

PRESENCIA DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN EL PERSONAL QUE LABORA EN EL TERMINAL DE TRANSPORTE SUR "JOSÉ ANTONIO PAREDES" ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA, 2017.**PRESENCE OF CARBOXIHEMOGLOBIN IN THE PERSONNEL WHO WORKS AT THE SOUTH TRANSPORT TERMINAL "JOSÉ ANTONIO PAREDES" ESTADO MÉRIDA VENEZUELA 2017**Arias, Raphael¹; Chipia, Joan²; Angulo, Luis³¹ Farmacéutico. Magíster en Salud Pública.² Profesor de Bioestadística. Grupo de Investigación en Bioestadística Educativa. Facultad de Medicina de la Universidad de Los Andes. Mérida – Venezuela.³ Profesor Titular de Salud Pública. Facultad de Medicina de la Universidad de Los Andes. Mérida – Venezuela.

Recibido: 30 de marzo de 2017. Aceptado: 15 de junio de 2017

Resumen

La carboxihemoglobina es una proteína, resultante de la unión de la hemoglobina con el monóxido de carbono el cual una vez en la sangre tiende a unirse reversiblemente. La investigación tuvo por objetivo evaluar los niveles de carboxihemoglobina en temporada baja con respecto a la temporada alta, aplicado al personal que labora en el terminal de transporte de pasajeros sur "José Antonio Paredes" del municipio Libertador, estado Mérida, Venezuela, durante el año 2017. La metodología se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, un diseño cuasi-experimental y de campo, el tipo de estudio fue evaluativo; la muestra estuvo conformada por 58 empleados del terminal que cumplieron con los criterios de inclusión. Los resultados mostraron que los niveles de carboxihemoglobina son menores en la temporada baja ($0,80 \pm 0,704$) al inicio de la jornada laboral, mientras que al final de la jornada laboral el promedio fue de $2,60 \pm 1,256$, situación similar se obtuvo en la temporada alta debido a que en el inicio de la jornada el valor medio fue de $0,69 \pm 0,548$, en contraste, para el final de la jornada laboral el promedio fue de $2,98 \pm 1,377$; además se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), cuando se comparó la temporada baja al inicio y final de la jornada laboral, al igual que los fumadores tienen un mayor porcentaje de carboxihemoglobina e influye en las manifestaciones clínicas. Se concluyó que existe un mayor porcentaje de carboxihemoglobina al final de la jornada, en comparación con el inicio de la jornada de trabajo. Existe un mayor porcentaje en la temporada alta, a diferencia de la temporada baja. Se determinó un mayor porcentaje del biomarcador de carboxihemoglobina para los fumadores.

Palabras clave: Carboxihemoglobina, Salud Pública, Monóxido de Carbono, Hemoglobina.**Abstract**

Carboxyhemoglobin is a protein, resulting from the binding of hemoglobin with carbon monoxide which once in the blood tends to bind reversibly. The objective of the research was to evaluate the levels of carboxyhemoglobin in low season with respect to the high season. It was applied to the personnel who works in the south passengers transport terminal "José Antonio Paredes" of Libertador municipality, Mérida state, Venezuela, during the year 2017. The methodology was developed under a quantitative approach, a quasi-experimental and field design, the type of study was evaluative, and the sample consisted of 58 terminal employees who met the inclusion criteria. The results show that levels of carboxyhemoglobin are lower in the low season (0.80 ± 0.704) at the beginning of the working day, while at the end of the working day the average was 2.60 ± 1.256 , similar situation was obtained in the high season because of at the beginning of the day the average value was 0.69 ± 0.548 , in contrast, by the end of the working day the average was 2.98 ± 1.377 ; statistically significant differences ($p < 0.05$), when the low season was compared to the beginning and end of the working day, just like smokers have a higher percentage of carboxyhemoglobin and influences the clinical manifestations. It was concluded that there is a higher percentage of carboxyhemoglobin at the end of the day, compared to the beginning of the working day. There is a higher percentage in the high season, unlike the low season. A higher percentage of the carboxyhemoglobin biomarker was determined for smokers.

Key words: Carboxyhemoglobin, Public Health, Carbon Monoxide, Hemoglobin.

Introducción

Las elevadas concentraciones de monóxido de carbono, se generan en la atmósfera baja de centros urbanos e industriales y son originadas principalmente por la combustión incompleta de combustibles fósiles (derivados del petróleo, carbón y gas natural). En estas áreas la fuente principal de emisión de monóxido de carbono son los motores de combustión interna de los vehículos, y en menor medida de la actividad industrial: refinerías de petróleo, fábricas de papel, fundiciones, industria química, entre otras (Fuentes, Castiñeira & Queraltó, 1998). Según la Organización Mundial de la Salud (2014), la contaminación del aire representa un importante riesgo para la salud, a nivel mundial, se estima que la contaminación del aire exterior e interior provoca alrededor de siete millones de defunciones prematuras, lo que representa actualmente uno de los mayores riesgos sanitarios mundiales.

