

Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias

Volumen
Volume **16**

Número
Number **4**

Octubre-Diciembre
October-December **2003**

Artículo:

Pletismografía en soldadores de acero,
soldadura al arco con gas inerte.

Derechos reservados, Copyright © 2003:
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias

**Otras secciones de
este sitio:**

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

***Others sections in
this web site:***

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)

Pletismografía en soldadores de acero, soldadura al arco con gas inerte*

MANUEL GABRIEL ROMO SANCHEZ†

* Investigación realizada en el Departamento de Fisiología Pulmonar, Hospital de Especialidades No. 34 del IMSS, Monterrey, Nuevo León.

† Médico Especialista. Servicio de Anatomía Patológica, INER. Trabajo recibido: 19-XI-2003; Aceptado: 11-XII-2003

RESUMEN

Objetivo: Detectar los efectos de la exposición a la soldadura de acero protegida con gas inerte sobre la función pulmonar, estimando la influencia de tal actividad, los hábitos de tabaquismo y la antigüedad en la actividad.

Introducción: En los últimos años se han realizado muchos estudios concernientes a los efectos del humo de la soldadura de acero en la salud de los soldadores. La función respiratoria ha sido uno de los numerosos efectos estudiados, aunque los resultados no han sido consistentes.

Palabras clave: Función pulmonar, soldadores de acero, soldadura al arco protegida con gas inerte.

Key words: Pulmonary function, steel welders, inert-gas protected welding.

Material y métodos: El estudio se realizó en una población masculina de soldadores; los sujetos se empleaban en la fabricación de partes de maquinaria pesada en Monterrey, Nuevo León. La función pulmonar se evaluó por medio de un MasterLab-Body; Erich Jaeger GmbH&CoKG 1992, 1993; siguiendo los criterios de aceptabilidad y reproducibilidad reconocidos por la Sociedad Americana del Tórax.

Resultados: El análisis bidireccional mostró un efecto significativo del hábito del consumo de tabaco, contrario al de los antecedentes de exposición. La comparación de los parámetros de función pulmonar entre grupos de soldadores contra el estándar mostró diferencias significativas.

Conclusiones: Los resultados de este estudio no concuerdan con los estudios realizados en otros países, donde los efectos de la exposición laboral en el deterioro de la función pulmonar parecen poco evidentes. El decremento de la función pulmonar registrado en los soldadores estudiados se debe, probablemente, al efecto nocivo de las sustancias en el tracto respiratorio.

ABSTRACT

Objectives: The aim of this research was to detect the effects of the steel-welding inert-gas protected exposure in the pulmonary function measuring the activity's influence, nicotine habits and seniority.

Introduction: In the last years many studies have been carried out concerning steel welding fumes effects on welder's health. The respiratory function has been one of the many studied effects, although the results have not been consistent.

Material and methods: The study was carried out in a male-welder population. The subjects were employees in the heavy-machine spare-parts manufacture in Monterrey, Nuevo Leon, Mexico. The pulmonary function was evaluated by a MasterLab-Body; Erich Jaeger GmbH&CoKG 1992, 1993; following the acceptability and the reproducibility criterion acknowledged by the American Thoracic Society.

Result: The bidirectional analysis showed a significant effect in nicotine contrary to exposure antecedents. The comparison of parameters of pulmonary function between groups of welders against the standard showed significant differences.

Conclusions: The result of this study does not correspond with the ones developed in other countries, where the labour-exposure effects in pulmonary function impairment seems not evident. The decrement of the pulmonary function registered in the welders studied is probably due to the noxious substances in the respiratory tract.

205

INTRODUCCIÓN

La soldadura industrial se ha asociado históricamente con la función pulmonar; las técnicas de soldadura actual continúan produciendo potencial exposición a partículas y gases. Muchos compuestos de la soldadura pueden afectar potencialmente al pulmón, aunque la respuesta individual de los trabajadores puede variar con la exposición de gases y humos de la soldadura. Por ende, muchos problemas respiratorios pueden estar asociados con la soldadura; entre éstos se pueden contar las respuestas agudas, tal como la que se puede apreciar en la fiebre del humo metálico, usualmente asociada a la inhalación de óxido de zinc, o los casos menos frecuentes de neumonitis por hipersensibilidad o secuelas crónicas como la neumoconiosis relacionada con la actividad de soldadura¹. En muchos países desarrollados, el incremento en la mortalidad por enfermedad pulmonar obstructiva se ha encontrado asociado con el envejecimiento de la población. Aunque la razón de esto no es clara, se sospecha que el ambiente de trabajo contribuye en la incidencia y origen de la enfermedad pulmonar obstructiva². Biológicamente es posible que los compuestos del humo de la soldadura puedan causar asma. El ozono y el dióxido de nitrógeno han sido medidos en la zona de respiración de los soldadores en concentraciones capaces de originar una respuesta bronquial (en el caso del ozono, inflamación de las vías aéreas) en sujetos normales. También los alérgenos del níquel y cromo reportados como causa del asma están presentes en el humo de la soldadura de acero inoxidable³. La sensibilización al cromo o níquel ha sido implicada como la causa del asma debido a la exposición a los humos de la soldadura de acero inoxidable, en tanto que la sensibilidad al zinc es responsable del asma debida a la exposición de humos de soldadura galvanizada. Además, se ha demostrado que los soldadores desarrollan asma por la exposición a contaminantes más que a los humos metálicos, por ejemplo, soldar en superficies recubiertas de pintura⁴. Existe sólida evidencia de que algunas de las sustancias que contienen cromo son tóxicas para el hombre; además, se conoce que los compuestos de cromo hexavalente son carcinogénicos. La Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC) ha clasificado los compuestos de cromo VI

como carcinogénicos para el humano (grupo 1) y al cromo metálico y los compuestos de cromo III como no clasificables en cuanto a su carcinogenicidad en humanos (grupo 3). Los soldadores de acero inoxidable pueden estar expuestos a todas estas especies químicas de cromo. Dependiendo del proceso de soldado, niveles elevados o bajos de cromo VI pueden estar presentes en la atmósfera. La presencia de niveles elevados que frecuentemente rebasan el valor límite umbral (TLV) son peligrosos para la salud. La estimación de la exposición interna por medio del monitoreo biológico de los soldadores se considerada de gran importancia. Las concentraciones de cromo en orina, plasma y sangre se incrementan después de la soldadura de acero inoxidable. La relación entre la exposición externa y los metales en los fluidos biológicos ha sido estudiada, encontrándose una estrecha relación entre las concentraciones de cromo en orina postjornada⁵.

En muchos países existen trabajadores ocupados de forma primaria en actividades de soldadura. Esta actividad se relaciona con la exposición a diferentes humos y gases que son potencialmente dañinos para el sistema respiratorio. Afortunadamente, muchos de los estudios realizados previamente señalan que el comportamiento de los efectos respiratorios crónicos en la actividad de soldadura no ha mostrado evidencia convincente del deterioro en la función pulmonar y, generalmente, suele aceptarse que la acumulación ordinaria de los humos de la soldadura en los pulmones no se relaciona con la enfermedad pulmonar obstructiva².

