

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS, BIOQUÍMICAS Y BIOTECNOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



“Determinación de los niveles de Carboxihemoglobina en los conductores de transporte público de la ciudad de Arequipa”

Tesis presentada por el Bachiller:

Reyes Valdivia Waldo José Luis

**Para optar el Título Profesional de
Químico-Farmacéutico**

Asesor: Q.F. Mocita de la Fuente Torres

AREQUIPA – PERÚ

2017

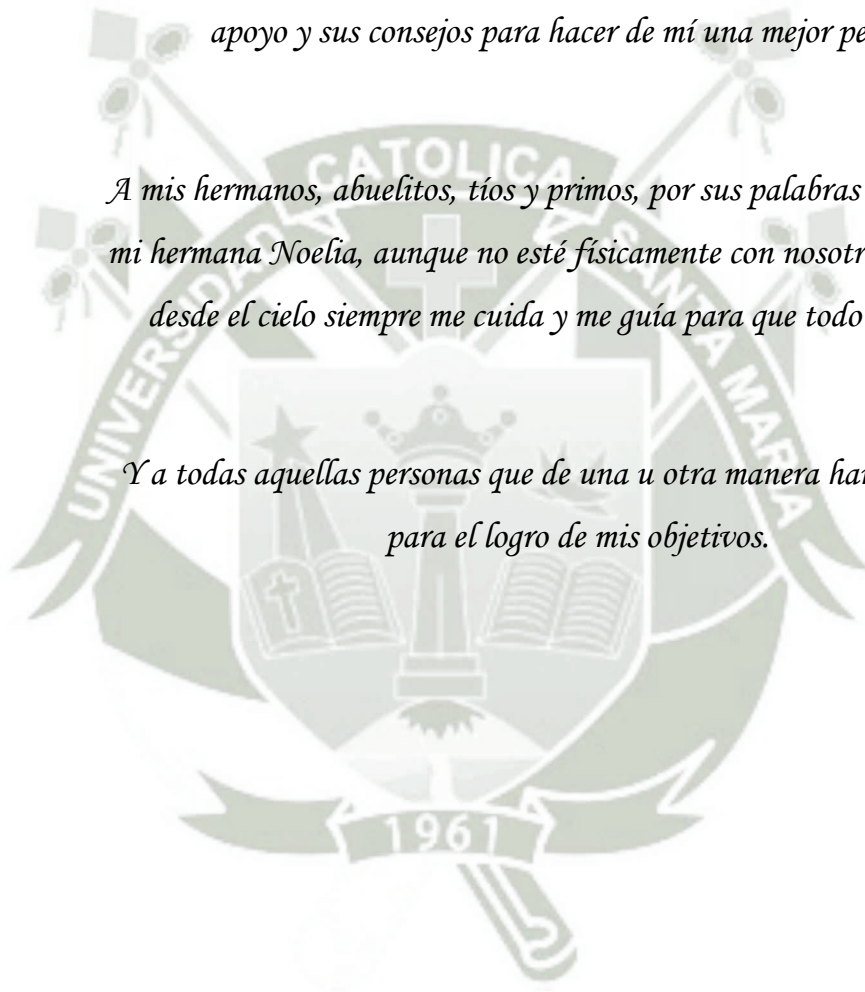
DEDICATORIAS

La presente Tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanos, abuelitos, tíos y primos, por sus palabras y compañía, a mi hermana Noelia, aunque no esté físicamente con nosotros, pero sé que desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo salga bien.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi madre, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mi padre, que siempre lo he sentido presente en mi vida y sé que está orgulloso de la persona en la cual me he convertido.

A mi hermano Diego por ser un gran amigo para mí, que junto a sus ideas hemos pasado momentos inolvidables y uno de los más importantes en mi vida.

A mi hermanita María del Carmen que con su madurez me ha inspirado a querer ser un buen ejemplo para ella.

A mi hermano Roberto y mi primo Sergio que con sus palabras de apoyo y compañía me motivaron a seguir adelante.

A mis abuelitos y tíos, por su apoyo incondicional, por compartir momentos de alegría, tristeza y demostrarme que siempre podré contar con ustedes.