En consecuencia, en Brasil el monóxido de carbono es la sustancia emitida en mayor cantidad a la atmósfera. En Sao Paulo 1,5 millones de toneladas son lanzadas al aire anualmente; de estos el 78 % son producidos por los automotores a gasolina o diesel, 15% por automotores con combustible alcohol, 3 % por motocicletas, 2% por taxis y 2% resultan de procesos industriales (Téllez, Rodríguez & Fajardo, 2006).

Por otro lado, en un estudio publicado James (2014) reveló que estos gases, incluso en niveles de concentración propios de un tráfico pesado, pueden afectar la forma en que el corazón se comporta luego de cada latido. Hasta el presente Venezuela posee una norma para concentraciones ambientales permisibles para sustancias químicas en lugares de trabajo, Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) N° 2353:2001, que establece las Concentraciones Ambientales Permisibles (CAP) de sustancias químicas, bien sea polvos, gases, vapores o humos que debido a sus propiedades o a las características del

proceso, pasan al ambiente de trabajo y representan las condiciones bajo las cuales se acepta que casi todos los trabajadores puedan estar expuestos repetidamente día tras día (8 h/d, 5 días/semana) sin sufrir efectos adversos a su salud. También, la Norma establece "...los Índices Biológicos de Exposición (IBE) que proporcionan una herramienta para evaluar la exposición ocupacional a ciertas sustancias químicas" (Fondonorma, 2001; p.1).

Por otra parte, el personal adscrito al terminal de transporte de pasajeros sur "José Antonio Paredes" del municipio Libertador, estado Mérida, Venezuela, cumple con distintas ocupaciones de acuerdo a su profesión u oficio, indistintamente del trabajo que desempeñan, se encuentran expuestos de forma directa al (monóxido de carbono) durante su jornada laboral, por lo que el problema de la investigación radicó en observar los niveles de carboxihemoglobina en los sujetos en estudio debido a que se encuentran expuestos en el contexto en estudio, al respecto, algunos estudios tales como los de Durán (2015) señala que los individuos expuestos poseen 3,66 veces mayor riesgo de desarrollar niveles de carboxihemoglobina, en comparación con los no expuestos.

Por consiguiente, se realizó una visita al mencionado terminal, a fin de entrevistar al gerente de la institución, y manifestarle la importancia de realizar una investigación en su dependencia, hubo buena receptividad por parte de las autoridades, además expresaron que algunos trabajadores han manifestado ciertas molestias que se presume estén asociadas al monóxido de carbono. Por esa razón se hace necesario comprobar la probable existencia de carboxihemoglobina en cada trabajador, que pueda servir como una alternativa para la prevención de enfermedades y/o accidentes en el tiempo. Dichas mediciones de carboxihemoglobina se realizaron en dos tiempos diferentes, la primera en temporada baja el mes de junio y

la segunda medición en temporada alta a mediados del mes de julio de 2017, ya que aumenta el número de viajeros y por ende la cantidad de unidades de transporte, de esa manera se estableció cómo se comporta el monóxido de carbono en sangre en los distintos tiempos. En vista de lo anteriormente expuesto, se plantearon los siguientes objetivos de la investigación

General:

Evaluar los niveles de carboxihemoglobina en temporada baja con respecto a la temporada alta, aplicado al personal que labora en el terminal de transporte de pasajeros sur "José Antonio Paredes" del municipio Libertador, estado Mérida, Venezuela, durante el año 2017.

Específicos:

- Diagnosticar las características demográficas del personal que labora en el terminal en estudio
- Determinar las características laborales del personal que trabaja en el terminal de transporte.
- Identificar los trabajadores fumadores y no fumadores.
- Precisar los factores protectores de los empleados del terminal.
- Describir las manifestaciones clínicas presentes en temporada baja y alta, inicio y final de la jornada laboral de los trabajadores de dicho terminal relacionadas con el monóxido de carbono en sangre.
- Comparar las concentraciones de carboxihemoglobina en sangre en los empleados del terminal en estudio, en temporada baja y alta, además del inicio y final de la jornada laboral, según ejercicio, presencia de fumadores y manifestaciones clínicas.

Método de investigación

Según el carácter de medición y el procesamiento de los datos, la investigación se elaboró considerando un enfoque cuantitativo, tipo de estudio evaluativo, diseño cuasi-experimental y de campo (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

Variables de investigación

- Características demográficas: edad, sexo.
 Características laborales: ubicación del puesto de trabajo, cargo que desempeña, años de servicio.
 Presencia de fumadores: si, no
 Factores protectores: ejercicio, equipo de protección
 Manifestaciones clínicas: dolor de cabeza, cansancio, dificultad para respirar, náuseas o vómito, mareos.
 Carboxihemoglobina: Concentración de Carboxihemoglobina
 Población:
 El conjunto de trabajadores permanentes del terminal de transporte Sur "José Antonio Paredes" (N=74).

