

# EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A OZONO Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES EN SALAS DE OZONOTERAPIA.

Autores: Lic. Rita M. González Chamorro<sup>1</sup>

Lic. Arelis Jaime Novas<sup>2</sup>

Ing. Heliadora Díaz Padrón<sup>2</sup>

Dra. Luana Rabelo Argote<sup>2</sup>

Dra. Sandra Santana López<sup>2</sup>

Ing. Gisela Castro<sup>3</sup>

Lic. Santiago Álvarez Porben<sup>4</sup>

Lic. Nancy Barroso<sup>4</sup>

Tecn. Caridad Cabrera Guerra<sup>2</sup>

Tecn. Lilian Villalba Rodríguez<sup>2</sup>

Tecn. Clara Castillo Olivares<sup>2</sup>

Tecn. Juana Pando Felipe<sup>4</sup>.

Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (INSAT)/Servicios de Riesgos Químicos, La Habana, Cuba. [ritamg@infomed.sld.cu](mailto:ritamg@infomed.sld.cu)

Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (INSAT)/Servicios de Riesgos Químicos, La Habana, Cuba

Centro Provincial de Higiene y epidemiología de La Habana, Cuba

Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores (INSAT)/Servicios de atención médica, La Habana, Cuba

## **Resumen:**

**Introducción:** El empleo del ozono como agente terapéutico es uno de los descubrimientos más notables en la medicina alternativa. A pesar su extendido uso, es tóxico por vía inhalatoria, la exposición a este gas puede producir, daños de la vía respiratoria superior y del epitelio bronquial. **Objetivo:** Evaluar la exposición ocupacional a ozono en salas de ozonoterapia de La Habana. **Metodología:** Estudio exploratorio descriptivo, donde se estudiaron 21 trabajadores que laboran en 16 salas de ozonoterapia de 14 centros de salud, se le realizaron análisis clínicos, incluyendo ceruloplasmina, además de pruebas funcionales ventilatorias. Se determinaron las concentraciones de ozono en el aire del ambiente laboral en 29 salas ubicadas en 20 centros de salud. **Resultados:** La insuflación rectal fue la forma de aplicación más utilizada. El 42,8% refirieron padecer de rinitis alérgica, seguido de gripes frecuentes y de asma bronquial. El 33,3% de los valores de la ceruloplasmina resultaron alterados. Los resultados de las pruebas funcionales ventilatorias mostraron que el 28,6% de los trabajadores presentaron patrón obstructivo. En la evaluación ambiental se reportaron 2 salas con concentraciones promedio por encima de los límites admisibles. **Conclusiones:** La HTA y la rinitis alérgica fueron las patologías más frecuentes. Las cifras de ceruloplasmina alteradas se presentaron en trabajadores con mayor tiempo de exposición. Los trastornos ventilatorios obstructivos observados, coinciden con las patologías respiratorias referidas por los trabajadores. A pesar de no existir las condiciones idóneas en las salas monitoreadas el 93,1% de los valores de concentración promedio se comportaron por debajo de los límites admisibles.

**Palabras claves:** Exposición ocupacional, Ozono, Ozonoterapia.

**Modalidad:** Poster virtual no presencial

## I. INTRODUCCIÓN

El ozono es un gas de color azul pálido y olor picante percibido a concentraciones entre  $19,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  -  $98,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Está compuesto por tres átomos de oxígeno, posee una semivida media de 40 min a  $20^\circ\text{C}$ , por se considera un gas inestable imposible de envasarlo ni almacenarlo (1,2,3).

La ozonoterapia es una terapéutica natural, consistente en la aplicación de una mezcla de Oxígeno ( $\text{O}_2$ ) y de Ozono ( $\text{O}_3$ ), con alto grado de eficacia, bajo costo y muy práctica, si se administra de forma correcta y si se dispone de la infraestructura adecuada para su utilización (4,5,6). Las vías de administración del ozono médico son básicamente tres: tópica, infiltrativa y sistémica (7). Dado el gran número de patologías en las que se utiliza la Ozonoterapia, la vía de administración y la concentración dependerá de la patología y características del paciente. En Cuba en la década de los años 90, surgió el Centro de Investigaciones del Ozono, como parte del Centro Nacional de Investigaciones Científicas, y se desarrolló una Red Nacional de Ozonoterapia. (8). Actualmente todas las provincias del país disponen de servicios de ozonoterapia como modalidad de la Medicina Natural y Tradicional. La Habana cuenta con salas ubicadas en los centros de salud en la mayoría de los municipios de la provincia.

