

Alergia ocular relacionada con la exposición de aerosoles

ABEL J. SZEPS, MÓNICA A. WATANABE, DANISSE HURTADO TRESPALACIO, MARIELA TASOGNIERO

Resumen

Objetivo: Cuantificar el porcentaje de personas afectadas y el grado relativo de irritación y/o alergia ocular producido por aerosoles de uso habitual y el comportamiento entre erradicación del irritante y tratamiento médico habitual.

Métodos: Se seleccionaron 224 pacientes con signo-sintomatología de irritación y/o alergia ocular de entre 743 expuestos a aerosoles ambientales y personales. Los pacientes se clasificaron en exposición leve, moderada y severa. Estos grupos fueron a su vez aleatoriamente divididos en dos grupos de tratamiento que podrían denominarse: antialérgico/descongestivo vs. erradicación del factor irritante. Estos pacientes fueron seguidos durante 45 días y al cabo de los mismos se recolectaron los resultados.

Resultados: De 987 pacientes encuestados en el período citado, más del 75% de los mismos (743) presentaba algún tipo de exposición a aerosoles. De estos 743 pacientes expuestos, sólo el 30% (224) presentaba algún tipo de afección o signo-sintomatología. El tipo e la intensidad de exposición de cada paciente produjo cambios significativos en los resultados; mientras tan sólo el 3% de los pacientes levemente expuestos presentaban afección, los pacientes sobre-expuestos presentaban signo-sintomatología en más del 93% de los casos. Aplicadas las dos alternativas terapéuticas mencionadas en los pacientes levemente expuestos el tratamiento de erradicación no lograron mejores resultados que el tratamiento descongestivo habitual. El 87% de los pacientes sobre-expuestos mejoró notoriamente ante la erradicación del factor irritante y en su mayoría no mejoró ante un tratamiento descongestivo que no removiese la fuente de irritación.

Conclusiones: La sobre-exposición o abuso de aerosoles en el hogar y el trabajo, junto con la mala ventilación de los ambientes produce signos y síntomas de irritación y alergia ocular en la mayoría de las personas. En nuestro estudio, alrededor de un 30% de los pacientes expuestos y sobretodo un 93% de los sobre-expuestos también presentaba esta afección. No se puede lograr mejoría terapéutica si no se remueve el factor irritante.

Palabras claves alergia ocular, aerosoles, irritación ocular, tratamiento.

Ocular allergy related to aerosol exposure

ABSTRACT

PURPOSE: To quantify the frequency of exposure to aerosols, the relative degree of irritation and/or ocular allergy produced by aerosols and response to eradication therapy vs. medications.

METHODS: Were selected 224 patients with sign and symptoms of irritation and/or ocular allergy among 743 patients exposed to environmental and personal aerosols. The exposure was classified as mild, moderate and severe, these groups were further randomly divided into two treatment groups that could be called antiallergic/decongestant vs. avoidance of the irritant. These patients were followed for 45 days.

RESULTS: Among 987 patients surveyed, more than 75% of them (743) had some sort of exposure to aerosols. Of these, 30% (224) had some type of affection or sign-symptomatology. The type and intensity of exposure of each patient vary; while only 3% of patients had mild exposed conditions, over-exposed patients had more sign-symptoms in 93% of cases. In patients with mild exposure, there was no difference between avoidance of the irritant and descongestive therapy. Eighty-seven percent of patients over-exposed improved with the avoidance of the irritant.

CONCLUSIONS: Overexposure or misuse of aerosols in the home and work, coupled with poor ventilation environments produces signs and symptoms of ocular irritation and allergies in most people. In our study, about 30% of exposed patients and above 93% of the over-exposed also had the condition. No therapeutic improvement can be achieved if the irritant alone is removed.

KEY WORDS: ocular allergy, aerosol, irritants, therapy

En los últimos años ha cobrado relevancia la emisión de aerosoles químicos industriales, laborales, para la higiene doméstica, para la cosmética y la higiene personal y también en tareas de esparcimiento y pasatiempos. A gran escala, la composición química de los aerosoles afecta directamente la forma en que interactúa la atmósfera con la radiación solar y a "pequeña" escala,

modifican el aire que respiramos produciendo en la población diversos problemas de salud.