Muestra:

El conjunto de trabajadores permanentes del terminal de transporte Sur "José Antonio Paredes" (n=58), que manifestaron estar de acuerdo en participar en el estudio y cumplieron con los siguientes criterios

De inclusión:

- Personas que manifestaron su intención de participar en la investigación, por medio del consentimiento informado.
- Trabajadores permanentes del terminal de pasajeros.
- Tiempo mínimo de trabajo en el área no menor a 6 meses.
- Manifestar no padecer de problemas respiratorios de base.
- No estar recibiendo tratamiento con esteroides, inhaladores, entre otros.
- Personas fumadoras y no fumador.

De exclusión:

- Los empleados con puesto de trabajo permanente del terminal de pasajeros que no deseen participar.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos: La técnica empleada en el trabajo de investigación fue la encuesta, que según Hernández (2011), es una serie de ítems que se aplica a la muestra para reunir datos sobre el tema en estudio. El instrumento de recolección de datos es el Cuestionario

Biomarcador carboxihemoglobina.

Validez y Confiabilidad del instrumento: El instrumento se validó a través del juicio de cinco (5) expertos en el área, posteriormente se calculó el Coeficiente de Validez de Contenido (CVC), para determinar la concordancia entre los jueces, validez de contenido por ítem y del instrumento (Hernández, 2011). Para el proceso de validación de contenido, se consideró la opinión científica aportada por los jueces, cuatro de ellos tienen el grado académico de maestría y uno de doctorado. Se realizó el proceso de validación por medio de un instrumento de validación, para posteriormente procesar y calcular el CVC, se utilizó una escala de calificación de 1=Inadecuado, 2=Regular, 3=Adecuado. El resultado del CVC corregido fue de 0,9418, el resultado en una escala de 0 a 1 (ambos inclusive) indica desde el punto de vista cualitativo una validez de contenido excelente para los tres instrumentos (Hernández, 2011).

Se realizó una prueba piloto del Cuestionario de Carboxihemoglobina aplicada a una muestra de 30 sujetos en el terminal de transporte Tromerca (Trolebús Mérida, C.A.) Sistema de Transporte Masivo Trolebús de Mérida. Se calculó la confiabilidad de consistencia interna a través del coeficiente Alfa de Cronbach, con el uso del paquete estadístico SPSS para Windows, el cual arrojó un valor de 0,787, lo que indica una confiabilidad alta (Hernández, 2011).

Procedimiento de recolección de datos:

- Cartas de solicitud de aplicación de instrumentos: entrega al director de la Institución.
- Charla informativa: se realizaron una charla informativa sobre el procedimiento de toma de muestra en dos jornadas.
- Consentimiento informado: entrega a cada persona de la muestra.
- Toma de muestra: se realizó en el periodo comprendido entre las 5 a.m. y las 2 p.m., de acuerdo al inicio y final de la jornada de los

trabajadores del turno correspondiente en el salón de reuniones en las instalaciones del terminal. La muestra fue tomada por punción venosa con sistema al vacío de Vacutainer y también con jeringas de 3cc, que posteriormente la sangre (muestra) fue depositada en tubos con anticoagulante EDTA para la determinación de la carboxihemoglobina.

- Almacenaje y transporte: Las muestras luego de recolectadas fueron inmediatamente refrigeradas en la nevera del terminal a una temperatura de 5°C, para luego ser transportadas a los refrigeradores del laboratorio de toxicología de la Facultad de Farmacia, Universidad de Los Andes, hasta el momento de su procesamiento el cual no fue mayor a 2 días para la determinación de carboxihemoglobina.

- Procesamiento de muestras sanguíneas: Las muestras tomadas fueron procesadas en el Laboratorio de toxicología de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis. A cada muestra se le realizó la determinación de carboxihemoglobina. Tomando en cuenta que el grupo control se tomó con las lecturas iniciales al inicio de la jornada laboral (5:20 a.m.).

- Determinación de carboxihemoglobina: Se procedió de acuerdo a la técnica de Espectrofotometría de Wolf modificada (EFW), basada en la diferencia de absorbancia.

- Técnica: La técnica utilizada consistió en diluir en un tubo de centrifuga 20 microlitros (usar micropipeta) de sangre con 5 ml de solución de amonio al 0.6% agitar y centrifugar. Posterior a eso leer en el espectrofotómetro la absorbancia a 577nm y 561nm en cubetas de 1 ml, hallar la relación: E-577/E-561 de las absorbancias. Con el resultado obtenido buscar el % de carboxihemoglobina en el Anexo E.