La ozonoterapia está basada en los efectos beneficiosos del gas en el organismo que son muy variados. Existen numerosas evidencias científicas de la utilidad clínica del ozono que se sustentan en los diversos mecanismos de acción por los que actúa. (9)

No obstante, a la utilidad terapéutica del ozono, este puede constituir, bajo ciertas condiciones, contaminante del aire en la zona de trabajo e incidir desfavorablemente en la salud de los trabajadores ocupacionalmente expuestos. El ozono es tóxico por vía inhalatoria, es irritante de las membranas de las mucosas de los pulmones. Diferentes estudios surgieron que puede causar permanente disminución de la función pulmonar y como consecuencia del daño, puede producir enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y edema de pulmón. (10,11).

Existe evidencia de un estudio realizado en el 2003 donde se realizó un estudio ambiental en una sala de ozonoterapia, los resultados arrojaron valores de concentraciones por encima de los niveles límites admisibles, pero hasta el momento no se han realizado trabajos que nos den a conocer el estado de salud de esos los trabajadores. (12)

En la bibliografía consultada se reporta un estudio donde relacionan la ceruloplasmina (enzima protectora contra la lesión oxidante directa del pulmón) con el daño oxidativo pulmonar que provoca la exposición a ozono, pero actualmente se estudian las propiedades de este antioxidante en relación con la exposición a este contaminante (13).

En nuestro estudio se utilizó la espirometría por ser considerada una técnica básica e imprescindible para el diagnóstico temprano de enfermedades respiratorias, así como para el seguimiento y control de los trabajadores expuestos (14).

Ante el reconocimiento de la vulnerabilidad de los trabajadores de salud expuestos, que brindan tratamientos de ozonoterapia, con una amplia demanda asistencial por los beneficios de la misma, se prevé un incremento en su utilización, por lo que se hace necesario evaluar la exposición ocupacional a ozono y su incidencia en la salud de los trabajadores de salas de ozonoterapia, siendo este el objetivo general de este trabajo.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio exploratorio descriptivo, para evaluar la exposición ocupacional a ozono y su incidencia en la salud de los trabajadores, mediante la realización de un monitoreo biológico y un monitoreo ambiental.

Se estudiaron 21 trabajadores que laboran en 16 salas de ozonoterapia de 14 centros de salud, pertenecientes a los municipios Plaza, 10 de octubre, Cerro, Boyeros, Lisa, San Miguel del Padrón, Cotorro. El estudio ambiental se realizó en 20 centros de salud que cuentan con 29 áreas de tratamiento, ubicados en los municipios Plaza, 10 de octubre, Cerro, Boyeros, Lisa, Marianao, Cotorro, San Miguel del Padrón, Centro Habana y Playa.

La información obtenida fue procesada utilizando el sistema IBM SPSS versión 22. Los resultados se presentaron en tablas para una mejor comprensión.

Al personal estudiado se les realizaron exámenes de laboratorio, dentro de estos se incluyeron: hematocrito, leucograma, velocidad de sedimentación; glicemia, ácido úrico, creatinina, colesterol, triglicéridos, HDL, VDL, LDL, según los métodos establecidos en los Laboratorios Clínicos, la ceruloplasmina, se realizó por espectrofotometría visible, según la técnica de Ravin modificada. (15).

Fueron realizadas también pruebas funcionales ventilatorias utilizando un espirómetro portátil marca DATOSPIR-TUCH de la Sibemed S.A del 2015, según los criterios de estandarización de la Sociedad Americana de Tórax (ATS). Las valoraciones de los resultados de las pruebas funcionales respiratorias se agruparon en las siguientes categorías teniendo en cuenta los valores predichos y el límite inferior de normalidad: (16) Patrón normal, Trastorno ventilatorio obstructivo, Trastornos ventilatorio restrictivo, Trastorno ventilatorio mixto. Estos resultados se obtienen por ecuaciones de regresión que están elaboradas sobre la base del sexo, edad, talla, y grupo étnico de cada trabajador(a), datos que se recogen en la ficha epidemiológica.

