolito de la nicotina mensurable en la sangre, la orina y la saliva. Es específica para el HAT y fácil de medir. Al igual que la nicotina, aumenta al aumentar la exposición al HAT. Las muestras se pueden recoger fácilmente y analizar sin demasiados costes y con una buena sensibilidad. Debido a su corta vida media su concentración refleja sólo exposición reciente. Al igual que sucede con la nicotina, hay otras posibles fuentes de cotinina, entre las que se encuentran diversas plantas de la familia de las Solanáceas, o el té, aunque en ambos casos la contribución a la concentración de cotinina no es significativa. En nuestro país se han realizado algunos estudios que han utilizado este biomarcador. Uno de ellos demostraba que concentraciones de cotinina elevadas debidas a la exposición al HAT en mujeres embarazadas se asociaban a un menor peso de los neonatos (23). Asimismo, otro estudio que estudió los niveles de cotinina en adolescentes, concluyó que a mayor exposición al HAT los niveles de cotinina aumentaban, y que los adolescentes con síntomas respiratorios presentaban concentraciones superiores de cotinina en saliva (24).

El CO tiene una fuerte afinidad por la hemoglobina, y combinado con ésta forma una molécula, llamada carboxihemoglobina, que puede ser medida en la sangre. Pero no es un marcador específico ni demasiado selectivo debido a que existen diversas fuentes de producción (9,25). El CO se produce cuando se queman materiales combustibles como gas, gasolina, queroseno, carbón, petróleo o madera. Las chimeneas, las calderas, los calentadores de agua o calefacciones y los aparatos domésticos que queman combustible, como las estufas u hornillas de la cocina, también pueden producir CO si no están funcionando bien (26).

## Marcadores aéreos

Los marcadores aéreos se han utilizado de forma creciente para la medida directa del HAT. Entre los marcadores aéreos más utilizados destacan la nicotina, las partículas en suspensión (RPS, UVPM y FPM), el 3-etenil piridina (3-EP), el solanesol, el CO y los ciclos de hidrocarburos poliaromáticos (PAH).

La *nicotina* es el marcador que más se ha utilizado (10). La gran ventaja de este marcador consiste en ser 100% específico para el HAT, ya que aunque se había utilizado como pesticida, actualmente ya no se utiliza (27). Además es un componente detectable y su concentración aumenta proporcionalmente al HAT. El muestreo es fácil y relativamente barato, y los métodos de análisis son sensibles y económicamente asequibles. La nicotina en fase vapor se mide mediante monitores pasivos que contienen un filtro de 37 mm de diámetro tratado con bisulfato sódico y que se analizan mediante cromatografía de gases (GC/MS), con un límite de detección de 0,01 µg/ml. Su variabilidad entre diferentes marcas de cigarrillos es pequeña, y su concentración se puede relacionar con la de otros compuestos del HAT. A pesar de ello, la nicotina es el compuesto que más se adapta a todas las características que debe cumplir un marcador del HAT, y por ello ha sido el marcador más utilizado en numerosos estudios de medición del HAT (16, 19, 28, 29, 30). En España se llevó a cabo en 2005 un estudio que utilizó esta metodología para medir los niveles de HAT en centros educativos, sanitarios, transportes y lugares de la hostelería. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que hay presencia de humo ambiental de tabaco en todos los ámbitos estudiados. Las concentraciones de HAT en discotecas y restaurantes son muy altas, llegando a valores extremos en el caso de las discotecas. Las universidades y transportes tienen concentraciones considerablemente altas, mientras que los centros de salud y los centros de educación primaria y secundaria son los lugares en los que la concentración es más baja, aunque en todas ellas sigue habiendo presencia de HAT (tabla 2).