Una de las dificultades en la investigación de los efectos respiratorios crónicos en la actividad de soldadura es la evaluación de la exposición. Aunque el ambiente en los puestos de trabajo de soldadura se mantiene actualmente en condiciones favorables en muchos de los países desarrollados, los soldadores experimentaron niveles de exposición relativamente elevados en el pasado. Además, la exposición efectiva en la actividad de soldadura está enormemente influenciada por factores relacionados con la actividad individual como son la postura, la habilidad técnica, la protección con mascarillas respiratorias y su ajustabilidad a la cara, entre otros. Por esto, es difícil estimar con precisión la dosis de exposición efectiva de los trabajadores en forma individual basados en los an-

tecedentes laborales o en las estimaciones del ambiente laboral^{1-4,6-8}. La composición de las partículas en los humos de la soldadura depende del material a soldar y de los electrodos utilizados en el proceso de soldadura. La soldadura de acero templado produce humos que contienen aluminio, magnesio, fluoruro, potasio, calcio, manganeso, hierro, titanio y trazas de cobalto, zinc y plomo, mientras que la soldadura de acero inoxidable produce todos estos elementos y también cromo y níquel⁴. La literatura revela que el humo de la soldadura de acero inoxidable en los procesos de soldadura al arco manual (SAM) o metal gas inerte (MGI) contiene concentraciones significativas de cromo total; pero a diferencia del proceso por MGI, el humo emitido en el proceso de SAM contiene una proporción elevada de cromo soluble, especialmente cromo hexavalente soluble. En el humano, el metabolismo, distribución y transporte del cromo en sangre depende en gran proporción de su valencia. El cromo hexavalente se absorbe rápidamente en sangre por vía pulmonar y penetra fácilmente las membranas celulares, uniéndose a la hemoglobina de los eritrocitos después de haber sido reducido a la forma trivalente. El cromo trivalente en el aire tiene probablemente un menor grado en los valores de cromo biológico debido a que otras especies distintas al cromo hexavalente son sólo reabsorbidas en una proporción muy pequeña en el pulmón⁵.

Las enfermedades respiratorias son el resultado de la interacción entre la inhalación de los humos de soldadura y el consumo de cigarrillos, como ocurre a menudo con la sintomatología, o en más rara ocasión en las investigaciones de la función pulmonar. Estudios previos han destacado que la bronquitis crónica es más frecuente entre los soldadores; sin embargo, esta asociación no ha sido demostrada en todos los estudios, existiendo potencial confusión por otros riesgos importantes, tales como el consumo de cigarrillos y la exposición ocupacional previa^{1,2,5,6,8}. Por otra parte, debe tenerse en mente qué medidas de higiene, aun cuando usualmente reúnen los estándares de higiene actual, no protegen por completo de los efectos respiratorios de los humos de la soldadura⁷.

Al parecer, los soldadores son físicamente más fuertes que la población general (Hipótesis de Kilburn). Esta diferencia pudiera explicar la sub-

estimación de los efectos respiratorios del proceso de soldadura por dos mecanismos: por un lado, una selección ligada a las capacidades físicas y, por otro, el entrenamiento y una buena capacidad de desarrollo muscular, con predominio de los músculos de la respiración, durante las actividades de la ocupación. No obstante, esto último debiera ser demostrado ya que se ha observado que a determinado nivel de antigüedad, la función pulmonar de los soldadores decrece; este decremento se debe probablemente al efecto nocivo de las sustancias en el tracto respiratorio⁶.

En los últimos años se han realizado muchos estudios concernientes a los efectos del humo de la soldadura de acero (A) en la salud de los soldadores. Sin embargo, existen pocos estudios sobre los efectos respiratorios específicos de la soldadura de A. Los efectos respiratorios de la exposición al humo de la soldadura de A ya han sido estudiados, aunque los resultados sobre la investigación pulmonar no han sido consistentes. La labor de soldador puede involucrar exposición ambiental a un cierto número de humos, dependiendo del proceso específico de soldadura. El principal factor de riesgo para la salud de los soldadores parece estar relacionado con la elevada concentración de cromo y níquel contenida en las emisiones del humo durante la soldadura de acero. Muchas de las investigaciones demostraron que la exposición ambiental de los soldadores variaba de acuerdo con los metales y el proceso utilizado, y que la concentración de las sustancias transportadas en el aire dependía de las circunstancias del ambiente de trabajo, técnica de soldadura y posición adoptada, ventilación y existencia o tipo de dispositivo de protección respiratoria.

Los estudios publicados en ocasiones son específicos para alguna actividad de soldadura, pero con unos cuantos sujetos, o a la inversa, abarcando un gran número de soldadores en actividades heterogéneas de soldadura. El predominio sistemáticamente más alto de sintomatología respiratoria en sujetos expuestos puede ser una consecuencia de la importante exposición atmosférica al polvo transportado en el aire, presente en gran cantidad en el humo de la soldadura. Los autores han señalado que el humo del proceso de soldadura al arco contiene una elevada proporción de polvos totales y cromo hexavalente. La función respiratoria ha sido uno de los numerosos efectos

estudiados en la salud de los soldadores de acero. En contraste con los síntomas clínicos descritos por los soldadores de A, los valores de la función pulmonar aparentemente apuntan hacia una función respiratoria satisfactoria, extraño entre trabajadores expuestos a diferentes contaminantes, polvo y gas. Sin embargo, la función respiratoria de los soldadores decrece después de un período prolongado de actividad en el soldado de A; este decremento no se ha asociado estadísticamente a la edad. El control médico ocupacional de seguimiento enfocado en el examen físico de la función respiratoria, la aplicación de un cuestionario que incluya la historia clínica y ocupacional de cada soldador, y una curva espirométrica cada año pueden ser de utilidad en la prevención.

Objetivo: Detectar los efectos de la exposición crónica a la soldadura de A sobre la función pulmonar, estimando la influencia de la actividad, los hábitos de tabaquismo y la antigüedad en la actividad.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se diseñó como una cohorte, ambispectivo, con tres hipótesis de trabajo del tipo $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \dots \mu_n$, para determinar si la función pulmonar en soldadores era influenciada por el proceso de soldadura de acero, el hábito del tabaquismo y la antigüedad en la actividad, respectivamente. Una cuarta hipótesis asoció si la intensidad de las variaciones en los índices ventilatorios era determinada por la antigüedad y el consumo de tabaco.

Población de estudio

El estudio se realizó en una población masculina de soldadores de una fábrica dedicada a operaciones de soldadura. Los sujetos se empleaban en la fabricación de partes de maquinaria pesada en Monterrey, Nuevo León, México.

Criterios de selección

Criterios de inclusión: Una duración en la actividad de soldadura, con al menos cuatro años de actividad continua; y por lo menos un año en el lugar de trabajo, soldando sólo acero durante el proceso, utilizando soldadura al arco MGI.

Criterios de exclusión: Ex fumadores, personas que iniciaron el consumo de tabaco, pero que no habían fumado al menos en un mes.

Criterios de eliminación: Trabajadores con pruebas de función pulmonar no reproducibles, supervisores, incapacitados y personal rescindido.

Los antecedentes de exposición a sustancias que dañan las vías respiratorias se utilizaron para clasificar a los soldadores en grupos.

Muestra

El muestreo fue probabilístico estratificado. El tamaño de la muestra se calculó para una población infinita por inferencia de una prueba de hipótesis, aplicada a las medias de los parámetros de función pulmonar entre soldadores y controles de acuerdo con el consumo de tabaco, de una prueba de análisis de varianza bidireccional con significancia estadística, asignando un intervalo de confianza de 95%⁶.