La irritación ocular se produce normalmente debido a agresiones externas producidas por agentes diversos (humo, sustancias químicas medioambientales, agua de mar, de piscinas, nieve) y otros irritantes, que pueden ser físicos (polvo, viento, frío extremo). Hoy en día se suman los componentes volátiles orgánicos

Autor responsable:
Dr. Abel J. Szeps
Hospital Nacional Prof.
Alejandro Posadas
El Palomar, Buenos Aires
abelszeps@gmail.com

(VOC)¹⁻². Los síntomas más comunes son ardor ocular y molestias inflamatorias con sensación de tener arenilla o un cuerpo extraño. Otra causa frecuente de irritación es la sequedad ocular que se produce en ambientes con aire acondicionado o calefacción que provocan la evaporación de la secreción lacrimal.

En las últimas décadas, la prevalencia de las enfermedades alérgicas ha aumentado considerablemente en los países desarrollados. Entre el 25% y el 40% de la población general presenta en la actualidad algún tipo de enfermedad alérgica. La mayoría de los pacientes alérgicos tienen manifestaciones en determinados órganos diana, siendo de gran prevalencia la afectación a nivel ocular³⁻⁴. En un estudio realizado por Marrache et al. sobre 5000 niños alérgicos, el 32% presentaba afectación ocular como única manifestación de su alergia. Por otra parte, en algunos de esos casos, el componente alérgico ocular era el más invalidante⁴⁻⁵. Uno de los factores que han influenciado en esta desproporción es el denominado "fenómeno global" (Aguilar AJ, Abelson MB. Proceedings from a symposium held during the Global Society of Ocular Allergy, 2001). Por otro lado, importantes cambios ambientales (naturales y artificiales) han potenciado la exposición del paciente a la acción de los alérgenos gracias a aumentos de la temperatura y la humedad (efecto invernadero) y a la mayor permanencia en lugares cerrados por el uso de videojuegos, computadoras personales y altas horas de trabajo para conservar los mismos ingresos.

El objetivo de este trabajo fue cuantificar el grado relativo de irritación y/o alergia ocular producido por aerosoles de uso habitual y también el porcentaje de personas afectadas por estos contaminantes.

Material y métodos

Estudio longitudinal, prospectivo, controlado y aleatorio sobre los pacientes de consultorio y guardia de oftalmología del Hospital Nacional Prof. Alejandro Posadas. Se encuestaron antes de ser atendidos 987 pacientes, 743 historias clínicas eran positivas para el uso de aerosoles ambientales. Posteriormente, de entre los 743 pacientes, se identificaron 224 (30,15%) pacientes con signos y síntomas de irritación y/o alergia ocular que presentaban historia positiva de exposición a aerosoles en el período com-

prendido entre el 19/11/2009 y el 19/02/2010. Se realizó examen del segmento anterior con lámpara de hendidura tipo High Strait y técnicas accesorias incluyendo tinción con fluoresceína, rosa de Bengala, test de ruptura lagrimal (BUT) y test de Schirmer de los 224 pacientes signo-sintomáticos expuestos, en busca de manifestaciones de alergia o irritación. No se incluyeron pacientes que poseían otras patologías oculares o uso de medicaciones relacionadas con la irritación ocular. También se excluyeron pacientes que no cumplieran con las reglas de abolición de la exposición, el tratamiento tópica o la asistencia regular a los controles.