ÍNDICE

DEDICATORIAS	1
AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN.....	5
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN.....	8
OBJETIVOS	11
HIPÓTESIS	12
CAPÍTULO I.....	13
MARCO TEÓRICO	13
1.1. MONÓXIDO DE CARBONO.....	13
1.1.1. <i>DATOS CLINICOS</i>	16
1.1.1.1 Intoxicacion Aguda. (Por inhalacion)	16
1.1.1.2 Intoxicacion Cronica.....	17
1.1.1.3 Datos De Laboratorio.....	18
1.1.2. <i>PREVENCION</i>	18
1.1.3. <i>TRATAMIENTO</i>	18
1.1.3.1 Tratamiento De Urgencia.....	18
1.1.3.2 Antidoto.....	19
1.1.3.3 Medidas Generales	19
1.1.4. <i>PRONÓSTICO</i>	19
1.2. HEMOGLOBINA.....	20
1.2.1. <i>Concentracion De Hemoglobina</i>	22
1.2.2. <i>Reacciones De Carga Y De Descarga</i>	22
1.2.3. <i>Curva De Disociacion De Oxihemoglobina</i>	23
1.3. CARBOXIHEMOGLOBINA.....	25
CAPÍTULO II.....	27
MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	27
2.2. ÁREA DE INVESTIGACIÓN	27
2.3. MATERIALES DE LABORATORIO.....	28
2.3.1. <i>Material Clínico</i>	28
2.3.2. <i>Equipos De Laboratorio</i>	28
2.3.3. <i>Reactivos</i>	28

2.3.4. Otros	29
2.4. MATERIAL BIOLÓGICO	29
2.5. MÉTODOS APLICADOS.....	29
2.5.1. MÉTODOS DE LABORATORIO CLÍNICO.....	29
2.5.1.1 Metodo Para La Obtencion De La Muestra De Sangre.....	29
2.5.2. MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE HEMOGLOBINA.....	30
2.5.2.1 Composicion Del Reactivo De DRABKIN.....	31
2.5.2.2 Procedimiento	31
2.5.3. MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA	32
2.5.3.1 Consideraciones Para La Muestra.....	32
2.5.3.2 Determinacin Cualitativa De Carboxihemoglobina	33
2.5.3.3 Determinacion Cuantitativa De Carboxihemoglobina	35
2.5.4. MÉTODOS ESTADÍSTICOS.....	38
CAPÍTULO III.....	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS PERSONAS BAJO ESTUDIO	40
3.2. EVALUACION DE VALORES DE HEMOGLOBINA.....	44
3.3. EVALUCIÓN DE VALORES DE CARBOXIHEMOGLOBINA	46
3.3.1. Determinacion Cualitativa (P. DE KATAYAMA)	47
3.3.2. Determinacion Cuantitativa (MET. ESPECTROFOTOMÉTRICO).....	48
SUGERENCIAS	68
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	72
ANEXO 1: INSTRUMENTO DE ENCUESTA	73
ANEXO 2: FICHA DE RESULTADOS	75
ANEXO 3: SATURACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA PRIMERA MEDICIÓN	76
ANEXO 4: SATURACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA SEGUNDA MEDICIÓN	77
ANEXO 5: SATURACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA TERCERA MEDICIÓN	78
ANEXO 6: FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	79
ANEXO 7: HOJA TÉCNICA DEL HIDROSULFITO DE SODIO	80
ANEXO 8: VALORES DE HEMOGLOBINA.....	80
ANEXO 9: EVALUACIÓN DE LOS VALORES DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA	81

RESUMEN

El propósito del presente trabajo de investigación fue determinar los niveles de carboxihemoglobina en los conductores de vehículos de transporte público de la ciudad de Arequipa.

Para desarrollar el mismo, se procedió a identificar las zonas más contaminadas, el recorrido comprendía el Cercado de Arequipa específicamente las avenidas. Jorge Chávez, Goyeneche e Independencia. Se recolectaron muestras de sangre de los conductores que están expuestas a monóxido de carbono (CO) al menos 6 horas diarias para medir el porcentaje de saturación de carboxihemoglobina (COHb).