**Tabla 2. Número de muestras, media, medianas, mínimos y máximos de las concentraciones de nicotina (µg/ m<sup>3</sup> nicotina) en diversos lugares de Barcelona**

Lugares estudiados	N	Media	Mediana	Mín.	Máx.
<b>CAPS</b>	12	0,43	0,05	<0,01	4,00
<b>Colegios primaria</b>	6	0,52	0,12	0,06	2,04
<b>Colegios secundaria</b>	11	0,59	0,27	0,10	2,72
<b>Hospitales</b>	14	0,96	0,26	<0,01	5,27
<b>Tren</b>	10	2,16	1,55	<0,01	6,14
<b>Metro</b>	5	3,30	3,35	1,75	4,69
<b>Universidades</b>	29	4,97	0,97	<0,01	30,3
<b>Aeropuerto</b>	13	4,30	3,25	0,93	12,61
<b>Restaurantes</b>	8	12,36	7,81	1,80	53,24
<b>Discotecas</b>	3	130,65	91,44	30,33	270,2

Entre las implicaciones prácticas de la concentración de nicotina está el cálculo del “número de cigarrillos equivalentes” (19), con el que a partir de la concentración de nicotina presente en un determinado ambiente podemos calcular el número de cigarrillos que fumados activamente equivalen a respirar esa misma cantidad de nicotina. El resultado obtenido de este cálculo debe ser correctamente interpretado, teniendo en

cuenta que la equivalencia en cigarrillos no es la misma para la nicotina que para otros compuestos. Esta equivalencia referida a compuestos más perjudiciales para la salud, como es el caso de los cancerígenos, suele ser mayor.

Otra posible interpretación de la concentración de nicotina es la comparación del valor obtenido con concentraciones previamente relacionadas con riesgo de cáncer de pulmón u otras enfermedades. El riesgo de mortalidad por cáncer de pulmón fue calculado por Repace and Lowrey, que estimaron un riesgo de 3 entre 10000 para 40 años de exposición a una concentración de 2,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (31). En otros casos también se ha comparado la concentración obtenida con aquella a la que están expuestas las personas que viven con fumadores, y que oscila entre 1 y 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  según la Guía para la calidad del aire de la OMS. Dicha exposición se ha demostrado carcinógena en humanos y causante de una cantidad sustancial de morbilidad y mortalidad por diversos efectos sobre la salud (1). En cualquier caso conviene recordar que la propia Organización Mundial de la Salud afirma que “no hay evidencia de un nivel de exposición seguro”. En definitiva, la medición de la nicotina en fase vapor como marcador del HAT, es un método específico y sencillo de utilizar que puede ser de especial utilidad en el control de la exposición al HAT, tal como se puede observar en la tabla 3.

**Tabla 3. Utilidad de la medición de la nicotina en fase vapor**

- Identificación de puntos críticos de exposición.
- Monitorización de cambios o tendencias en la exposición.
- Evaluación de políticas de control del tabaquismo.
- Estimación de equivalencias en cigarrillos fumados activamente.
- Cálculo de riesgos sobre la salud.
- Sensibilización de la población.

Como consecuencia de la combustión del tabaco se producen *partículas en suspensión respirables (RSP)*. Éstas se producen en cantidades que se pueden medir incluso bajo condiciones de elevada ventilación y tasas bajas de fumadores (32). Además, existe una relación entre el aumento de las concentraciones de RSP y el de la concentración de HAT (19). Sin embargo las RSP, no son un marcador específico para el HAT, ya que los niveles de RSP de interiores provienen tanto de fuentes interiores como exteriores, y hay fuentes químicas y biológicas diferentes del HAT asociadas a las RSP (9,10). Generalmente, la medición de las partículas se basa en la detección de la luz dispersada inducida por la partícula cuando pasa a través del rayo láser del monitor. Las partículas también pueden ser analizadas con métodos de fluorescencia (FPM) o analizando la absorbancia (UVPM). Estos análisis son más selectivos pero tampoco son específicos, y tienden a sobreestimar (33).



## EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA LEY 28/2005 EN LA EXPOSICIÓN AL HUMO AMBIENTAL DE TABACO MEDIANTE MARCADORES BIOLÓGICOS Y AÉREOS

Diversos estudios han estimado el impacto de la ley en los niveles de HAT en ámbitos laborales tales como oficinas, locales de hostelería o centros sanitarios. Uno de estos estudios (34) evaluó el impacto de la Ley 28/2005 en la exposición al HAT en lugares de trabajo, incluyendo locales de hostelería, un año después de la entrada en vigor de la ley. El estudio se realizó en 8 Comunidades Autónomas, en las que se realizaron 443 mediciones de nicotina ambiental entre octubre y diciembre de 2005, de las que 398 se repitieron entre octubre y diciembre de 2006. Los resultados de este estudio muestran que un año después de la implantación de la Ley, los niveles de HAT se han reducido considerablemente en lugares de trabajo. La disminución de la concentración en oficinas de la Administración Pública fue de un 60%, y en empresas privadas de un 97,4%. Las concentraciones de nicotina también se redujeron considerablemente en locales de la hostelería en los que se estableció una prohibición total de fumar (96,7%) y en las zonas de no fumadores de los locales en los que se implantaron áreas para fumadores y para no fumadores (88,9%). Sin embargo, en aquellos locales en los que se sigue permitiendo fumar, incluyendo discotecas, no se observaron diferencias significativas con los niveles de exposición antes de la ley.

Otro estudio (35) llevado a cabo en 5 Comunidades Autónomas llegaba a conclusiones similares. En este caso se midió la concentración de cotinina en saliva en 117 trabajadores no fumadores de hostelería de España entre octubre y diciembre de 2005. Todas las mediciones se repitieron un año después de la implantación de la ley. El estudio mostró que la concentración de cotinina disminuyó un 63,7% en trabajadores no fumadores de locales en los que está totalmente prohibido fumar, un 20,3% entre trabajadores de locales con áreas para fumadores y no fumadores, y no hubo diferencias significativas en trabajadores de locales donde se permite fumar. En conclusión, en trabajadores de la hostelería de locales en los que se permite fumar, la exposición al HAT después de la ley es similar a los niveles encontrados antes de ésta.

Los niveles de HAT en el sector de la hostelería también han sido cuantificados en otros dos estudios que midieron el nivel de partículas con diámetro igual o menor a  $2,5\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ). En uno de ellos (36) se midió la concentración en 40 locales de hostelería de Barcelona dos años después de la entrada en vigor de la Ley 28/2005. Las mediciones se realizaron entre octubre y diciembre de 2007 en locales con representación de los distintos tipos de regulación existente tras la aplicación de la ley (permitido fumar, prohibido fumar y locales con zonas para fumadores y no fumadores). Además, se recogieron variables de tipo observacional relacionadas con las características del local y los signos de consumo de tabaco. Los datos del estudio revelaban que la concentración de  $\text{PM}_{2,5}$  en locales en los que se permite fumar es cinco veces más elevada que en aquellos en los que se ha prohibido ( $185\mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente), y supera la concentración establecida como perjudicial por la Agencia de Protección Ambiental Americana ( $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (37). En aquellos locales en los que se ha prohibido fumar, la concentración de  $\text{PM}_{2,5}$  no supera este estándar ni muestra diferencias significativas con la concentración en el exterior del local. Asimismo, otro estudio de características similares (38) midieron la concentración de  $\text{PM}_{2,5}$  y variables observacionales en 111 locales de hostelería de Zaragoza tras la entrada en vigor de la Ley 28/2005

(entre octubre 2006 y abril 2008). En el estudio se incluyeron locales en los que se permite fumar, locales en los que está prohibido y locales con áreas para fumadores y no fumadores. Los resultados de este estudio mostraban que los locales de menos de 100 m<sup>2</sup> en los que se permite fumar la concentración de HAT es 17 veces mayor respecto a aquellos en los que se prohíbe fumar.