Los pacientes sintomáticos fueron clasificados según el grado de exposición ambiental: *leve*, definido como uso ocasional o esporádico de aerosoles, en ambientes abiertos y no en dormitorios; *moderado*, uso diario en lugares ventilados; una o dos clases de aerosoles y no en dormitorio; *intenso*, uso diario y abundante, incluyendo dormitorio y/o ambientes laborales mal ventilados donde los pacientes pasan varias horas. Luego de la separación y randomización de los grupos se aplicaron tratamientos diferenciados para cada uno de ellos. El grupo A recibió tratamiento con solución fisiológica fría evitando la exposición y el grupo B solución fisiológica fría y colirios descongestivos de uso habitual (grupo control). Los colirios descongestivos, anti-histamínicos o corticoesteroides utilizados no fueron siempre los mismos ya que no se buscó comparar la efectividad de los mismos sino el contraste de un tratamiento habitual para alergia con un tratamiento de evitación. Por esta razón se han utilizado para este estudio según disponibilidad (loteprednol, azelastina oximetazolina, cromoglicato de sodio, olopatadina y ketotifeno). Luego del examen inicial se realizaron otros a los 15, 30 y 45 días (control final) según planillas de seguimiento diseñadas a tal fin.

Resultados

De 321 pacientes con exposición leve detectados por encuesta, sólo 11 (3,43%) presentaron signos y síntomas; de 240 con exposición moderada, sólo presentaron sintomatología 44 (18,33%), pero de los 182 pacientes clasificados como exposición intensa, 169 (92,85%) fueron encontrados positivamente afectados (tabla 1).

Entre los aerosoles más utilizados se encontraron los desinfectantes, desodorantes ambientales, axilares e insect-

Tabla 1. Frecuencia de pacientes en los distintos grupos.

N = 743	Pacientes con exposición leve (N=321) (43.20%)	Pacientes con exposición moderada (N=240) (32.3%)	Pacientes con exposición intensa (N=182) (24.5%)
Presentaron sintomatología (224)	11 (3.43%)	44 (18.33%)	169 (92.85%)
No presentaron sintomatología (519)	310 (96.57%)	196 (81.66%)	13 (7.14%)

Tabla 2. Resultados observados en los dos grupos de tratamiento.

N= 224	Tratamiento A Evitado + solución fisiológica fría Evaluación a los 45 días			Tratamiento B Descongestivos + solución fisiológica fría Evaluación a los 45 días		
	112 pacientes			112 pacientes		
Pacientes sintomáticos (trat. A / trat. B)	Buena o muy buena respuesta al tratamiento	Pobre, regular o ninguna respuesta al tratamiento	Interrupción o falta de control del tratamiento	Buena o muy buena respuesta al tratamiento	Pobre, regular o ninguna respuesta al tratamiento	Interrupción o falta de control del tratamiento
Pacientes sintomáticos con exposición leve (5/6)	2 (40%)	1 (20%)	2 (40%)	3 (50%)	1 (16.6%)	2 (33.3%)
Pacientes sintomáticos con exposición moderada (22/22)	16 (72.7%)	2 (9.1%)	4 (18.2%)	10 (45.4%)	7 (31.8%)	5 (22.72%)
Pacientes sintomáticos con exposición intensa (85/84)	74 (87%)	2 (2.3%)	19 (10.3%)	31 (37%)	35 (41.6%)	18 (21.4%)

Aerosoles más utilizados en pacientes con exposición leve (N=224)

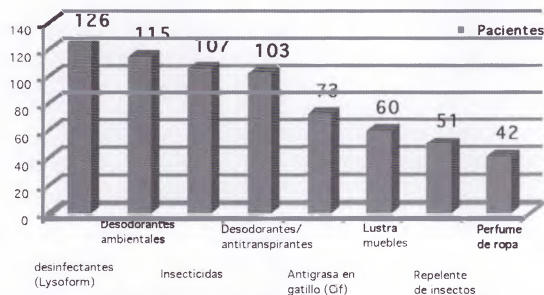


Figura 1. Distribución de frecuencia de uso de aerosoles en pacientes con exposición leve.