Para la determinación de las concentraciones de ozono en el aire del ambiente laboral se realizó un monitoreo ambiental en 20 centros de salud que cuentan con 29 áreas de tratamiento, para lo cual se tomaron un total de 105 muestras en el aire del ambiente laboral, abarcando toda la jornada de aplicación de los tratamientos y en condiciones normales de trabajo. Las muestras fueron trasladadas y analizadas en el laboratorio de Riesgos Químicos del INSAT empleando espectrofotometría UV-Visible según NC 19-01-28: 1982. (17) Aire de la zona de trabajo. Determinación de ozono.

### III. RESULTADOS

En los trabajadores estudiados expuestos ocupacionalmente a ozono prevalecieron los grupos etarios de 45-49 y más de 60 años con un 33.3% y 23.8% respectivamente. El sexo femenino representó el 95.2 % del total, lo que se corresponde con lo esperado, ya que el ozono es aplicado generalmente por el personal de enfermería, profesión ejercida históricamente en su mayoría por mujeres, dato reflejado en el anuario estadístico del Ministerio de Salud Pública del 2017 (18). El nivel educacional estuvo representado por 91% de universitarios y 19% de nivel medio. El 100% de los trabajadores estudiados tenían categoría técnica, en cuanto a los años de exposición de 5-8 años representó el 38,1% y menor de 5 años el 33,3%.

En cuanto a los antecedentes patológicos personales, el 52,4% y el 19% refirieron padecer de hipertensión arterial y diabetes mellitus, patologías de alta incidencia en la población cubana. Se encontró un 42,8% con rinitis alérgica, 28,6% refirieron gripes frecuentes, 24 % asma bronquial y 19% bronquitis crónica. Olin y colaboradores en estudios realizados en plantas de pulpa, que emplean el ozono como agente blanqueador, concluyeron que los trabajadores del blanqueado contra grupo control mostraron aumento de síntomas respiratorios y asma. Se observaron tendencias crecientes estadísticamente significativas entre los

trabajadores blanqueadores para la rinitis, las sibilancias, el asma de inicio en la edad adulta y los síntomas de asma actuales a medida que aumentaba la exposición (19-21). Hoffman et al. (22) concluyeron que la exposición aguda a altos niveles de ozono aumenta el riesgo de la rinitis no infecciosa en los trabajadores del blanqueado. Otros estudios realizados por Henneberger, demuestran que los trabajadores del blanqueado de papel que han estado expuestos repetidamente a picos elevados de ozono, tienen una mayor prevalencia de asma, incrementándose la incidencia de sibilancia. (23). En estas investigaciones, las patologías respiratorias encontradas en los trabajadores expuestos a ozono, coinciden con las referidas en el presente estudio.

En base a los escasos estudios encontrados, el ozono es una sustancia química que ha sido poco investigada en el ámbito laboral, es difícil fijar en términos cuantitativos la relación entre la exposición a ozono y los problemas de salud derivados de esta, no obstante, las evidencias encontradas sugieren que exposiciones máximas a este contaminante suponen un riesgo de patologías respiratorias en los trabajadores expuestos.

En los hallazgos del examen clínico se encontraron las siguientes patologías: hiperuricemia, hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia en 4 trabajadores que representan un 19%; 9 trabajadores con dislipidemias para un 42,8%, correspondiéndose con patologías frecuentes en la población cubana. Se encontraron 7 trabajadores con anemia que fueron remitidos a consulta especializada. Del total de pacientes estudiados el 66,7% presentaron valores normales de ceruloplasmina, el 33,3% alterados; de ellos los grupos de más de 20 años en el puesto de trabajo presentaron la mayor prevalencia en las alteraciones de la enzima protectora contra las lesiones oxidante del pulmón. Resultados similares fueron obtenidos por Pierre y col, quienes evaluaron la exposición continua a ozono en soldadores con arco de aluminio a través de la determinación de cobre en suero y ceruloplasmina como medida del efecto biológico de exposición en tres grupos de obreros. Los “casos”, integrados por dos grupos de soldadores, uno en atmósfera confinada, el otro en atmósfera no confinada y los “controles”, constituidos por obreros de la misma planta no expuestos a humos de soldadura. La comparación de los resultados para los tres grupos, mostró una disminución significativa ( $P < 0.01$ ) de la ceruloplasmina en los soldadores en atmósfera confinada pero dentro de los valores de referencia. Los autores refieren una relación lineal entre la concentración de ceruloplasmina y el tiempo de trabajo acumulado a lo largo de la semana. Este efecto podría ser una señal de una reacción pulmonar contra la actividad oxidante en este tipo de exposición profesional. (13)