Otros estudios han analizado la exposición al HAT en el ámbito sanitario midiendo la concentración de nicotina en Centros de Atención Primaria y hospitales. En Cataluña Fernández *et al.* (39) evaluaron los cambios en la exposición al HAT en hospitales a partir de la medida de la concentración de nicotina. Se estudiaron 44 hospitales públicos antes de la ley (septiembre-diciembre de 2005) y un año después (septiembre-diciembre de 2006). En la fase pre-ley se detectó nicotina en 191 muestras (96%), y en la post-ley en 131 (66%). La concentración mediana de nicotina pasó de 0,23 g/m<sup>3</sup> antes de la ley a 0,10 g/m<sup>3</sup> un año después (reducción del 56,5%). Asimismo, otro estudio estimó la exposición al HAT en 16 hospitales de la red pública gallega (40) un año después de la entrada en vigor de la ley a partir de la determinación de nicotina ambiental. Un año después de la implantación de la ley sólo 1 hospital de la red pública gallega no mostraba presencia de nicotina. En 86 de los 169 puntos analizados se detectó nicotina ambiental, con una mediana de concentración de 0,01 g/m<sup>3</sup>, y en 3 de ellos había signos observacionales de consumo. El tamaño del hospital no influyó en la presencia/ausencia de nicotina y fueron las salas de espera de urgencias y las recepciones las áreas donde más detectores revelaron presencia de nicotina. Finalmente, en un estudio publicado recientemente (41) se describen los niveles de exposición al HAT en una muestra de centros de atención primaria (CAP) de Cataluña después de la entrada en vigor de la ley. En dicho estudio se realizaron 300 mediciones de los niveles de nicotina entre marzo y octubre de 2006 en 90 CAPs de Cataluña. En un 30% de las mediciones se detectó nicotina ambiental correspondían a 48 centros (53,3%), con una mediana de concentración de 0,01 g/m<sup>3</sup>. Las zonas en las que se encontró una mayor concentración de nicotina fueron las salas de personal y la recepción.

## CONCLUSIONES

Los estudios disponibles sugieren que las reducciones más importantes de exposición al HAT se han producido en los lugares de trabajo donde la ley prohíbe totalmente fumar. En el caso de los centros sanitarios, los estudios realizados concluyen que la exposición al HAT también ha disminuido, aunque todavía se detectan zonas con presencia de HAT. Finalmente, cabe destacar que dos años después de la entrada en vigor de la Ley 28/2005, la exposición al HAT en locales de hostelería sólo ha disminuido en aquellos locales en los que se ha prohibido fumar por completo. Sin embargo, en aquellos locales en los que se permite fumar la exposición al HAT sigue siendo muy elevada, lo que supone un importante riesgo para la salud de trabajadores y clientes.

## NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ARC Monographs (Vol. 83): *Tobacco Smoke and Involuntary Smoking* (June 2002).
- (2) FERNÁNDEZ, E.; SCHIAFFINO, A.; GARCÍA, M.; SALTÓ, E.; VILLALBÍ, J.R.; BORRÀS JM.: *Prevalencia del consumo de tabaco en España entre 1945 y 1995. Reconstrucción a partir de las Encuestas Nacionales de Salud*. Med. Clin. (Barc.). 2003;120:14-6.