Paciente sintomático con exposición leve

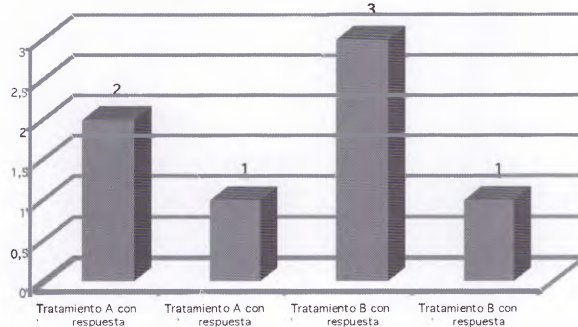


Figura 2. Respuesta al tratamiento en pacientes sintomáticos con exposición leve.

ticidas. La sintomatología no estaba en relación con el uso sino al abuso tal como aplicación intensa en dormitorios, sobre ropa de cama y cortinas, sobre sillones asociados a cuartos mal ventilados entre otros (fig. 1). Se observa entonces que sólo alrededor del 30% de los pacientes con exposición a aerosoles ambientales de uso habitual ha presentado la signo-sintomatología de irritación y/o alergia ocular correspondiente; sin embargo, cuando analizamos el grupo de pacientes con exposición intensa o abuso de

Paciente sintomático con exposición moderada

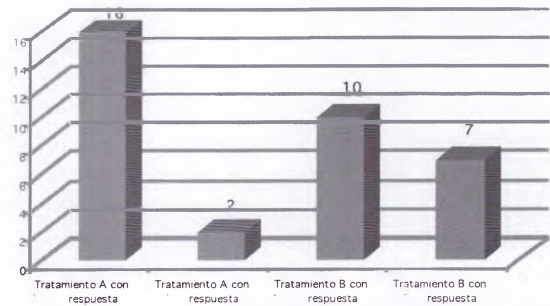


Figura 3. Respuesta al tratamiento en pacientes sintomáticos con exposición moderada.

Paciente sintomático con exposición intensa

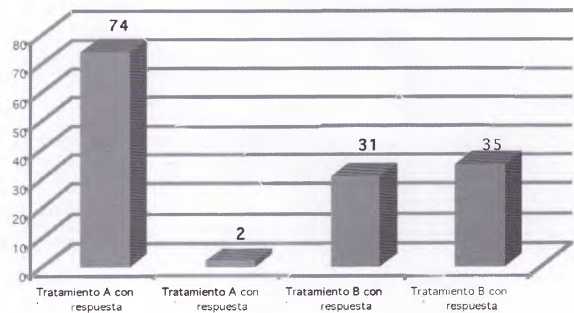


Figura 4. Respuesta al tratamiento en pacientes sintomáticos con exposición intensa.

los mismos, el porcentaje de afección sube hasta alrededor del 93%.

Este sesgo observado sobre la marcha del trabajo fue el que obligó a realizar la división en grupos de los pacientes expuestos y a presentar las dos alternativas de tratamiento a cada subgrupo respectivamente, las cuales tenían como finalidad mostrar si evitando los aerosoles ambientales de por sí era más efectiva que los tratamientos antialérgicos inespecíficos aplicados habitualmente para el tratamiento

de la irritación y/o alergia ocular; si esto se comprobaba —como finalmente sucedió— teníamos por demostrado que el uso ambiental de aerosoles se hallaba implicado en la patogénesis de esta afección.

La tabla 2 y las figuras 2 a 4 muestran los resultados hallados luego de 45 días de tratamiento.

Discusión

El uso personal o ambiental de aerosoles está muy generalizado en nuestra población. Más del 75% de los pacientes que habitualmente atendemos suelen usarlos sin el conocimiento adecuado acerca de las precauciones y las reacciones adversas derivadas de su uso. Son más reticentes en el uso de los mismos los pacientes alérgicos crónicos y asmáticos, con repetidas crisis anuales ya que se encuentran suficientemente informados acerca de la necesidad de contar con ambientes extremadamente puros y bien ventilados. Pese a la elevada tasa de uso de estos productos, hemos observado que sólo el 30% de los pacientes expuestos en general presenta signo-sintomatología de irritación y/o alergia ocular; sin embargo, cuando la exposición es intensa, más del 93% se encuentra afectado. Al final del estudio se observó que el 87% de los pacientes sintomáticos con exposición intensa había mostrado mejoría frente al tratamiento de evitación del factor irritante, lo que demuestra la implicancia del mismo en la fisiopatogénesis de la afección; por otra parte, cuando aplicamos a estos pacientes tratamientos inespecíficos, el porcentaje de eficacia decae.