Variables de estudio

Variables dependientes: Los valores de las pruebas de función pulmonar se obtuvieron en un laboratorio de pruebas de función pulmonar; expresados en escala categórica nominal de las razones entre lo observado y lo estimado (obs./est.): En litros (L), capacidad pulmonar total (CPT), capacidad vital forzada (CVF), volumen residual (VR) y volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF₁); en porcentaje VR%, CPT y VEF₁%, CVF; en litro/segundo (L/s) flujo espiratorio máximo (FEM), flujo espiratorio máximo al 25-75% de la CVF (FEM_{25-75%}), flujo espiratorio máximo al 50% de la CVF (FEM_{50%})^{9,10} y flujo espiratorio máximo al 75% de la CVF (FEM_{75%}); y en cm de H₂O la resistencia total (RT). La saturación de oxígeno (% SatO₂) se obtuvo por medio de un oxímetro.

Variables independientes: Todas se obtuvieron del cuestionario sobre antecedentes laborales. La antigüedad en el empleo se expresó como escala de razón asignando tres clases: clase 1, de entre \geq de 4 años a $<$ de 8 años; clase 2, de entre \geq de 8 años a $<$ de 12 años; y clase 3 \geq de 12 años. Para determinar la intensidad de asociación, la antigüedad en el empleo y la antigüedad en el lugar de trabajo se expresaron en escala categórica continua.

Variables intervinientes: Todas se obtuvieron del cuestionario sobre tabaquismo. El hábito de fumar se expresó como escala categórica nominal asignando dos categorías: 1 = fumadores activos con consumo continuo, por lo menos los dos últimos años; y 2 = no fumadores, personas que aseguraron nunca haber fumado. El consumo diario de cigarrillos y el consumo acumulado de tabaco-paquetes por año, se expresaron en escala categórica continua, este último se obtuvo del producto del consumo diario y el número de años fumando¹¹.

Variables de control: Todas se obtuvieron del cuestionario sobre antecedentes personales, expresadas en escala no categórica continua. La edad se cotejó mediante el número de afiliación al Seguro Social; el peso y la talla se corroboraron por medición directa el día del examen.

Cuestionarios. La población de estudio respondió a cuatro cuestionarios autoaplicables; un cuestionario médico que incluyó una historia del sujeto, enfocado especialmente a alteraciones respiratorias. La parte sobre síntomas respiratorios incluyó cuestiones usuales acerca de tos, expectoración, disnea, sibilancias, etcétera; un cuestionario detallado acerca de las actividades de soldadura, un cuestionario de los hábitos del consumo de tabaco, y un cuestionario de antecedentes de exposición en relación con sustancias que dañan las vías respiratorias.

Laboratorio de pruebas de función pulmonar. La función pulmonar se evaluó por medio de un MasterLab-Body; marca Erich Jaeger GmbH&CoKG 1992, 1993, siguiendo los criterios de aceptabilidad y reproducibilidad reconocidos por la Sociedad Americana del Tórax (ATS, por sus siglas en inglés)⁹. Al menos tres esfuerzos aceptables con una diferencia menor al 5% en la suma de la CVF + el VEF₁ fueron obtenidos para cada sujeto; los cálculos de reproducibilidad de la CVF y el VEF₁ se realizaron por computadora con los programas Erich Jaeger GmbH&CoKG 1992, 1993 para espirometría flujo/volumen, medición flujo/volumen y pletismografía corporal. Todas las pruebas fueron realizadas por técnicas adiestradas con experiencia en el departamento de Fisiología Pulmonar. El MasterLab-Body Erich Jaeger GmbH&CoKG cuenta con un sistema de verificación que prueba automáticamente todos los módulos conectados, determinando la presión baro-

métrica, la humedad y la temperatura por medio de sensores a una altitud dada; el sistema de registro se calibra para determinar el volumen pulmonar exacto, conectando una bomba de calibración con un volumen definido de dos litros. Como resultado, la computadora calcula los factores de corrección. La calibración de la cabina se realizó al iniciar el turno. Los valores estimados de la base de datos para pruebas de función pulmonar del estándar de Zapletal se emplearon para controlar las variables sexo, edad, peso y talla. Todos los sujetos realizaron maniobras de medición previas y posteriores a la administración de salbutamol.

Análisis estadístico. Una vez que los datos fueron codificados se verificó la homogeneidad de varianzas de todas las variables entre los grupos de soldadores con o sin antecedentes de exposición, mediante la prueba χ^2 de Bartlett; el análisis de varianza de doble entrada de Fisher se aplicó con un diseño factorial 3 · 2 · 3, los valores estimados del estándar de Zapletal se utilizaron como control, asignándoles el valor de 1; la prueba *t* de Student para muestras independientes se utilizó para establecer la significancia entre las diferencias de edad, peso, talla, área de superficie corporal e índice de masa corporal. El ajuste rectilíneo de pendientes se utilizó para aplicar la regresión lineal múltiple por el método de los mínimos cuadrados, dicha prueba también sirvió para evaluar la mejor expresión de los valores, así como la aplicabilidad del estándar. El ajuste curvilíneo de pendientes se efectuó adicionando los factores 1, 0.1 y 0.01 a las variables años de fumar, cigarrillos/día y consumo acumulado de tabaco, respectivamente; el resto de las variables no requirió de un factor de corrección. Posteriormente se aplicó el modelo no rectilíneo del análisis de covarianza, empleándose también las mejores expresiones numéricas. El análisis estadístico se realizó por computadora; los valores de probabilidad (*p*) de las variables aleatorias se devolvieron, siguiendo las distribuciones de probabilidad χ^2 de Pearson, Fisher y *t* de Student del programa Excel. Todos los datos se caracterizaron para asegurar la distribución normal de los mismos, a excepción de las variables relativas al hábito de fumar debido a los subgrupos de no fumadores. La prueba *t* de Student Welch se aplicó a las variables con varianzas no homogéneas.

RESULTADOS

De un total de 322 soldadores que respondieron a los cuestionarios, se estudiaron 65; 120 no reunieron los criterios de inclusión, mientras que 8 del grupo 1 y 22 del grupo 2 fueron excluidos; 2 trabajadores fueron eliminados de la muestra. La Tabla I presenta los subgrupos de la muestra en relación con los estratos del sorteo aleatorio. La media, mediana, moda, desviación estándar y rango de todas las variables entre grupos son proporcionados en la Tabla II.

No existió homogeneidad de varianzas entre grupos para las variables RT y VEF_{1%} de la CVF (Tabla III).

No existió una diferencia estadística significativa entre las variables de control (Tabla IV). El análisis bidireccional de la SatO₂ tampoco reveló una diferencia significativa.

El análisis bidireccional mostró un efecto significativo del hábito del consumo de tabaco, contrario al de los antecedentes de exposición (Tabla V).

Tomando en consideración el hábito de fumar como factor de confusión, se estudió la influencia de la antigüedad en la actividad. Los valores de función ventilatoria entre clases de antigüedad en el empleo no difirieron significativamente entre los grupos de soldadores y el estándar. La comparación de los parámetros de función pulmonar entre grupos de soldadores contra el estándar mostró diferencias significativas (Tabla VI). La interacción de factores no presentó en general diferencias significativas (Tablas VII, VIII).