- Valores de referencia Téllez et al (2006):
Carboxihemoglobina en no fumadores < 5,0%
Carboxihemoglobina en fumadores < 6,0%

Resultados

Los resultados se procesaron con los programas SPSS para Windows versión 22. Se encontró en las características demográficas que el mayor porcentaje de empleados encuestados son de sexo masculino 56,9%(33) y el complemento 43,1%(25) son de sexo femenino. En la variable edad se obtuvo que el promedio de edad es de 45,24 años con una variación media de 13,36 años y un error típico de 1,75 años. La distribución es asimétrica negativa (-0,67) y tiene una forma platicúrtica (-1,04), lo que indica bastante dispersión entre los datos.

En lo que respecta a las características laborales, se halló en la ubicación del puesto de trabajo el 31,0% están en el pasillo central, pista norte 25,9%, oficinas 19,0%, pista sur 15,5% y áreas externas 8,5%. En cuanto al el cargo que desempeña dentro del terminal, la categoría de mayor porcentaje el trabajo administrativo (43,1%), trabajo en pista (20,7%), mantenimiento (15,5%), vendedor (8,6%), portero (6,9%), guarda equipaje (5,2%). Con referencia a los años de servicio de los empleados del terminal de pasajeros, el mayor porcentaje para el grupo de 0 a 10 años (62,1%), de 11 a 20 años (22,4%) y 21 años o más (15,5%).

En los factores protectores se obtuvo que más de la mitad (56,9%) de los individuos en estudio no hacen ejercicio y el resto si (43,1%) y que 57 de 58 personas (98,3%) no usan ningún equipo de protección y el empleado que utiliza algún medio protector es de mantenimiento, empleando botas y guantes, no utiliza mascarilla.

En la presencia de fumadores, se encontró que el mayor porcentaje de empleados del terminal no fuman 77,6% y el resto si lo hacen 22,4%.

En la Tabla 1 se especifican las manifestaciones clínicas de los sujetos en estudio, obteniéndose en cuanto al dolor de cabeza, dificultad para respirar, dificultad para concentrarse y mareo que los porcentajes son aproximadamente iguales al inicio y final de la jornada, en contraste con el cansancio que se obtuvo una relación inversa en los porcentajes al inicio y final de la jornada laboral, finalmente en lo que respecta a náusea o vómito existió un porcentaje menor al inicio de la jornada, con respecto al porcentaje final de la jornada laboral.

En la Tabla 2 se muestra que las concentraciones de carboxihemoglobina (COHb) aumentan al final de la jornada laboral y los niveles más altos se encuentran en la temporada turística alta.

Tabla 1. Manifestaciones clínicas del personal del terminal de pasajeros.

	Inicio de la jornada laboral	Final de la jornada laboral
	Nº (%)	Nº (%)
Dolor de cabeza		
Si	28 (48,3%)	29 (50,0%)
No	30 (51,7%)	29 (50,0%)
Cansancio		
Si	26 (44,8%)	32 (55,2%)
No	32 (55,2%)	26 (44,8%)
Dificultad para respirar		
Si	12 (20,7%)	10 (17,2%)
No	46 (79,3%)	48 (82,8%)
Dificultad para concentrarse		
Si	12 (20,7%)	13 (22,4%)
No	46 (79,3%)	45 (77,6%)
Nausea o vómito		
Si	6 (10,3%)	3 (5,2%)
No	52 (89,7%)	55 (94,8%)
Mareo		
Si	6 (10,3%)	5 (8,6%)
No	52 (89,7%)	53 (91,4%)

Fuente: Los autores.

Tabla 2. Concentraciones de carboxihemoglobina en sangre, al inicio y final de la jornada laboral, en las temporadas baja y alta de los empleados del terminal de pasajeros.

	Temporada baja inicio de la jornada Nº (%)	Temporada baja final de la jornada Nº (%)	Temporada alta inicio de la jornada Nº (%)	Temporada alta final de la jornada Nº (%)
<1% COHb	20 (34,5)	---	17 (29,3)	---
1% COHb	26 (44,8)	14 (24,1)	30 (51,7)	9 (15,5)
2% COHb	9 (15,5)	11 (19,0)	2 (3,4)	12 (20,7)
3% COHb	---	18 (31,0)	---	6 (10,3)
4% COHb	---	7 (12,1)	---	15 (25,9)
5% COHb	---	5 (8,6)	---	7 (12,1)
Total	55 (94,8)	55 (94,8)	49 (84,5)	49 (84,5)
Perdidos	3 (5,2)	3 (5,2)	9 (15,5)	9 (15,5)
Total	58 (100,0)	58 (100,0)	58 (100,0)	58 (100,0)

Fuente: Cálculos propios

En la Tabla 3 se describe un aumento en las media aritméticas de concentraciones de carboxihemoglobina en sangre (%COHb) entre el inicio y el final de la jornada laboral, debido a que en la temporada baja existe un valor medio de $0,80 \pm 0,704$ al inicio de la jornada laboral, mientras que al final de la jornada laboral el promedio fue de $2,60 \pm 1,256$, situación similar se obtuvo en la temporada alta debido a que en el inicio de la jornada el valor medio fue de $0,69 \pm 0,548$, en contraste para el final de la jornada laboral el promedio fue de $2,98 \pm 1,377$.