Los síntomas más frecuentes referidos fueron la tos con un 47,6%, la falta de aire 33,3%, cefalea 28,6 % y la expectoración con 14,3%. Por otra parte, en este estudio se observó que el 14,3% de los trabajadores son fumadores, de más de 20 años y consumen bebidas alcohólicas ocasionalmente. Está bien documentado que la exposición prolongada al humo de tabaco constituye un riesgo asociado a patologías respiratorias que unido a la exposición a este contaminante pudiera tener un efecto sinérgico (24).

En cuanto a los resultados obtenidos en las pruebas funcionales ventilatorias (PFV), el 71,4% presentaron patrón normal, solo 6 de los trabajadores estudiados (28,6%) presentaron patrón obstructivo, de ellos leves (19%), moderado y severo (4,8%), estos últimos coinciden con aquellos que refirieron en sus antecedentes patológicos personales asma bronquial y/o bronquitis crónica. No se encontró patrón restrictivo ni mixto. Aunque no se pueden relacionar las alteraciones de las pruebas funcionales respiratorias con la exposición a ozono, estudios realizados por Stepnewskiet, et.al (25) en soldadores concluyeron que el 32% de los mismos, presentaban obstrucción de la vía aérea, mientras en los controles tal hallazgo clínico se observó en un 20%.

Hartmann et al. realizaron un estudio cuasi experimental, en un grupo de trabajadores que fue expuesto a humos de soldadura de aluminio y soldadura de zinc, observando, una disminución ligera de la función pulmonar que pudo atribuirse a la exposición al ozono. (26)

Según Metha et al. (27) en su estudio los trabajadores del blanqueado de papel expuestos a ozono tienen mayor prevalencia de bronquitis crónica evidenciando patrón obstructivo; mientras que un estudio realizado

en Turquía, 2005 en soldadores, que durante el proceso de soldadura estuvieron expuestos a gases tóxicos, incluyendo ozono, óxidos nitrosos y desechos de carbono, se encontró que la relación del volumen espiratorio forzado (VEF(1) / capacidad vital forzada (CVF) en un segundo y en los cuatros niveles de espiración forzada eran significativamente menores en los expuestos que en los controles ( $p < 0,05$ ).

Arias y colaboradores (10) en su investigación hacen referencia a dos resultados relacionados con la exposición ocupacional a ozono. En uno de ellos los trabajadores expuestos a niveles altos de ozono tenían volumen espiratorio forzado ( $FEV_1$ ) significativamente menor que los controles, pero no se encontró diferencia significativa con respecto a la capacidad vital forzada (CVF) ( $p=0,007$ ). En el otro se constató que la tasa de disminución del  $VEF_1/CVF$  fue mayor para los trabajadores expuestos a altas concentraciones de ozono, sin embargo, las diferencias no fueron significativas ( $p=0,19$ ).

En el estudio ambiental se tuvieron en cuenta una serie de variables que pudieran influir en los resultados de algunos parámetros determinados, las variables analizadas fueron: vías de administración, cantidad de pacientes atendidos, tipo de equipo generador utilizado, tipo de ventilación y existencia de extractor.

Al analizar las concentraciones promedio obtenidos en el monitoreo ambiental en las diferentes salas, teniendo en cuenta las muestras analizadas alrededor del equipo, camilla y local, podemos plantear que en 2 de las salas estudiadas (6,9%), las concentraciones se comportaron por encima de los valores límites admisibles establecidos en la NC 872:2011(28). En el Centro de Salud No 9, se obtuvo una concentración promedio de  $0,210 \text{ mg/m}^3$ , lo que representa 1,05 veces por encima del valor registrado en la norma de referencia ( $0,2 \text{ mg/m}^3$ ), este resultado aunque no se puede afirmar, pues para esto sería necesario hacer otras mediciones y análisis estadístico, pudiera deberse al tipo de procedimiento aplicado (rectal combinado con bolsa), donde en el tratamiento de bolsa existe una mayor manipulación de la enfermera, teniendo en cuenta que se utilizan medios inadecuados, como son: mangueras improvisadas que pueden no poseer el diámetro que ajuste en el orificio de salida del gas, bolsas no herméticas, que no son diseñadas para este tipo de tratamiento, además de otros factores que influyen de manera general en todos los tratamientos, tales como: el mal diseño del local, la ausencia de sistema de extracción y escasa ventilación. En esta sala la enfermera cuenta con experiencia de 7 años en la aplicación de este tipo de tratamiento. (Tabla 1)