La regresión lineal múltiple se realizó sobre los datos sometidos a ajuste rectilíneo de pendientes e incluyó las variables de control sin que pudiera apreciarse alguna diferencia estadística significativa entre éstas. Por consiguiente, la edad, el peso, la talla y el área de superficie corporal no constituyeron factores de confusión. La Tabla IX muestra los resultados del análisis de re-

gresión lineal múltiple, de los parámetros de función pulmonar de los soldadores, considerando las variables explicatorias: antigüedad en la actividad, antigüedad en el empleo, años de fumar, consumo diario de tabaco y consumo acumulado de tabaco. Sólo el consumo de tabaco se identificó como variable explicatoria en el análisis de discriminación del FEM y el FEF_{25%}.

No obstante, en general, las gráficas de dispersión permitieron observar una tendencia reducida de deterioro en los valores de función pulmonar entre soldadores a mayor antigüedad en la actividad y en el empleo, así como a mayor consumo de tabaco.

El análisis de covarianza se realizó sobre los datos sometidos a ajuste curvilíneo de pendientes e incluyó las variables: antigüedad en la actividad, antigüedad en el empleo, años de fumar, consumo diario de tabaco y consumo acumulado de tabaco (Tablas X, XI).

Las tres variables que expresaron el consumo de tabaco se contrastaron de manera independiente. El consumo diario de tabaco demostró ser la variable explicatoria que mejor se ajustó en el análisis de discriminación, de la CVF, el VR%, de la RT, el FEM, el FEM_{25%} y el VEF₁.

El efecto del broncodilatador se evaluó a través de la variación de los parámetros de función respiratoria empleados en el ajuste rectilíneo de pendientes, corroborándose la homogeneidad de varianzas entre todas las muestras (Tabla XII).

El nivel de alteración de los parámetros de función pulmonar en los soldadores se representó por clases (Tablas XIII, XIV). Sólo 22 de las 39 actividades del cuestionario de antecedentes de exposición fueron reportadas (Tabla XV).

DISCUSIÓN

A diferencia de otros estudios en soldadores de acero utilizando soldadura al arco, donde los

Tabla I. Subgrupos de soldadores por factores, elegidos en forma aleatoria.

Antigüedad	Grupo 1		Grupo 2	
	Fumadores	No fumadores	Fumadores	No fumadores
≥ 12 años	6 de 16	5 de 13	5 de 8	5 de 9
≥ 8 - < 12 años	7 de 13	6 de 9	5 de 12	5 de 8
≥ 4 - < 8 años	6 de 18	5 de 16	5 de 25	5 de 25

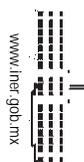


Tabla II. Valores de tendencia central y dispersión de las variables entre grupos.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
	<i>Edad</i>		<i>Peso</i>		<i>Talla</i>		<i>ASC*</i>		<i>IMC*</i>		<i>TLC*</i>		<i>FVC*</i>	
Media	30.20	31.16	74.43	75.12	167.00	169.26	1.82	1.85	26.70	26.11	1.11	1.12	0.98	1.01
Mediana	30.00	30.00	75.50	75.00	166.00	169.50	1.80	1.85	26.95	25.90	1.09	1.12	0.97	1.01
Moda	29.00	26.00	76.50	75.00	164.00	178.00	1.80	1.90	25.09	26.20	1.09	1.36	0.95	1.06
Desviación estándar	05.37	06.08	12.51	11.59	005.87	006.75	0.14	0.15	04.43	03.48	0.20	0.19	0.09	0.09
Rango	23.00	24.00	60.00	55.80	025.00	028.00	0.60	0.60	25.06	19.90	0.81	0.67	0.36	0.38
	<i>VR*</i>		<i>VR%</i>	<i>CPT*</i>	<i>RT*</i>		<i>FEM*</i>		<i>FEF_{25%}*</i>		<i>FEF_{50%}*</i>		<i>FEF_{75%}*</i>	
Media	1.67	1.65	1.45	1.40	0.71	0.81	1.10	1.08	1.15	1.08	1.07	1.09	0.87	0.88
Mediana	1.65	1.41	1.49	1.37	0.67	0.64	1.11	1.08	1.14	1.08	1.01	1.02	0.88	0.84
Moda	1.75	1.41	1.56	1.25	0.78	# N/A	1.12	1.14	1.14	1.04	1.04	1.33	0.88	#N/A
Desviación estándar	0.73	0.73	0.39	0.42	0.28	0.63	0.18	0.21	0.22	0.25	0.27	0.31	0.23	0.27
Rango	3.07	3.00	1.67	1.84	1.45	3.58	0.89	1.04	1.02	1.27	1.40	1.54	1.08	1.28
	<i>VEF₁*</i>		<i>VEF_{1%}</i>	<i>CVF*</i>	<i>CPT**</i>		<i>CVF**</i>		<i>VR**</i>		<i>VR%</i>	<i>CPT**</i>	<i>RT**</i>	
Media	0.98	1.00	0.85	0.83	1.05	1.11	0.98	1.02	1.37	1.53	1.24	1.33	0.56	0.72
Mediana	0.96	0.99	0.86	0.85	0.99	1.07	0.97	1.02	0.96	1.53	1.08	1.40	0.55	0.61
Moda	1.07	1.20	0.86	0.86	0.88	1.01	1.06	1.04	0.93	#N/A	1.16	1.84	0.60	0.39
Desviación estándar	0.10	0.12	0.04	0.08	0.20	0.15	0.09	0.10	0.76	0.62	0.44	0.43	0.17	0.49
Rango	0.38	0.66	0.18	0.47	0.85	0.59	0.39	0.36	3	2.32	1.67	1.79	0.71	2.62
	<i>FEM**</i>		<i>FEF_{25%}**</i>		<i>FEF_{50%}**</i>		<i>FEF_{75%}**</i>		<i>VEF₁**</i>		<i>VEF_{1%}</i>	<i>CVF**</i>	<i>% Sat O₂*</i>	
Media	1.13	1.11	1.20	1.13	1.13	1.08	0.92	0.94	1.00	1.03	0.86	0.85	0.97	0.97
Mediana	1.16	1.12	1.22	1.14	1.10	1.09	0.94	0.94	0.98	1.01	0.86	0.86	0.97	0.98
Moda	1.11	1.15	1.28	1.14	1.17	1.22	1.04	0.79	0.92	1.03	0.90	0.85	0.97	0.99
Desviación estándar	0.18	0.15	0.21	0.18	0.27	0.25	0.24	0.22	0.10	0.09	0.04	0.05	0.01	0.01
Rango	0.96	0.60	1.10	0.79	1.22	1.14	1.08	1.04	0.43	0.41	0.16	0.33	0.08	0.08

* *ASC*: Área de superficie corporal; * *IMC*: Índice de masa corporal; * *CPT*: Capacidad pulmonar total; * *CVF*: Capacidad vital forzada; * *VR*: Volumen residual; * *VR % CPT**: Volumen residual por ciento; * *RT*: Resistencia total; * *FEM*: Flujo espiratorio máximo; * *FEF_{25%}*: Flujo espiratorio forzado al 25 por ciento; * *FEF_{50%}*: Flujo espiratorio forzado al 50 por ciento; * *FEF_{75%}*: Flujo espiratorio forzado al 75 por ciento; * *VEF₁*: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; * *VEF_{1%}* *CVF*: *FEV₁* por ciento de la capacidad vital forzada.