En la Tabla 4 se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95% entre las medias del

%COHb de la temporada baja al inicio y al final de la jornada, lo cual indica que el valor medio es mayor para cuando el trabajador está al final de la jornada laboral. Además se determinaron diferencias entre la temporada alta al inicio y al final de la jornada, con una media aritmética mayor al final de la jornada laboral. También se encontraron diferencias estadísticas entre la temporada baja y alta al final de la jornada laboral, con un mayor promedio cuando el sujeto está al final de la jornada. Es importante señalar que los grupos no tienen la misma cantidad de sujetos, debido a que existió pérdida de sujetos o atrición.

Tabla 3. Medidas descriptivas de las concentraciones de carboxihemoglobina en sangre, al inicio y final de la jornada laboral, en las temporadas baja y alta del personal del terminal de transporte.

	% COHb temporada baja inicio de la jornada	% COHb temporada baja final de la jornada	% COHb temporada alta inicio de la jornada	% COHb temporada alta final de la jornada
Media Aritmética	,80	2,60	,69	2,98
Error típico de la media	,095	,169	,078	,197
Mediana	1,00	3,00	1,00	3,00
Desviación típica	,704	1,256	,548	1,377
Mínimo	0	1	0	1
Máximo	2	5	2	5

Fuente: Cálculos propios.

Tabla 4. Estadísticos de los ángulos faciales por asimetría facial.

	Presencia de asimetría	N	Media Aritmética	Desviación típica	Error típico de la media	p-valor
Ángulo1	Si	21	2,990	2,0866	,4553	0,001 (**)
	No	9	,611	1,2434	,4145	
Ángulo2A	Si	21	2,929	1,4248	,3109	0,003 (**)
	No	9	1,556	,8531	,2844	
Ángulo2B	Si	21	3,048	2,2518	,4914	0,355
	No	9	2,433	1,2845	,4282	
Ángulo3A	Si	21	23,738	7,1959	1,5703	0,105
	No	9	28,733	8,1866	2,7289	
Ángulo3B	Si	21	25,457	9,0945	1,9846	0,097
	No	9	30,744	6,8924	2,2975	
Ángulo4A	Si	21	4,267	3,0210	,6592	0,007 (**)
	No	9	1,678	1,7210	,5737	
Ángulo4B	Si	21	4,714	2,7284	,5954	0,021 (**)
	No	9	2,522	1,9344	,6448	
Ángulo5	Si	21	1,362	,8669	,1892	0,003 (**)
	No	9	,544	,4746	,1582	

Notas: Cálculos propios con SPSS para Windows versión 22.

(**) A través de la prueba t de muestra independientes se hallaron diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95% ($p \leq 0,05$).

Es importante señalar que se compararon las medias aritméticas del %COHb por ejercicio, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%, lo cual indica que las medias se comportan aproximadamente iguales, por lo tanto, el ejercicio no influye en el %COHb para el grupo de estudio. Es importante señalar que los grupos no tienen la misma cantidad de sujetos, debido a que existió pérdida de sujetos o atrición.

En la Tabla 5 se hallaron diferencias

significativas con respecto a la presencia de fumadores asumiendo un error tipo I del 5%, cuando se compararon las medias aritméticas en la temporada baja al inicio y al final de la jornada laboral. Además en la temporada alta se diferenciaron los grupos en el inicio de la jornada laboral. Los resultados antes señalados indican que los fumadores tienen un mayor %COHb. Es importante señalar que los grupos no tienen la misma cantidad de sujetos, debido a que existió pérdida de sujetos o atrición.

Tabla 5. Concentraciones de carboxihemoglobina en sangre por temporada, al inicio y final de la jornada laboral según presencia de fumadores en el personal del terminal de pasajeros

	Presencia de Fumadores	N	Media Aritmética	Desviación típica	Error típico de la media	p-valor
%COHb temporada baja al inicio de la jornada	Si	13	1,54	,776	,215	0,001(**)
	No	42	,57	,501	,077	
%COHb temporada baja al final de la jornada	Si	13	3,23	1,641	,455	0,037 (**)
	No	42	2,40	1,061	,164	
%COHb temporada alta al inicio de la jornada	Si	12	1,00	,426	,123	0,014 (**)
	No	37	,59	,551	,091	
%COHb temporada alta al final de la jornada	Si	12	3,50	1,567	,452	0,133
	No	37	2,81	1,288	,212	

Nota: (**) Existen diferencias estadísticamente significativas $p \leq 0,05$, a través de la prueba t de muestras independientes.