Queda por dilucidar fehacientemente si una irritación ocular determinada, manifestándose a través de sus distintas presentaciones, es realmente un signo o síntoma de una mucosa sensibilizada en respuesta a un factor ambiental dado que, por otra parte, no produce reacción en una mucosa normal, o si algunos factores ambientales pueden incluso producir acción deletérea en mucosas sin sensibilización previa, podríamos estar incluso ante combinaciones de ambas teorías. Para ello, será preciso determinar mediante pruebas de laboratorio adecuadas la falta de sensibilización previa para un factor determinado cuando nos encontramos frente a él, es decir, que la pregunta sería ¿alergia o toxicidad?

La mayoría de las publicaciones reportes indican que las concentraciones de partículas polucionantes, propelentes, componentes orgánicos volátiles (TVOC, *total volatile organic compounds*) en los ambientes hogareños o laborales¹ se encuentran en alrededor de 1 mg/m³ y pocas veces excede los 25 mg/m³, por encima de esos niveles la probabilidad de efectos indeseables sobre la salud aumenta produciendo irritación y sequedad de mucosa ocular, nasal, faríngea y de vías aéreas, daños inflamatorios en piel e incluso daños mayores con el incremento de la concentración.

En vista del hecho de que existen pocos estudios con-

trolados sobre la exposición humana y que muchos de los estudios epidemiológicos sobre el tema son inconsistentes, no se puede afirmar concluyentemente que la irritación sensorial se asocie con exposición a los bajos niveles de concentración de VOC que habitualmente se encuentran en el aire de los ambientes hogareños o laborales. Sin embargo, el aumento de la concentración de los mismos muestra sin duda efectos deletéreos sobre la salud y la magnitud de los márgenes de protección necesaria no pueden aun ser bien estimados⁶⁻⁷.

Según trabajos encargados y realizados por agencias de salud de la Comunidad Económica Europea (CCE) las personas pueden estar expuestas a ambientes de interior por más de 20 horas al día y la calidad del aire interior tiene un impacto significativo en el confort humano y la salud⁸. Estos dos hechos explican el creciente interés en la búsqueda de estrategias simples pero eficaces para la caracterización del aire en interiores.

En el pasado, el dióxido de carbono (CO₂), se consideraba el contaminante más importante de nuestra cubierta de aire y también fue aceptado como un indicador de la calidad del aire en interiores.

El CO₂ ha perdido hoy esta función, en parte porque son los seres humanos las fuentes que más contaminantes emiten al aire interior; de hecho, el uso generalizado de nuevos productos y materiales en nuestros días se ha traducido en mayores concentraciones de contaminantes de interior, especialmente de compuestos orgánicos volátiles (VOC) que contaminan el aire y pueden afectar a la salud humana⁹⁻¹¹.

Por esta causa, para analizar el aire de todo tipo de interiores, es necesario analizar hoy en día los VOC. En muchas de las publicaciones científicas que se ocupan de VOC no se observa el informe de las concentraciones de todos los compuestos orgánicos volátiles analizados individualmente, sino más bien indicadores de la concentración total de los mismos bajo el término "Total de los compuestos orgánicos volátiles" (TVOC). Una de las razones es que la interpretación de un único parámetro es más sencilla y más rápida que la interpretación de las concentraciones de varias decenas de compuestos orgánicos volátiles. Además, los editores de las revistas científicas tienden a evitar la impresión de largas listas de compuestos.

Ante los compuestos orgánicos volátiles el confort se asocia con la percepción de los olores¹⁰, y las reacciones adversas para la salud incluyen, a corto plazo, la irritación de las mucosas, sobre todo de los ojos, nariz y garganta, y a largo plazo, reacciones tóxicas de todo tipo, incluso carcinogénicas y teratogénicas.