En la consulta externa del Centro de Salud No 12 se reportó una concentración promedio de  $0,417 \text{ mg/m}^3$ , lo que constituye 2,10 veces por encima del nivel límite admisible reportado en las normas, al igual que en el caso anterior no podemos aseverar, pero si apreciamos que el equipo generador de ozono es antiguo, lo que contribuye a que puedan existir desgastes en las válvulas que provoquen salideros durante los procesos de manipulación de carga del gas, la ausencia de sistema de extracción y escasa ventilación (solo poseen ventilación natural) también puede haber incidido en el resultado obtenido de las concentraciones. La enfermera cuenta, al igual que en el caso anterior, con experiencia en la aplicación del tratamiento. Tabla 1

En cuanto a los valores de concentración obtenidos en las muestras tomadas alrededor del equipo podemos destacar que el 83% se encontraron dentro de los niveles límites admisibles establecidos. El 10,5% de las mismas superaron, en dos de los casos 2 veces y en un caso 5,1 veces el límite admisible establecido en la NC 872:2011(28). Dos de los cuales fueron explicados anteriormente. En la sala C perteneciente al Centro de Salud No 10 se obtuvo una concentración alrededor del equipo de  $0,40 \text{ mg/m}^3$ , en esta sala laboran 2 enfermeras de forma conjunta administrando ozono rectal, esto provoca que exista una mayor manipulación durante el proceso de carga y descarga del medicamento. Otro factor importante que puede haber influido es que fueron atendidos más de 100 pacientes durante toda la jornada laboral, además de los problemas de ventilación detectados en la mayoría de las salas estudiadas. Tabla 1

En las mediciones realizadas alrededor de la camilla y local, en ninguna de las salas estudiadas se reportaron concentraciones de ozono que excedieran los niveles límites admisibles reportados en las normas de referencia.

En dos de los centros de salud (No 6 y No 13 sala MNT), se determinaron concentraciones tomadas alrededor del equipo con cifras iguales al límite admisible (0,2 mg/m<sup>3</sup>), aunque no excedieron el valor normado, este resultado se considera un signo de alerta para reforzar la vigilancia y el cumplimiento de las normas de seguridad.

En el caso del centro de salud No 18, consideramos que para la cantidad de pacientes atendidos (3), las concentraciones (0,12mg/m<sup>3</sup>), aunque se comportaron por debajo de los límites establecidos superan aquellos centros que atienden entre 50-100 pacientes diarios. Si aumentaran los pacientes en una cifra mayor podrían elevarse sus valores. Esto puede deberse a que poseen un equipo antiguo que pudiera tener problemas en su hermeticidad. Tabla 1

Tabla 1. Concentraciones de ozono obtenidas en los puntos de monitoreo y concentración promedio en las áreas de tratamiento.