Fuente: Cálculos propios.

Tabla 6. Concentraciones de carboxihemoglobina en sangre por temporada, al inicio y final de la jornada laboral según manifestaciones clínicas del terminal de pasajeros.

		N	Media Aritmética	Desviación típica	Error típico de la media	p-valor
%COHb temporada baja al final de la jornada x Dificultad para concentrarse al inicio la jornada laboral	Si	12	3,25	1,357	,392	0,041(**)
	No	43	2,42	1,180	,180	
%COHb temporada baja al final de la jornada x Dificultad para concentrarse al final de la jornada laboral	Si	12	3,25	1,357	,392	0,041(**)
	No	43	2,42	1,180	,180	

Nota: (**) Existen diferencias estadísticamente significativas $p \leq 0,05$.

Fuente: Cálculos propios.

Se compararon los promedios de las concentraciones de carboxihemoglobina en sangre por las manifestaciones clínicas estudiadas, solo encontrándose diferencias estadísticas a un nivel de significación $p \leq 0,05$ con respecto a la dificultad de concentrarse, con una media aritmética mayor para los que respondieron afirmativamente durante y fuera de la jornada laboral (Tabla 6).

Discusión de resultados

La exposición al monóxido de carbono (CO) es hoy en día uno de los principales riesgos laborales en ciudades industrializadas, catalogándose desde hace dos décadas como un problema de salud pública, que es necesario que los gobiernos atiendan con celeridad (OMS, 2014). Los países en vías de desarrollo no escapan a esta situación puesto que la polución urbana, así como el aumento del parque automotor, exponen a la población de las ciudades a gran diversidad de gases, incluyendo CO (Téllez et al, 2006). En esta investigación se determinaron los valores de monóxido de carbono en los trabajadores activos del terminal de transporte sur de la ciudad de Mérida, a través del Biomarcador carboxihemoglobina, de acuerdo a lo establecido por diversos autores en cuanto a la idoneidad de este ensayo (Téllez et al, 2006). En este estudio se ensayó la técnica espectrofotométrica de Wolf modificada, metodología original desarrollada hace cuatro décadas, que ha sido adaptada a los nuevos equipos de lectura fotométrica, aumentando su rango de

detección. Los resultados obtenidos al ser comparados con los de la técnica de referencia ofrecen una correspondencia de valores significativamente positiva (razón de verosimilitud positiva < 10) y una sensibilidad de 100% con una especificidad de 96%.

Se estudiaron 58 trabajadores que se encuentran de manera permanente en el referido terminal los cuales están cumpliendo con distintas labores según su profesión y oficio, en el estudio la distribución por sexo fue de 56,9% masculinos frente a un 43,1% de la población femenina, en efecto el grupo etario con mayor participación comprende entre las edades de 51 a 61 años con una frecuencia de 18 que corresponde al 31%, con una media aritmética de 45,24 de la muestra, resultados similares a los presentados por Nuñez (2015), que estudio la determinación de los niveles de carboxihemoglobina y repercusión en la salud de los trabajadores del botadero municipal de la ciudad de Ambato, Ecuador. Por otro lado se identificó que un 31,0% de los participantes laboran en el pasillo central de las instalaciones, un 25,9% en la pista norte y 15,5% en la pista sur, lo que manifiesta que estos dos últimos se encuentran en contacto directo y con mayor riesgo a la exposición del monóxido de carbono, hay sin embargo que acotar que, los choferes de las unidades de transporte no participaron en la investigación motivado a que ellos permanecen poco tiempo en las instalaciones del terminal y por lo tanto el

nivel de exposición es relativamente bajo, además sería difícil realizar en ese grupo dos mediciones ya que ese personal tiene que abandonar las instalaciones del terminal para lograr cumplir con sus obligaciones y al mismo tiempo sería difícil establecer un grupo control.