La clasificación de VOC agrupa a diferentes clases de productos químicos que pueden producir efectos de muy variada gravedad estudiados a la misma concentración. Al-

gunos experimentos se han realizado en los que grupos de seres humanos han estado expuestos en laboratorio a mezclas específicas de compuestos orgánicos volátiles con composiciones y concentraciones similares a las encontradas en los ambientes interiores del hogar y el trabajo. En una serie de experimentos, grupos de personas fueron expuestos a concentraciones de una mezcla específica de 22 compuestos orgánicos volátiles normalmente producidos en el aire interior (tabla 3). Estos compuestos son todos conocidos y son emitidos por los materiales de construcción, productos de limpieza y odorización entre otros. Los síntomas ante los TVOC se producen en concentraciones de 25 mg/m³ aunque el olor aparece ya levemente por encima de los 5 mg/m³, concentración más baja utilizada en estos experimentos. Los efectos se produjeron pocos minutos después del inicio de la exposición^{8, 11}.

El principal interés de los VOC en interiores se ha dirigido hacia la intensidad de la fuente, la dilución, la dispersión, la absorción y la deposición, pero no en la transformación química de los compuestos orgánicos volátiles. Recientes estudios sugieren la presencia de complejos químicos en el aire interior, resultado posiblemente de algunos

contaminantes no simples comúnmente analizados que podrían derivar de reacciones entre el ozono, los radicales libres y los compuestos orgánicos volátiles estudiados, por ejemplo, aldehídos y otros ácidos orgánicos¹⁰.

La cantidad de compuestos orgánicos volátiles en el aire interior se ha medido con diversos fines utilizando diferentes definiciones y técnicas que producen resultados diferentes. Es importante una única definición de VOC y un método de muestreo y análisis universal. Es también importante comparar los datos de diferentes TVOC. Todo esto en función de mejorar la calidad del aire interior y disminuir la probabilidad de efectos no deseados que aumentan con mayores concentraciones de VOC; sin embargo, en la actualidad la información disponible no permiten establecer los umbrales específicos para TVOC.

El aerosol o *spray* es un conjunto heterogéneo de partículas microscópicas, sólidas o líquidas, que se encuentran en suspensión en un gas y no el envase presurizado continente ni el gas propelente empleado para expulsarlo como generalmente se cree. El término aerosol propiamente dicho se refiere tanto a las partículas como al gas en el que las partículas están suspendidas. El tamaño de las partículas puede ser desde 0,002 µm a más de 100 µm, esto es, desde unas pocas moléculas hasta el tamaño en el que dichas partículas no pueden permanecer suspendidas en el aire más allá de un par de horas.

En el contexto de la contaminación del aire, un aerosol se refiere a materia particulada fina, de tamaño mayor que una molécula pero lo suficientemente pequeña como para permanecer en suspensión en la atmósfera un tiempo en horas inversamente proporcional al tamaño de las partículas. En general, cuanto más pequeña y ligera sea una partícula, más tiempo se quedará suspendida en el aire. Las partículas más grandes (de más de 10 µm de diámetro) tienden a caer por gravedad en cuestión de horas, mientras que las partículas más pequeñas (de menos de 1 µm de diámetro) pueden permanecer en la atmósfera durante semanas y en su mayoría se eliminan por las precipitaciones.

Los aerosoles atmosféricos pueden ser originados de forma natural o antropogénica. Algunas de estas partículas son emitidas directamente a la atmósfera (emisiones primarias) y otras son emitidas como gases que al reaccionar forman partículas en la atmósfera (emisiones secundarias). La composición de las partículas de un aerosol depende de la fuente donde son generadas. Las mayores fuentes naturales son los volcanes, las tormentas de polvo y los incendios forestales y de pastizales. La pulverización de agua marina también es una gran fuente de aerosoles aunque la mayoría de estos caen al mar cerca de donde fueron emitidos. La mayor fuente de aerosoles debida a la actividad humana es la quema de combustibles en motores térmicos para el transporte y en centrales termoeléctricas para la ge-

Tabla 3. Mezcla específica de 22 de los VOC utilizados en diversos estudios de exposición controlada y los coeficientes de concentración utilizados.