Salas de Ozonoterapia	Áreas de tratamiento	Conc. equipo mg/m <sup>3</sup>	Conc. camilla mg/m <sup>3</sup>	Conc. local mg/m <sup>3</sup>	Conc. Promedio mg/m <sup>3</sup>	CPA
Centro de Salud No 1	Paravertebral	0,01	0,008	0,01	0,009	0,20 mg/m <sup>3</sup>
	Rectal	-	0,02	0,02	0,020	
	Salón	0,01	-	0,01	0,010	
Centro de Salud No 2		0,03	0,03	0,01	0,023	
Centro de Salud No 3	Rectal	0,003	0,002	0,002	0,002	
	Endovenoso	0,002	0,02	0,002	0,008	
Centro de Salud No 4		0,01	0,01	0,01	0,010	
Centro de Salud No 5		0,004	-	0,003	0,004	
Centro de Salud No 6		<b>0,20</b>	0,03	0,02	0,083	
Centro de Salud No 7		0,02	0,02	0,02	0,020	
Centro de Salud No 8	Clin. diabético	0,06	0,05	0,03	0,047	
Centro de Salud No 9	Rectal	0,08	0,1	0,08	0,087	
	Bolsa y rectal	<b>0,42</b>	0,15	0,05	<b>0,210</b>	
Centro de Salud No 10	Sala A	0,13	0,03	0,02	0,060	
	Sala B	0,03	0,02	0,02	0,023	
	Sala C	<b>0,40</b>	0,02	0,02	0,147	
Centro de Salud No 11		0,01	0,024	0,02	0,018	
Centro de Salud No 12	Sala	0,06	0,022	0,01	0,031	
	Consulta	<b>1,02</b>	0,1	0,13	<b>0,417</b>	
Centro de Salud No 13	Consulta	0,013	0,011	0,01	0,011	
	MNT	<b>0,20</b>	0,084	0,04	0,108	
Centro de Salud No 14		0,01	0,005	0,004	0,006	
Centro de Salud No 15	Clín. del dolor	0,01	0,008	0,006	0,008	
Centro de salud No 16	C. Externa	0,012	0,005	0,003	0,007	
	Pediatría	0,004	0,006	0,002	0,004	
Centro de Salud No 17		0,02	0,018	0,02	0,019	
Centro de Salud No 18		<b>0,12</b>	0,12	0,1	0,113	
Centro de Salud No 19		0,11	0,08	0,06	0,083	
Centro de Salud No 20		0,04	0,04	0,03	0,037	

#### IV. CONCLUSIONES

En la evaluación médica a los trabajadores expuestos a ozono predominó el sexo femenino, los mayores de 45 años, y en los antecedentes patológicos personales, la hipertensión arterial y la rinitis alérgica fueron las patologías más frecuentes. Se apreciaron alteraciones en los resultados de ceruloplasmina en los trabajadores con mayor tiempo de exposición y los trastornos ventilatorios obstructivos observados, coinciden con las patologías respiratorias referidas por los trabajadores.

En la evaluación ambiental en las salas de ozonoterapia no se encontró una homogeneidad en cuanto a las condiciones de trabajo en las salas estudiadas, teniendo en cuenta factores como: climatización, ventilación, número de pacientes atendidos, tipos de equipos y planes de calibración y mantenimiento. A pesar de no existir las condiciones idóneas en las salas monitoreadas el 93.1% de los valores de concentración promedio en las salas estudiadas se comportaron por debajo de los límites admisibles establecidos.

#### REFERENCIAS

1. Schwartz A, Martínez-Sánchez G, Re L. Guía para el uso médico del ozono: fundamentos terapéuticos e indicaciones. Madrid: Asociación Española de Profesionales Médicos en Ozonoterapia; 2011.
2. Bocci V. Ozone. A new medical drug. 2nd ed. Dordrecht, The Netherlands: Springer; 2011.
3. Schonbein C. Notice of C. Schonbein, the discoverer of ozone. Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institute, 1868. Washington D.C: Government Printing Office; 1869. p. 185-92
4. Sagai M, Bocci V. Mechanisms of Action Involved in Ozone Therapy: Is healing induced via a mild oxidative stress? Medical Gas Research [Internet]. 2011;1(1):29.
5. Garg RK, Tandon S. Ozone: A new face of dentistry. Journal of Dental Science. 2009;7(2).
6. Arencibia Jorge R, Leyva Rodríguez Y, Collymore Rodríguez A, Araújo Ruiz JA. Producción científica sobre aplicaciones terapéuticas del ozono en el Web of Science. ACIMED. 2006;14(1).
7. Méndez Cordovez C. Efectos del ozono en un modelo experimental de fibrosis pulmonar inducida con bleomicina [Tesis Doctoral]. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; 2015
8. Centro de Investigaciones del Ozono. Compendio de estudios y aplicaciones del Ozono en Cuba (1980-2004) [CD-ROM]. La Habana: SOFTCAL-CENIC; 2005.
9. Torres Damas EL. Estudio clínico de eficacia y tolerancia del ozono en afecciones venolinfáticas. Rev. Esp. Ozonot. 2016; 6(1):41-50
10. Arias-Hualpa MA, Leal-Padín MA, Pérez-Alemán ÁI. Efectos adversos derivados de la exposición ocupacional a ozono industrial. Med Segur Trab. [Internet]. 2015;61(238):125-138. Disponible en:<http://dx.doi.org/10.4321/S0465-546X2015000100011>
11. Yang Q, Chen Y, Shi Y, Burnett RT, McGrail KM, Krewski D. Association Between Ozone and Respiratory Admissions Among Children and the Elderly in Vancouver, Canada. InhalToxicol. 2003;15(13):1297-308.
12. González Chamorro RM, Díaz Padrón H, Jaime Novas A, González Almeida PJ, Anceáume Valle T. Determinación de ozono en área de ozonoterapia y fuente generadora. Rev Cubana Salud Trabajo. 2003; 4(1-2)
13. Pierre F, Baruthio F, Diebold F, Wild P, Goutet M. Decreased serum ceruloplasmin concentration in aluminum welders exposed to ozone. IntArchOccupEnvironHealth. 1988;60(2):95-7
14. Puente L, García de Pedro J. Las pruebas funcionales respiratorias en las decisiones clínicas. Arch Bronco neumol. 2012;48(5):161-169