En cuanto a la experiencia laboral en años se encuentra entre 0 a 10 años 62.1% lo que refleja que es un grupo con poca antigüedad en sus puestos de trabajo con promedios de $11,02 \pm 10,36$ años y una mediana de 8,5 años, resultados afines al estudio de Durán (2015), intitulado determinación de carboxihemoglobina al inicio y final de jornada laboral en trabajadores de estaciones de servicio-gasolineras de la zona sur-oeste de la ciudad de Cuenca, Ecuador. Con relación a los factores de protección como es el caso de hacer ejercicio un 43,1% de la población estudiada indicó que realiza esta actividad en su tiempo libre lo que demuestra que una mayoría de la muestra no aprovecha la actividad deportiva como medio de protección y prevención ante los eventos que se pueden suscitar por el CO, también llama la atención que no existe la utilización de equipo de protección como p. ej. Mascarillas o tapa bocas que tengan la característica de aislar al CO y de esa manera evitar el contacto con las vías aéreas o respiratorias de los trabajadores. Resulta oportuno señalar que con relación al tabaquismo, se observó que un 77,6% del personal manifestó no fumar cigarrillos, lo que permite concluir que el riesgo y daño generado por la exposición al CO puede estar disminuida de acuerdo a esta circunstancia, dicho de otra manera el no fumar contribuye como un factor protector en los individuos, tal como lo encontró Heredia (2014) y Nuñez (2015).

Los trabajadores encuestados señalaron presentar las siguientes manifestaciones clínicas como: dolor de cabeza, cansancio, dificultad para respirar, mareo entre otras, también expresaron a través de sus

respuestas en el cuestionario, bajo porcentaje con respecto a la sintomatología clínica que genera el CO como lo señalan Durán (2015) y Heredia (2014), esto puede deberse a los niveles bajos de monóxido de carbono presentes en la atmósfera de las instalaciones. En cuanto al análisis del biomarcador de HbCO, para establecer un grupo control se hizo necesario realizar la medición de la siguiente manera, en dos temporadas distintas, la primera en temporada baja con poca afluencia de pasajeros y por consecuente menos unidades de transporte disponibles para el momento, y la segunda medición en temporada alta con mayor afluencia de pasajeros en el terminal, así como también un incremento en el parque automotor en la referida temporada, se tomaron en cuenta ciertas características como la presencia de fumadores y el ejercicio, fue notorio observar que en los valores analizados del biomarcador de carboxihemoglobina se encontraron aumentados los porcentajes al final de la jornada, con respecto al valor del grupo control, cuya medición se realizó al inicio de la jornada en ambas temporadas con una media de 0.80 y porcentajes de carboxihemoglobina $<2\%$ y con una media de 2,60 con porcentajes entre $>1\%$ pero $<6\%$ en la temporada baja al final de la jornada, difiriendo notablemente del grupo control, estos últimos resultados son similares a la investigación de Heredia (2014), pero difiere al estudio de Ruiz (2011).

Los hallazgos antes señalados confirman lo señalado por Cedeño (2010) con referencia en que los trabajadores que se estudiaron presentaron niveles aumentados de HbCO. No obstante se puede observar que los resultados obtenidos entre ambas temporadas con sus respectivas mediciones del biomarcador, no presentan mayores cambios significativos, debido a que en la investigación de Cedeño (2010), se han encontrado valores muy superiores relacionándolos con el biomarcador HbCO en

Con relación a la concentración de carboxihemoglobina en sangre, al inicio y final de la jornada laboral en relación con la disciplina de hacer ejercicio, se evidenció una diferencia en la media aritmética de 2,80 de los trabajadores que hacen ejercicio y 3,10 del personal que no realiza el ejercicio deportivo, visto de esta manera como un grupo sedentario que se distancia en la oportunidad de mejorar su calidad de vida, considerando que el hacer ejercicio físico ayuda a eliminar con mayor facilidad el CO del organismo. En relación con algunas manifestaciones clínicas más relevante en la investigación fue la dificultad para concentrarse presentando una media aritmética de 3,25 al final de la jornada con respecto a una media de 2,42 al inicio de la jornada, que puede atribuirse a un leve efecto al monóxido de carbono, lo que es parecido al trabajo de investigación de Nuñez (2015) y Heredia (2014), en su estudio sobre la evaluación de la exposición al monóxido de carbono en habitantes de la ciudad de Azogues, Ecuador.

En esta investigación se determinaron diferencias significativas con respecto a la presencia de fumadores cuando se compararon los promedios en la temporada baja durante y fuera de la jornada laboral. Además en la temporada alta se diferenciaron los grupos al final de la jornada laboral. Los resultados antes señalados indican que los fumadores tienen un mayor nivel de carboxihemoglobina, lo que no se investigó en los trabajos de Durán (2015), sin embargo los estudios de Ruiz (2011) intitulado determinación de niveles de contaminación por monóxido de carbono en trabajadoras de tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala y Cedeño (2010) sobre la exposición ambiental a monóxido de carbono en trabajadores del terminal de pasajeros de ciudad Bolívar, estado Bolívar, los cuales reportan resultados análogos. Finalmente en los niveles de carboxihemoglobina en sangre por las

manifestaciones clínicas estudiadas, se encontraron diferencias estadísticas con respecto a la dificultad de concentrarse, con un promedio mayor para los que respondieron afirmativamente durante y fuera de la jornada laboral, lo que muestra la necesidad de tomar medidas de prevención, tal como lo enuncia Durán (2015).