Compuesto	Proporción
n-hexane	1
n-nonane	1
n-decane	1
n-undecane	0.1
1-octane	0.01
1-decene	1
Cyclohexane	0.1
m-xylene	10
Ethylbenzene	1
1,2,4-trimethylbenzene	0.1
n-propylbenzene	0.1
a-pinene	1
n-pentanal	0.1
n-hexanal	1
Iso-propanol	0.1
n-butanol	1
2-butanone	0.1
3-methyl-3-butanone	0.1
4-methyl-2-pentanone	0.1
n-butylacetate	10
Ethoxyethylacetate	1
1,2-dichloroethane	1

neración de energía eléctrica, además del polvo generado en las obras de construcción y otras zonas de tierra donde el agua o la vegetación ha sido removida.

Es importante informar a nuestros pacientes acerca del uso racional de estos productos. Es deseable también que los profesionales de la salud conozcamos más a fondo la toxicidad de muchas de las partículas polucionantes de ambientes internos, propelentes, componentes orgánicos volátiles (TVOC) y principios activos de los productos que se usan habitualmente en el hogar y el trabajo, como también los efectos de una pobre ventilación sobre la calidad ambiental en interiores. De esta manera, podremos establecer estrategias de control y reducción de las emisiones de aerosoles y gases propulsores para reducir sus impactos, no sólo en la atmósfera que nos contiene sino ya directamente a través de sus micropartículas en la salud humana.

Referencias

1. Hempel-Jørgensen A, Kjaergaard SK, Mølhav L, Hudnell KH. Sensory eye irritation in humans exposed to mixtures of volatile organic compounds. *Arch Environ Health* 1999; 54: 416-24.
2. Hempel-Jørgensen A, Kjaergaard SK, Mølhav L. Cytological changes and conjunctival hyperemia in relation to sensory eye irritation. *Int Arch Occup Environ Health* 1998; 71: 225-35.
3. Sahlberg B, Mi YH, Norbäck DA. Indoor environment in dwellings, asthma, allergies, and sick building syndrome in the Swedish population. *Int Arch Occup Environ Health* 2009; 82: 1211-8.
4. Abelson MB. *Allergic diseases of the eye*. Philadelphia: W. B. Saunders, 2000.
5. Wolkoff P, Skov P, Franck C. Eye irritation and environmental factors in the office environment hypotheses, causes and a physiological model. *Scand J Work Environ Health* 2003; 6: 411-30.
6. Wolkoff P, Nøjgaard JK, Franck C, Skov P. The modern office environment desiccates the eyes? *Indoor Air* 2006; 16: 258-65.
7. Klopfer J. Effects of environmental air pollution on the eye. *J Am Optom Assoc*. 1989; 60: 773-8.
8. Bernstein JA, Alexis N, Bacchus H, Bernstein IL, Fritztz P, Horner E, Li N, Mason S, Nel A, Oullette J, Reijula K, Reponen T, Seltzer J, Smith A, Tarlo SM. The health effects of non-industrial indoor air pollution. *J Allergy Clin Immunol*. 2008; 121: 585-91.
9. European Collaborative Action "Indoor Air Quality and its Impact on Man". *Total volatile organic compounds (TVOC) in indoor air quality investigations*. The Steering Committee. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1997.
10. Salonen H, Pasanen AL, Lappalainen S, Riuttala H, Tuomi T, Pasanen P, Back B, Reijula K. Volatile organic compounds and formaldehyde as explaining factors for sensory irritation in office environments. *J Occup Environ Hyg* 2009; 6: 239-47.
11. Hempel-Jørgensen A, Kjaergaard SK, Mølhav L, Hudnell HK. Time course of sensory eye irritation in humans exposed to N-butanol and 1-octene. *Arch Environ Health* 1999; 54: 86-94.
12. Mølhav L, Kjaergaard SK, Hempel-Jørgensen A, Juto JE, Andersson K, Stridh G, Falk J. The eye irritation and odor potencies of four terpenes which are major constituents of the emissions of VOCs from Nordic soft woods. *Indoor Air* 2000; 10: 315-8.