15. Grueiro Azcano Emilio, Esquenazi Mitrani S, Grueiro Yen V. Ceruloplasmina, técnica modificada. *Rev Cubana Med.* 1985;24(6):609-21.
16. Álvarez S, González A, Valdivieso JP, Santana S. Valores de referencia de las variables espirométricas en trabajadores cubanos supuestamente sanos. *Rev. Fac. Med.* 2018;66(2):179-85
17. Oficina Nacional de Normalización. Normas Cubanas (NC) 19-01-28: 1982. Aire de la zona de trabajo. Determinación de ozono. La Habana; 1982.
18. Dirección Nacional de Registros Médicos y Estadísticos de Salud. Anuario Estadístico de la Salud 2017. La Habana: Ministerio de Salud Pública. 2018. Disponible en: <http://www.sld.cu/sitios/dne/>
19. Olin A-C, Ljungkvist G, Bake B, Hagberg S, Henriksson L, Toren K. Exhaled nitric oxide among pulp mill workers reporting gassing incidents involving ozone and chlorine dioxide. *European Respiratory Journal.* 1999;14(4):828-31.
20. Olin AC, Granung G, Hagberg S, Adriansson M, Brisman J, Dalander O, et al. Respiratory health among bleachery workers exposed to ozone and chlorine dioxide. *Scand J Work Environ Health.* 2002;28(2):117-23.
21. Olin AC, Andersson E, Andersson M, Granung G, Hagberg S, Torén K. Prevalence of asthma and exhaled nitric oxide are increased in bleachery workers exposed to ozone. *Eur Respir J.* 2004;23(1):87-92.
22. Hoffman CD, Henneberger PK, Olin AC, Mehta A, Torén K. Exposure to ozone gases in pulp mills and the onset of rhinitis. *Scand J Work Environ Health.* 2004;30(6):445-9.
23. Henneberger PK, Olin AC, Andersson E, Hagberg S, Torén K. The incidence of respiratory symptoms and diseases among pulp mill workers with peak exposures to ozone and other irritant gases. *CHEST J.* 2005;128(4):3028-37.
24. Cardentey García J. El tabaquismo: un flagelo nocivo para la humanidad. *Revista Archivo Médico de Camagüey* [Internet]. 2016;20(2):114-7.
25. Stepniewski M, Kolarzyk E, Pietrzycka A, Kitlinski M, Helbin J, Brzyszczyk K. Antioxidant enzymes and pulmonary function in steel mill welders. *Int J OccupMedEnvironHealth.* 2003;16(1):41-7.
26. Hartmann L, Bauer M, Bertram J, Gube M, Lenz K, Reisinger U, et al. Assessment of the biological effects of welding fumes emitted from metal inert gas welding processes of aluminium and zinc-plated materials in humans. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* [Internet]. 2014;217(2):160-8.
27. Mehta AJ, Henneberger PK, Torén K, Olin A-C. Airflow limitation and changes in pulmonary function among bleachery workers. *Eur Respir J* [Internet]. 2005;26(1):133.
28. Oficina Nacional de Normalización. Normas cubanas (NC) 872: 2011 Seguridad y Salud en el Trabajo-Sustancias Nocivas en el Aire de la Zona de trabajo-Evaluación de la Exposición Laboral-Requisitos Generales. [Internet]. La Habana; 2011 Disponible en: <http://www.nc.cubaindustria.cu>