Conclusiones

Se determinó en las características demográficas que el mayor porcentaje de empleados del terminal que participaron en la investigación son del sexo masculino, y los sujetos tuvieron un promedio de edad de 45 años.

En cuanto a las características laborales el mayor porcentaje fue el trabajo administrativo, seguido del trabajo en pista y de mantenimiento. En los años se encontró un porcentaje para los sujetos con más de 10 años. Además siete de cada diez trabajadores no son fumadores.

Se mostró que más de la mitad de los individuos en estudio no hacen ejercicio y casi la totalidad de los sujetos no usan ningún equipo de protección. En cuanto a las manifestaciones clínicas por exposición ambiental al CO se obtuvieron resultados variados, sin embargo, lo más resaltante es que aproximadamente la mitad presentó cefalea y agotamiento físico.

El nivel de carboxihemoglobina evidenció un mayor porcentaje al final de la jornada de trabajo, en comparación con el inicio de la jornada laboral, resultados similares a la temporada alta, en contraste con la temporada baja del personal que labora en el terminal en estudio.

La presencia de carboxihemoglobina fue mayor para los fumadores, en comparación con los no fumadores, lo que se puede atribuir a la relación de la exposición del humo del tabaco inhalado por el sujeto, debido a que es un potenciador el efecto del monóxido de carbono en el organismo del individuo.

Recomendaciones

Proponer a las autoridades del terminal en estudio la determinación de los valores de carboxihemoglobina como método predictivo de casos en determinados periodos de tiempo con el objetivo de disminuir los factores que predisponen la intoxicación por monóxido de carbono.

Concientizar a las autoridades responsables en materia de Seguridad Ambiental y Salud Laboral, a cumplir con las medidas y legislaciones necesarias que garanticen la seguridad sanitaria de los trabajadores que laboran en áreas de riesgo.

Diseñar mapas de riesgos a través de la determinación ambiental de CO, en los que se delimiten las áreas potencialmente tóxicas, con el objetivo de evitar el deterioro del estado de salud en los trabajadores.

Se considera necesario ante la duda sobre la intoxicación por monóxido de carbono y sus fuentes de emanación, la consulta a un profesional salubrista y/o en el área de toxicología, así como también a los funcionario del cuerpo de bomberos y de la dirección de Salud Ambiental, con la finalidad de impulsar la ejecución de más investigaciones en el ámbito laboral y ambiental, buscando disminuir los riesgos sobre la salud de los trabajadores.

Referencias

Cedeño, J. (2010). *Exposición ambiental a monóxido de carbono en trabajadores del terminal de pasajeros de ciudad Bolívar, estado Bolívar*. Trabajo de grado, Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar.

Duran, V. (2015). *Determinación de Carboxihemoglobina al inicio y final de Jornada Laboral en Trabajadores de Estaciones de Servicio-Gasolineras de la Zona Sur-Oeste de la Ciudad de Cuenca, Ecuador* (Trabajo de grado). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Ecuador.

Fondonorma (2001). COVENIN N°

2353:2001(3era revisión): *Norma Venezolana Concentraciones Ambientales Permisibles De Sustancias Químicas En Lugares De Trabajo E Índices Biológicos De Exposición*. Caracas: Autor.

Fuentes, X., Castiñeira, M. & Queraltó, J. (1998). *Bioquímica clínica y patología molecular* (2a. Ed.). Barcelona: Reverté.

Heredia, G. (2014). *Evaluación de la Exposición al Monóxido de Carbono en Habitantes de la Ciudad de Azogues*. Universidad Estatal de Cuenca. Ecuador.

Hernández, R. (2011). *Instrumentos de recolección de datos en ciencias sociales y ciencias biomédicas*. Mérida: Consejo de Publicaciones de la Universidad de Los Andes.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª. Ed.) México D.F.: Mc Graw Hill.

James, G. (2014). *El monóxido de carbono puede afectar el ritmo cardíaco*. BBC Mundo. Recuperado de: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/08/120806_gases_trafico_corazon_medicamento_mz.shtml

Núñez, R. (2015). *Determinación de los Niveles de Carboxihemoglobina y Repercusión en la Salud de los Trabajadores del Botadero Municipal de la Ciudad de Ambato*. Facultad de Ciencias de la Salud. Ecuador.

Organización Mundial de la Salud (2014) *Calidad del aire (exterior) y salud*. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>

Ruiz, M. (2011). *Determinación de niveles de contaminación por monóxido de carbono en*



trabajadoras de tortillerías a base de leña de la Ciudad de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala.

Téllez, J., Rodríguez, A. & Fajardo, Á. (2006). Contaminación por monóxido de carbono: un problema de salud ambiental. *Revista de Salud Pública*, 8(1), 108-117.