- (3) LÓPEZ, A.D.; HOLLINSHAW, N.E.; PIHA, T.: *A descriptive model of the cigarette epidemic in developed countries*. *Tob Control*. 1994;3:242-7.
- (4) Ley de medidas sanitarias frente al tabaquismo y reguladora de la venta, el suministro y la publicidad de los productos del tabaco. Ley Nº 28/2005 (27 diciembre 2005) [acceso 20 noviembre 2009]. Disponible en: [http://www.boe.es/g/es/bases\\_datos/doc.php?coleccion=iberlex&id=2005/21261](http://www.boe.es/g/es/bases_datos/doc.php?coleccion=iberlex&id=2005/21261).
- (5) LUSHCHENKOVA O.; FERNÁNDEZ E.; LÓPEZ M.J.; *et al.*: “Exposición al humo ambiental del tabaco en población adulta no fumadora en España tras la Ley de medidas sanitarias frente al tabaquismo”. *Rev. Esp. Cardiol*. 2008;61:687-94.
- (6) Organización Mundial de la Salud: *MPOWER, un plan de medidas para hacer retroceder la epidemia de tabaquismo*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2008 [acceso 20 noviembre 2009]. Disponible en: <http://www.who.int/tobacco/mpower/package/es/index.html>.
- (7) GALÁN, I.; MATA, N.; ESTRADA, C. *et al.*: *Impact of the “Tobacco control law” on exposure to environmental tobacco smoke in Spain*. *BMC Pub. Health*. 2007, 7:224.
- (8) National Cancer Institute.: “Health Effects of Exposure to Environmental Tobacco Smoke: The Report of the California Environmental Protection Agency”. *Smoking and Tobacco Control Monograph nº 10*. Bethesda, MD. U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health, National Cancer Institute, NIH Pub. Nº 99-4645, 1999.
- (9) LOVETT, R.: “Chemicals in ETS”. *Prop. 65 News*. Vol. 9. Nº 11. 1995.
- (10) JAAKKOLA, M.S.; JAAKKOLA, J.J.: “Assesment of exposure to environmental tobacco smoke”. *Eur Respir J*. 1997 Oct.; 10(10):2384-97.
- (11) European Commission. “Smoking and the Environment: actions and attitudes”. Special Eurobarometer 183/Wave 58.2. European Opinion Research Group EEIG. November 2003.
- (12) REIF, K.; MARLIER, E.: Eurobarometer 43.0. Cross-border Purchases, Smoking Habits and Cancer Risks. March-April. European Commission. ICPSR, 1995.
- (13) NEBOT, M.; LÓPEZ, M.J.; TOMÁS, Z.; ARIZA, C.; BORRELL, C.; VILLALBÍ, J.R. Exposure to environmental tobacco smoke at work and at home: a population based survey. *Tob Control*. 2004 Mar.; 13(1):95.
- (14) TWOSE, J.; SCHIAFFINO, A.; GARCÍA, M.; MARTÍ, M.; FERNÁNDEZ, E.: Investigadores del Estudio de Seguimiento de la Encuesta de Salud de Cornellá (ES-ESC). Prevalencia de la exposición al humo ambiental del tabaco en un área urbana *Med. Clin. (Barc.)*. 2004 Oct. 16;123(13):496-8.
- (15) SERRA, C.; BONFILL, X.; LÓPEZ, V.: “Consumo y venta de tabaco en lugares públicos: evaluación del cumplimiento de la normativa vigente”. *Am J Public Health*. 1997 Jun.; 87(6):1035-7.
- (16) NEBOT, M.; PUIG, R.; BALLESTÍN, M.; ALBERICCI, M.: El tabaco en el transporte metropolitano de Barcelona: un estudio observacional. *Aten. Primaria*. 2001 Jun. 15;28(1):50-2.
- (17) BALLESTÍN, M.; BOSCH, N.; NEBOT, M.: Conocimiento y aplicación de las normativas sobre tabaquismo en centros de enseñanza secundaria. *Aten. Primaria*. 1999 Dec.; 24(10):589-93.
- (18) BONFILL, X., SERRA, C., LÓPEZ, V.: Employee and public responses to simulated violations of no-smoking regulations in Spain. *Am J Public Health*. 1997 Jun.; 87(6):1035-7.