** Postbroncodilatador.

Tabla III. Valor p de la distribución χ^2 de Pearson para la prueba χ^2 de Bartlett.

			Inicial	Postbroncodilatador
Edad	0.491883901	CPT*	0.796525396	0.120887225
Peso	0.673466098	CVF*	0.898318678	0.814348334
Talla	0.434642064	VR*	0.998477958	0.286576241
Área de superficie corporal	0.867575985	VR% CPT*	0.678244486	0.872046598
Índice de masa corporal	0.178891124	RT*	2.15E-05	2.18E-08
% Sat O ₂	0.877205421	FEM*	0.39360764	0.490646414
		FEF _{25%} *	0.527034112	0.410393983
		FEF _{50%} *	0.54048482	0.673378101
		FEF _{75%} *	0.414211649	0.566259339
		VEF ₁ *	0.224774943	0.654467712
		VEF ₁ % CVF*	0.000187888	0.038319423

*CPT: Capacidad pulmonar total; *CVF: Capacidad vital forzada; *VR: Volumen residual; *VR % CPT: Volumen residual por ciento de la capacidad pulmonar total; *RT: Resistencia total; *FEM: Flujo espiratorio máximo; *FEF_{25%}: Flujo espiratorio forzado al 25 por ciento; *FEF_{50%}: Flujo espiratorio forzado al 50 por ciento; *FEF_{75%}: Flujo espiratorio forzado al 75 por ciento; *VEF₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; *VEF₁% CVF: VEF₁ por ciento de la capacidad vital forzada.

Tabla IV. Prueba t de Student para variables de control.

	Edad	Peso	Talla	ASC*	IMC*
Estadístico t	-0.67980902	-0.22893613	-1.44738882	-0.91967800	0.52335333
P (T ≤ t) una cola	0.24955790	0.40983006	0.07637304	0.18062455	0.30128223
Valor crítico de t (una cola)	1.66940254	1.66940254	1.66940254	1.66940254	1.66940254
P (T ≤ t) dos colas	0.49911580	0.81966012	0.15274608	0.36124911	0.60256446
Valor crítico de t (dos colas)	1.99834176	1.99834176	1.99834176	1.99834176	1.99834176

*ASC: Área de superficie corporal; *IMC: Índice de masa corporal.

efectos del deterioro en la función pulmonar parecen poco evidentes, este estudio mostró una prevalencia elevada de alteraciones en la función respiratoria atribuible estadísticamente al hábito del consumo de tabaco y al ambiente laboral^{6,8}. El deterioro en la función respiratoria en sujetos expuestos puede ser una consecuencia de la importante exposición atmosférica al polvo transportado en el aire, presente en gran cantidad en el humo de la soldadura. No obstante, debe tenerse en mente que la exposición ambiental de los soldadores, aun utilizado un solo proceso, varía de acuerdo con el contenido de metales en el humo emitido y que la concentración de las sustancias transportadas en el aire depende de las circunstancias del ambiente de

trabajo, técnica de soldadura, posición adoptada y ventilación, limitantes de éste y otros estudios, ante la imposibilidad de medir, tanto la influencia de estos factores como la susceptibilidad de respuesta individual a los agentes lesivos de las vías respiratorias. Las ventajas a considerar en la interpretación de los resultados de esta investigación en comparación con otros estudios son, por un lado, que la muestra se obtuvo en forma aleatoria de una sola empresa, descartando de la población a los trabajadores implicados en procesos distintos a la soldadura al arco del tipo MGI, que ningún trabajador empleó dispositivo de protección respiratoria y sólo 9 soldadores se practicaron el examen entre 3 y 6 horas después de la jornada laboral; por otro lado, la determi-



Tabla V. Análisis de varianza bidireccional de la función respiratoria entre soldadores.

Factores	CPT*		CVF*		VR*		VR% CPT*		RT*	
	Inicial	Posterior	Inicial	Posterior	Inicial	Posterior	Inicial	Posterior	Inicial	Posterior
Grupos	NS	NS	NS	NS	NS	0.04962	NS	NS	NS	0.01192
Hábitos	0.03771	NS	NS	NS	5.85E-21	7.97E-13	2.44E-12	4.63E-07	9.70E-07	1.26E-09
Antigüedad	NS	NS	NS	NS	3.26E-07	NS	0.0021	NS	NS	NS
Grupos	FEM*		FEF _{25%} *		FEF _{50%} *		FEF _{75%} *		VEF ₁ *	
Hábitos	0.04474	0.01945	0.00718	0.00045	NS	0.04887	0.02073	NS	NS	NS
Antigüedad	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

*CPT: Capacidad pulmonar total; *CVF: Capacidad vital forzada; *VR: Volumen residual; *VR% CPT: Volumen residual por ciento de la capacidad pulmonar total; *RT: Resistencia total; *FEM: Flujo espiratorio máximo; *FEF_{25%}: Flujo espiratorio forzado al 25 por ciento; *FEF_{50%}: Flujo espiratorio forzado al 50 por ciento; *FEF_{75%}: Flujo espiratorio forzado al 75 por ciento; *VEF₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo.
 NS= no significativo

Tabla VI. Análisis de varianza bidireccional de la función respiratoria de soldadores contra control.

Factores	CPT *		CVF*		VR*		VR % CPT*		RT*	
	Inicial	Posterior	Inicial	Posterior	Inicial	Posterior	Inicial	Posterior	Inicial	Posterior
Grupos	0.04976	NS	NS	NS	6.13E-21	1.24E-13	2.29E-12	3.59E-07	1.19E-05	1.73E-10
Grupos	FEM*		FEF _{25%} *		FEF _{50%} *		FEF _{75%} *		VEF ₁ *	
Grupos	NS	0.03823	0.02062	0.00202	NS	NS	0.04913	NS	NS	NS

*CPT: Capacidad pulmonar total; *CVF: Capacidad vital forzada; *VR: Volumen residual; *VR% CPT: Volumen residual por ciento de la capacidad pulmonar total; *RT: Resistencia total; *FEM: Flujo espiratorio máximo; *FEF_{25%}: Flujo espiratorio forzado al 25 por ciento; *FEF_{50%}: Flujo espiratorio forzado al 50 por ciento; *FEF_{75%}: Flujo espiratorio forzado al 75 por ciento; *VEF₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo.
 NS= no significativo

Tabla VII. Análisis de varianza bidireccional de la función respiratoria entre soldadores.

Interacción	CPT *		CVF *		VR *		VR % CPT *		FEM *		FEF _{25%} *		FEF _{50%} *		FEF _{75%} *		VEF ₁ *	
	Inicial	Post	Inicial	Post	Inicial	Post	Inicial	Post	Inicial	Post	Inicial	Post	Inicial	Post	Inicial	Post	Inicial	Post
Grupos hábitos	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Grupos antigüedad	NS	NS	NS	NS	0.00026	NS	0.03418	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Hábitos antigüedad	NS	NS	NS	NS	1.33E-05	0.01996	0.00515	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Todos los factores	NS	NS	NS	NS	9.71E-05	3.07E-07	NS	0.00109	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

*CPT: Capacidad pulmonar total; *CVF: Capacidad vital forzada; *VR: Volumen residual; *VR % CPT: Volumen residual por ciento de la capacidad pulmonar total; *FEM: Flujo espiratorio máximo; *FEF_{25%}: Flujo espiratorio forzado al 25 por ciento; *FEF_{50%}: Flujo espiratorio forzado al 50 por ciento; *FEF_{75%}: Flujo espiratorio forzado al 75 por ciento; *VEF₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo.
 NS= no significativo

Tabla VIII. Análisis de varianza bidireccional de la función respiratoria de soldadores contra control.