- (19) HAMMOND, K.: Evaluating exposure to environmental tobacco smoke. Sampling and analysis of airborne pollutants. 1993.
- (20) EPA: Respiratory health effects of passive smoking. Report of the California Environmental Protection Agency. 1992.
- (21) BANEGAS, J.; ESTAPÉ, J.; GONZÁLEZ, J.; LÓPEZ, V.; PARDELL, H.; SALVADOR, T.; SÁNCHEZ, L.; VILLALBÍ, J.: Exposición involuntaria al humo ambiental de tabaco: revisión actualizada y y posibilidades de actuación. *Semergen* 1999;25: 702-11.
- (22) AL DELAIMY, W.K.: Hair as a biomarker for exposure to tobacco smoke. *Tob Control*. 2002 Sep.; 11(3):176-82.
- (23) REBAGLIATO, M.; FLOREY CDU, V.; BOLUMAR, F.: Exposure to environmental tobacco smoke in nonsmoking pregnant women in relation to birth weight. *Am J Epidemiol*. 1995 Sep 1;142(5):531-7.
- (24) SUÁREZ, R.G.; GALVÁN, C.; FERNÁNDEZ, O.; DOMÉNECH, E.; BARROSO, F.: Tabaquismo en adolescentes, valores de cotinina en saliva y enfermedad respiratoria. *An Esp. Pediatr*. 2001 Feb; 54(2): 114-9.
- (25) HORNIG, D.: Environmental tobacco smoke: measuring exposures and assessing health effects committee on passive smoking. Board on environmental studies and toxicology. National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C. 1986.
- (26) EPA. Sources of indoor air pollution. Report of the California Environmental Protection Agency. 1995.
- (27) REIJART, R.; ROBERTS, J.: Reconocimiento y manejo de los envenenamientos por pesticidas. Oficina de programas de pesticidas de la EPA. 5ª Edición. 1999.
- (28) REPACE, J.; JINOT, J.; BAYARD, S.; EMMONS, K.; HAMMOND, K.: Air nicotine and saliva cotinine as indicators of workplace passive smoking exposure and risk. *Risk Anal*. 1998 Feb; 18(1):71-83.
- (29) HAMMOND, SK.; SORENSEN, YOUNGSTROM, R.; OCKENE, J.: Occupational Exposure to Environmental Tobacco Smoke. *JAMA*. 1995 Sep 27;274(12):956-60.
- (30) COGHLIN, J.; HAMMOND, K.; GANN, P.: Development of epidemiologic tools for measuring environmental tobacco smoke exposure. *Am J Epidemiol*. 1989 Oct.; 130(4):696-704.
- (31) REPACE, J.L.; LOWREY, A.H.: An enforceable indoor air quality standard for Environmental Tobacco Smoke in the workplace. *Risk Analysis* 1993;13. 463-75.
- (32) RICKERT, W.: Environmental Tobacco Smoke: Properties, measurement techniques and applications. International consultation on ETS and child health. 1999.
- (33) JENKINS, R.; COUNTS, R.: Occupational exposure to environmental tobacco smoke: results of two personal exposure studies. *Environ Health Perspect*. 1999 May.; 107 Suppl 2:341-8.
- (34) NEBOT, M.; LÓPEZ, M.J.; ARIZA, C. *et al.*: Impact of the Spanish Smoking Law on exposure to secondhand smoke in offices and hospitality venues: Before and after study. *Environ Health Perspect*. 2009;117:344-7.
- (35) FERNÁNDEZ, E.; FU, M.; PASCUAL, J.A. *et al.*: Impact of the Spanish smoking control law on exposure to second-hand smoke and respiratory health in hospitality workers: a cohort study. *PLoS ONE*. 2009;4:e4244

- (36) VILLARROEL, N.: Exposición al HAT en locales de hostelería de Barcelona: medición de partículas respirables. Tesina del Máster en Salud Pública de la Universidad Pompeu Fabra. 2008.
- (37) PM Standards Revision. Environmental Protection Agency [acceso 7 Sept 2009]. Disponible en: <http://www.epa.gov/oar/particlepollution/naaqsv2006.html>
- (38) ALAYETO, C. Estudio del nivel de partículas finas respirables (PM2.5) como marcador del humo ambiental del tabaco en locales de hostelería de Zaragoza. Tesis doctoral de la Universidad de Zaragoza. 2009.
- (39) FERNÁNDEZ, E.; FU, M.; MARTÍNEZ, C.; *et al.* Secondhand smoke in hospitals of Catalonia (Spain) before and after a comprehensive ban on smoking at the national level. *Prev Med.* 2008;47(6):624-8.
- (40) PÉREZ-RÍOS, M.; SANTIAGO-PÉREZ, M.I.; ALONSO, B. Cumplimiento de la Ley 28/2005 de medidas sanitarias frente al tabaquismo en los hospitales de Galicia. *Gac Sanit.* 2009;23: 141-2.
- (41) FU, M.; VALVERDE, A.; ORTEGA, G.; *et al.* Exposure to second-hand smoke in primary health care centres in Catalonia, Spain (2006). *Environ Res.* 2009;109(6):775-8.