Interacción	Inicial		Post		Inicial		Post		Inicial		Post		Inicial		Post		Inicial		Post	
	CPT*		CVF*		VR*		VR% CPT*		FEM*		FEF _{25%} *		FEF _{50%} *		FEF _{75%} *		VEF ₁ *			
Grupos hábitos	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Grupos antigüedad	NS	NS	NS	NS	4.38E-07	NS	0.00451	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Todos los factores	NS	NS	NS	NS	NS	2.86E-05	NS	0.02534	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

*CPT: Capacidad pulmonar total; *CVF: Capacidad vital forzada; *VR: Volumen residual; *VR% CPT: Volumen residual por ciento de la capacidad pulmonar total; *FEM: Flujo espiratorio máximo; *FEF_{25%}: Flujo espiratorio forzado al 25 por ciento; *FEF_{50%}: Flujo espiratorio forzado al 50 por ciento; *FEF_{75%}: Flujo espiratorio forzado al 75 por ciento; *VEF₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo.
NS= no significativo

Tabla IX. Regresión lineal múltiple de la función respiratoria de soldadores con ajuste rectilíneo.

	CPT*		CVF*		VR*		VR % CPT*		FEM*		FEF _{25%} *		FEF _{50%} *		FEF _{75%} *		VEF ₁ *	
	Inicial	Post	Inicial	Post	Inicial	Post	Inicial	Post	Inicial	Post	Inicial	Post	Inicial	Post	Inicial	Post	Inicial	Post
<i>Estadísticas de regresión</i>																		
Coefficiente de correlación	0.35	0.29	0.33	0.33	0.38	0.29	0.44	0.3	0.44	0.43	0.41	0.5	0.3	0.26	0.23	0.3	0.31	0.36
Determinación R ² †	0.12	0.09	0.11	0.11	0.14	0.09	0.2	0.09	0.2	0.19	0.16	0.25	0.09	0.07	0.05	0.09	0.1	0.13
Error típico	0.2	0.18	0.1	0.1	0.7	0.7	0.39	0.44	0.18	0.16	0.22	0.19	0.27	0.26	0.25	0.23	0.11	0.1
F	0.85	0.58	0.74	0.76	1.01	0.58	1.5	0.62	1.51	1.42	1.2	2.03	0.6	0.43	0.35	0.59	0.67	0.91
Valor crítico de F	0.58	0.81	0.67	0.66	0.44	0.81	0.17	0.78	0.17	0.2	0.31	0.05	0.79	0.91	0.95	0.8	0.73	0.52
	Probabilidad																	
Edad	0.75	0.81	0.51	0.95	0.63	0.53	0.56	0.72	0.29	0.6	0.36	0.17	0.12	0.36	0.53	0.06	0.49	0.63
Peso	0.26	1	0.43	0.52	0.25	0.85	0.34	0.72	0.43	0.47	0.38	0.28	0.75	0.35	0.74	0.97	0.79	0.88
Talla	0.11	0.44	0.85	0.98	0.2	0.32	0.13	0.47	0.88	0.84	0.52	0.54	0.9	0.93	0.67	0.7	0.42	0.55
ASC*	0.18	0.68	0.73	0.62	0.22	0.55	0.3	0.45	0.58	0.73	0.77	0.54	0.79	0.54	0.42	0.72	0.52	0.89
Antigüedad en la actividad	0.69	0.73	0.51	0.76	0.44	0.94	0.25	0.76	0.09	0.22	0.34	0.27	0.74	0.88	0.93	0.77	0.54	0.87
Antigüedad en la empresa	0.88	0.82	0.15	0.27	0.56	0.34	0.46	0.34	0.71	0.21	0.89	0.82	0.62	0.56	0.65	0.39	0.25	0.3
Años de fumar	0.45	0.51	0.34	0.57	0.23	0.38	0.2	0.27	0.02	0.13	0.14	0.06	0.4	0.34	0.76	0.87	0.4	0.6
Cigarros/día	0.91	0.82	0.79	0.95	0.97	0.78	0.89	0.86	0.03	0.01	0.05	0.01	0.1	0.39	0.79	0.93	0.43	0.63
Consumo acumulado	0.81	0.91	0.72	0.96	0.7	0.96	0.76	0.85	0.02	0.02	0.06	0.02	0.13	0.34	0.8	0.95	0.46	0.73

*CPT: Capacidad pulmonar total; *CVF: Capacidad vital forzada; *VR: Volumen residual; *VR % CPT: Volumen residual por ciento de la capacidad pulmonar total; *FEM: Flujo espiratorio máximo; *FEF_{25%}: Flujo espiratorio forzado al 25 por ciento; *FEF_{50%}: Flujo espiratorio forzado al 50 por ciento; *FEF_{75%}: Flujo espiratorio forzado al 75 por ciento; *VEF₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; *ASC: Área de superficie corporal; †: Coeficiente de determinación R².

Tabla X. Covarianza de la regresión múltiple con ajuste curvilineo* - valor p de la distribución F.

Fuente de variación	CPT*	CVF*	VR*	VR% CPT*	RT*	FEM*	FEF _{25%} *	FEF _{50%} *	FEF _{75%} *	VEF ₁ *
Regresión	0.618	0.323	0.353	0.1606039	0.320	0.149	0.653	0.995	0.786	0.244
Antigüedad en la actividad	0.238	0.163	0.391	0.5290335	0.189	0.249	0.468	0.792	0.307	0.117
Antigüedad en la empresa	0.337	0.079	0.422	0.2068912	0.064	0.042	0.229	0.859	0.379	0.049
Años de fumar	0.655	0.136	0.126	0.0328877	0.079	0.030	0.251	0.821	0.784	0.117
Regresión	0.139	0.332	0.105	0.0604187	0.267	0.137	0.374	0.843	0.692	0.071
Antigüedad en la actividad	0.025	0.171	0.059	0.1072664	0.142	0.219	0.158	0.367	0.231	0.022
Antigüedad en la empresa	0.033	0.083	0.063	0.0515319	0.049	0.037	0.088	0.378	0.281	0.009
Cigarros/día	0.637	0.179	0.135	0.0359211	0.052	0.037	0.249	0.589	0.768	0.128
Regresión	0.364	0.483	0.206	0.1100661	0.173	0.180	0.596	0.995	0.846	0.225
Antigüedad en la actividad	0.096	0.334	0.155	0.2623266	0.075	0.347	0.376	0.787	0.372	0.104
Antigüedad en la empresa	0.130	0.150	0.165	0.1172810	0.027	0.054	0.192	0.852	0.469	0.044
Consumo acumulado de tabaco	0.837	0.155	0.213	0.0596283	0.044	0.031	0.222	0.789	0.688	0.097

*Completo. X1, antigüedad en la actividad; X2, antigüedad en la empresa; X3, años de fumar; X3', cigarras/día; X3'', consumo acumulado de tabaco
 *CPT: Capacidad pulmonar total; *CVF: Capacidad vital forzada; *VR: Volumen residual; *VR% CPT: Volumen residual por ciento de la capacidad pulmonar total; *RT: Resistencia total; *FEM: Flujo espiratorio máximo; *FEF_{25%}: Flujo espiratorio forzado al 25 por ciento; *FEF_{50%}: Flujo espiratorio forzado al 50 por ciento; *FEF_{75%}: Flujo espiratorio forzado al 75 por ciento; *VEF₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo.

nación de los parámetros de función pulmonar se realizó con equipo sofisticado en un ambiente controlado. Sin embargo, aun en una misma planta con procesos productivos similares guiados por lineamientos de seguridad o higiene homogéneos, pueden existir variaciones en la intensidad de exposición.

Los antecedentes de exposición no mostraron un efecto significativo entre los grupos de soldados, dato que resulta interesante si se considera el hecho de que la mayoría de los estudios suelen excluir a estos trabajadores por la simple aplicación de encuestas autoaplicables.

Aunque el análisis de discriminación resulta de utilidad para establecer la influencia de los factores con carácter acumulativo sobre los parámetros de función respiratoria de un modo particular, no es el método idóneo para evaluar el efecto sobre los patrones respiratorios anormales, considerando que el ordenamiento de datos requerido para este tipo de pruebas estadísticas no puede diferenciar qué partes de la muestra comportan un patrón obstructivo, restrictivo o mixto.

La CVF, el VR%, la RT, el FEM, el FEF_{25%} y el VEF₁ mostraron efectos aditivos del hábito del consumo de tabaco estadísticamente significativos.

No obstante las reducidas tendencias de deterioro en los valores de función pulmonar entre soldados, a mayor antigüedad en la actividad y en el empleo, resulta poco prudente el esfuerzo de algunos investigadores de proyectar estimaciones de predicción ante los efectos divergentes de los factores ambientales y los hábitos del consumo de tabaco que determinan distintos patrones de alteración respiratoria, lógicamente porque la patogenia y evolución no son las mismas⁶. Así, no resulta extraño que la interacción de factores haya mostrado escasa significancia estadística, si se considera que esta situación deriva de las mismas circunstancias.

Los parámetros de función respiratoria se modificaron de manera significativa con el empleo de salbutamol, aunque la atenuación del broncoespasmo no disminuyó de forma notoria el número total de pacientes afectados¹². Los valores de la función pulmonar que apuntan hacia una función respiratoria satisfactoria, no deben considerarse reflejo de un "efecto saludable" en trabajadores expuestos a diferentes contaminantes, polvo y gas.

Tabla XI. Covarianza de la regresión múltiple con ajuste curvilíneo postbroncodilatador.*

Fuente de variación	CPT*	CVF*	VR*	VR% CPT*	RT*	FEM*	FEF _{25%} *	FEF _{50%} *	FEF _{75%} *	VEF ₁ *
Regresión	0.550	0.226	0.756	0.8433006	0.659	0.527	0.649	0.985	0.547	0.104
Antigüedad en la actividad	0.371	0.060	0.327	0.4088451	0.456	0.234	0.272	0.825	0.184	0.016
Antigüedad en la empresa	0.155	0.040	0.312	0.6724964	0.689	0.148	0.208	0.743	0.358	0.015
Años de fumar	0.193	0.206	0.279	0.3687274	0.298	0.162	0.366	0.764	0.546	0.360
Regresión	0.376	0.187	0.749	0.8326452	0.641	0.196	0.237	0.885	0.557	0.012
Antigüedad en la actividad	0.182	0.046	0.319	0.3942595	0.424	0.050	0.053	0.464	0.190	0.001
Antigüedad en la empresa	0.083	0.031	0.306	0.6372905	0.623	0.034	0.042	0.441	0.372	0.001
Cigarros/día	0.209	0.289	0.377	0.5203531	0.199	0.229	0.413	0.713	0.417	0.448
Regresión	0.557	0.371	0.788	0.8735668	0.567	0.473	0.637	0.974	0.610	0.069
Antigüedad en la actividad	0.381	0.126	0.363	0.4555011	0.324	0.193	0.261	0.731	0.226	0.009
Antigüedad en la empresa	0.159	0.082	0.346	0.8171357	0.447	0.123	0.201	0.674	0.458	0.009
Consumo acumulado de tabaco	0.179	0.218	0.322	0.4858829	0.159	0.162	0.327	0.785	0.484	0.264

*Completo. X1, antigüedad en la actividad; X2, antigüedad en la empresa; X3, años de fumar; X3', cigarros/día; X3'', consumo acumulado de tabaco

*CPT: Capacidad pulmonar total; *CVF: Capacidad vital forzada; *VR: Volumen residual; *VR% CPT: Volumen residual por ciento de la capacidad pulmonar total; *RT: Resistencia total; *FEM: Flujo espiratorio máximo; *FEF_{25%}: Flujo espiratorio forzado al 25 por ciento; *FEF_{50%}: Flujo espiratorio forzado al 50 por ciento; *FEF_{75%}: Flujo espiratorio forzado al 75 por ciento; *VEF₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo.

Tabla XII. Efecto del broncodilatador, prueba *t* de Student para medias de muestras dependientes.

	CPT*	CVF*	VR*	VR% CPT*	RT*	FEM*	FEF _{25%} *	FEF _{50%} *	FEF _{75%} *	VEF ₁ *
Valor P de la χ^2 de Bartlett	0.52	0.632	0.771	0.5467556	0.103	0.253	0.266	0.696	0.643	0.731
Coefficiente de correlación de Pearson**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Estadístico t	23.23	-11.53	69.66	37.175104	16.35	-10.56	-12.84	-17.25	-35.35	-39.39
P(T < t) una cola	3E-33	1E-17	2E-62	2.389E-45	8E-25	6E-16	1E-19	5E-26	5E-44	7E-47
Valor crítico de t (una cola)	1.669	1.669	1.669	1.6690137	1.669	1.669	1.669	1.669	1.669	1.669
P(T < t) dos colas	7E-33	3E-17	5E-62	4.777E-45	2E-24	1E-15	2E-19	1E-25	1E-43	1E-46
Valor crítico de t (dos colas)	1.998	1.998	1.998	1.9977278	1.998	1.998	1.998	1.998	1.998	1.998

*CPT: Capacidad pulmonar total; CVF: Capacidad vital forzada; *VR: Volumen residual; *VR% CPT: Volumen residual por ciento de la capacidad pulmonar total; *RT: Resistencia total; *FEM: Flujo espiratorio máximo; *FEF_{25%}: Flujo espiratorio forzado al 25 por ciento; *FEF_{50%}: Flujo espiratorio forzado al 50 por ciento; *FEF_{75%}: Flujo espiratorio forzado al 75 por ciento; *VEF₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo.

(**) Grados de libertad = 64

Tabla XIII. Número de soldadores clasificados por nivel de variación en la función pulmonar.

Inicial**	CPT*	CVF*	VR*	VR % CPT*	RT*	FEM*	FEF _{25%} *	FEF _{50%} *	FEF _{75%} *	VEF ₁ *	VEF _{1%}	CVF*
Incremento												
I. >20 - 40%	10	0	06	09	3	14	16	08	5	1	0	
II. >40 - 60%	05	0	05	13	0	03	04	05	1	0	0	
III. >60%	02	0	31	20	2	01	01	03	0	0	0	
Total	17	0	42	42	5	18	21	16	6	1	0	
Decremento												
I. 60 - < 80%	0	1	1	1	22	4	3	5	18	1	8	
II. 40 - < 60%	0	0	0	0	20	1	0	1	05	1	1	
III. < 40%	0	0	1	1	04	0	1	0	02	0	0	
Total	0	1	2	2	46	5	4	6	25	2	9	

*CPT: Capacidad pulmonar total; *CVF: Capacidad vital forzada; *VR: Volumen residual; *VR% CPT: Volumen residual por ciento de la capacidad pulmonar total; *RT: Resistencia total; *FEM: Flujo espiratorio máximo; *FEF_{25%}: Flujo espiratorio forzado al 25 por ciento; *FEF_{50%}: Flujo espiratorio forzado al 50 por ciento; *FEF_{75%}: Flujo espiratorio forzado al 75 por ciento; *VEF₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; *VEF_{1%} CVF: VEF₁ por ciento de la capacidad vital forzada. (**) muestra = 65.

Tabla XIV. Número de soldadores clasificados por nivel de variación en la función pulmonar.

Post**	CPT*	CVF*	VR*	VR% CPT*	RT*	FEM*	FEF _{25%} *	FEF _{50%} *	FEF _{75%} *	VEF ₁ *	VEF _{1%}	CVF*
Incremento												
>20 - 40%	15	2	03	05	1	17	21	15	6	3	0	
>40 - 60%	02	0	06	07	1	01	05	06	2	0	0	
>60%	00	0	25	21	1	01	02	02	0	0	0	
Total	17	2	34	33	3	19	28	23	8	3	0	
Decremento												
60 - < 80%	0	0	3	2	17	1	3	5	16	0	6	
40 - < 60%	0	0	5	4	22	0	0	1	05	0	0	
< 40%	0	0	1	1	13	0	0	0	00	0	0	
Total	0	0	9	7	52	1	3	6	21	0	6	

*CPT: Capacidad pulmonar total; *CVF: Capacidad vital forzada; *VR: Volumen residual; *VR% CPT: Volumen residual por ciento de la capacidad pulmonar total; *RT: Resistencia total; *FEM: Flujo espiratorio máximo; *FEF_{25%}: Flujo espiratorio forzado al 25 por ciento; *FEF_{50%}: Flujo espiratorio forzado al 50 por ciento; *FEF_{75%}: Flujo espiratorio forzado al 75 por ciento; *VEF₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo; *VEF_{1%} CVF: VEF₁ por ciento de la capacidad vital forzada. (**) muestra = 65.

Tabla XV. Frecuencia de respuestas del grupo de soldadores con antecedentes de exposición.

Actividad	Número	Actividad	Número
Construcción	13	Fabricación de alimentos	2
Siderúrgica o fundición	5	Fabricación de cemento o fibrocemento	1
¿Ha estado expuesto a disolventes?	4	Fabricación de pinturas	1
Industria cerámica	3	Fabricación de papel	1
Fabricación de refractarios	3	Industria textil	1
Fabricación de abrasivos	3	Fabricación de pesticidas	1
Fabricación de vidrio	3	Fabricación de fertilizantes	1
Industria maderera	3	Galvanización, resinas epóxicas	1
Industria de plásticos	2	Avicultura	1
Industria de gomas	2	Extracción de crudo o industria petroquímica	1
Producción de piezas de aluminio	2	¿Vive cerca de alguna mina o cantera?	1

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio no concuerdan con los estudios realizados en otros países, donde los efectos de la exposición laboral en el deterioro de la función pulmonar parecen poco evidentes. El decremento de la función pulmonar registrado en los soldadores estudiados se debe, probablemente, al efecto nocivo de las sustancias en el tracto respiratorio. La ausencia de alteraciones en la evaluación de función respiratoria no constituye un indicador para modificar el implemento de medidas higiénicas o la periodicidad de los exámenes médicos, tampoco debe asumirse como un atenuante de la necesidad del empleo de protección respiratoria^{13,14}.

REFERENCIAS

1. Bradshaw LM, Fishwick D, Slater T, Pearce N. *Chronic Bronchitis, Work Related Respiratory Symptoms and Pulmonary Function in Welders in New Zealand.* *Occup Environ Med* 1998;55:150-154.
2. Nakadate T, Aizawa Y, Yagami T, Yi-Qin Z, Kotani M, Ishiwata K. *Change in Obstructive Pulmonary Function as a Result of Cumulative Exposure to Welding Fumes as determined by Magnetopneumography in Japanese Arc Welders.* *Occup Environ Med* 1998;55:673-677.
3. Donoghue AM, Glass WI, Herbison GP. *Transient Changes in the Pulmonary Function of Welders: a Cross Sectional Study of Monday Peak Expiratory Flow.* *Occup Environ Med* 1994;51:553-556.
4. Contreras G, Chan-Yeung M. *Bronchial Reactions to Exposure to Welding Fumes.* *Occup Environ Med* 1997;54:836-839.
5. Edme JL, Shirali P, Mereau M, Sobaszek A, Boulenguez C, Diebold F, et al. *Assessment of Biological*

Chromium among Stainless steel and Mild Steel Welders in relation to Welding Processes. *Int Arch Occup Environ Health* 1997; 70:237-42.

6. Sobaszek A, Edme JL, Boulenguez C, Shirali P, Mereau M, Robin H, Haguenoer JM. *Respiratory symptoms and pulmonary function among stainless steel welders.* *JOEM* 1994; 40: 223-9.
7. Chinn DJ, Cotes JE, El Gamal FM, Wollaston JF. *Respiratory Health of young Shipyard Welders and other Tradesmen studied Cross Sectionally and Longitudinally.* *Occup Environ Med* 1995;52:33-42.
8. Özdemir Ö, Numanoğlu N, Gönüllü U, Savaş I, Alper D. *Chronic Effects of Welding Exposure on Pulmonary Function Test and Respiratory Symptoms.* *Occup Environ Med* 1995;52:800-803.
9. American Thoracic Society. *Standardization of Spirometry: update.* *Am Rev Respir Dis* 1987;136:1285-1298.
10. Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg C J, Burrows B. *Changes in the Normal Maximum Expiratory Flow Volume Curve with Growth and Ageing.* *Am Rev Respir Dis* 1983;127:725-734.
11. Marez T, Edme JL, Boulenguez C, Shirali P, Haguenoer JM. *Bronchial Symptoms and Respiratory Function in Workers exposed to Methylmethacrylate.* *Br J Ind Med* 1993;50:894-897.
12. Hjortsberg U, Ørbæk P, Arborelius JrM. *Small Air Ways Dysfunction among non-smoking Shipyard Arc Welders.* *Br J Ind Med* 1992;49:441-444.
13. Hewitt PJ, Hirst AA. *A Systems Approach to the Control of Welding Fumes at Source.* *Ann Occup Hyg* 1993;37:297-306.
14. Hewitt PJ, Hirst AA. *The Effects of Welding Parameters on Ultraviolet Light Emissions, Ozone and Cr VI Formation in MIG Welding.* *Ann Occup Hyg* 1993;41:95-104.

Correspondencia:

Dr. Manuel Gabriel Romo Sánchez.
Circuito Dramaturgos 4, Ciudad Satélite,
Naucalpan de Juárez, Estado de México, CP. 53100.