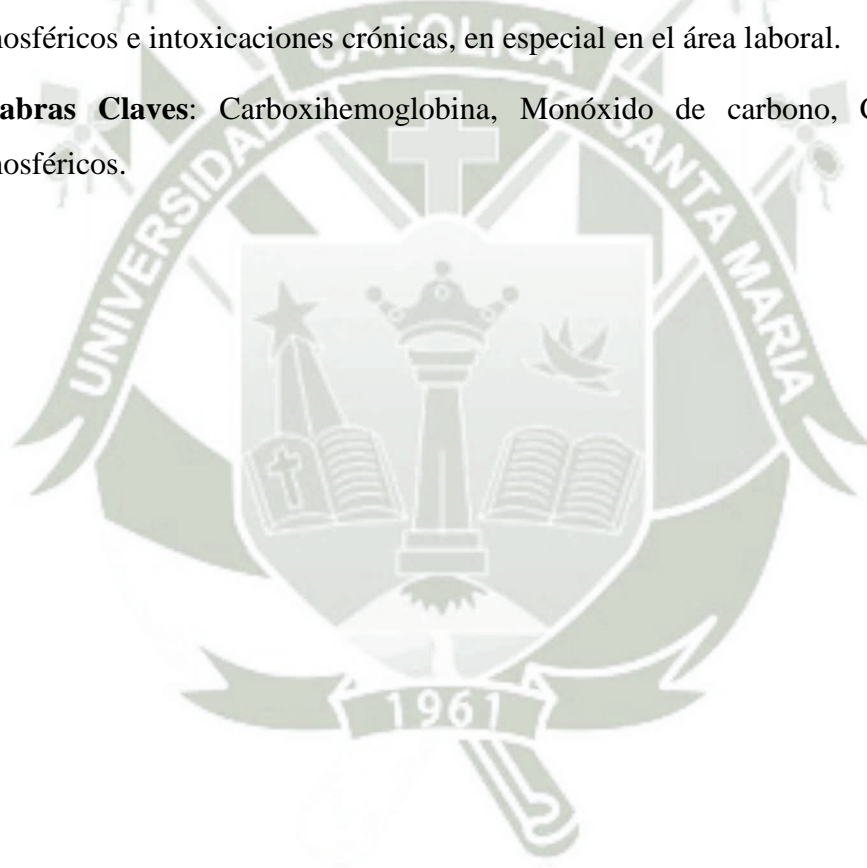
Las 30 personas que participaron en el estudio firmaron un consentimiento y completaron una encuesta.

El método de detección de carboxihemoglobina (COHb) se realizó por espectrofotometría, leyendo las absorbancias de las muestras de sangre a 538 nm, máxima absorbancia de carboxihemoglobina, y 578 nm, punto isobéptico de la carboxihemoglobina y hemoglobina. ⁽²³⁾

Los resultados demostraron que los conductores de transporte público de la ciudad de Arequipa tienen un porcentaje promedio de saturación de COHb de 13.16%, valor superior a los valores normales en personas no fumadoras: 2%. Se puede concluir que los conductores de transporte público del centro de la ciudad de Arequipa presentan concentraciones de monóxido de carbono (CO) que constituyen un riesgo para su salud y para la integridad de terceros.

Los efectos de la exposición al monóxido de carbono (CO) están bien estudiados, pero la información referente a sus potenciales efectos en trabajadores expuestos o de puestos fijos en áreas de intenso tránsito de vehículos es extremadamente limitada. Debido a que se han desarrollado pocos planes permanentes de salud pública en cuanto a la vigilancia de contaminantes atmosféricos e intoxicaciones crónicas, en especial en el área laboral.

Palabras Claves: Carboxihemoglobina, Monóxido de carbono, Contaminantes atmosféricos.



ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the levels of carboxyhemoglobin in drivers of public transportation vehicles in the city center of Arequipa.

To develop the same, the search for the most polluted areas was carried out, the route included the Cercado de Arequipa specifically Av. Jorge Chávez, Goyeneche and Independency. Blood samples were collected from drivers who are exposed to CO at least 6 hours daily to measure the carboxyhemoglobin saturation percentage (COHb).

The 30 people who participated in the study signed a consent form and completed a survey. The COHb detection method was performed by spectrophotometry, reading the absorbance's of the blood samples at 538 nm, maximum carboxyhemoglobin absorbance, and 578 nm, isosbestic point of carboxyhemoglobin and hemoglobin. ⁽²³⁾

The results showed that public transport drivers in the city center of Arequipa have an average percentage of COHb saturation of 13.16%, higher than normal values in non-smokers: 2%. It can be concluded that the public transport drivers of the city center of Arequipa present CO concentrations that constitute a risk to their health and to the integrity of third parties.

The effects of exposure to CO are well studied, but information regarding their potential effects on exposed workers or fixed positions in areas of heavy vehicular traffic is extremely limited. Because few permanent public health plans have been developed for the monitoring of air pollutants and chronic poisoning, especially in the workplace. The environmental concentration of CO depends mainly on vehicle density, and is influenced by topography and climatic conditions.

Key words: Carboxyhemoglobin, Carbon monoxide, Atmospheric pollutants.

INTRODUCCIÓN

La vida moderna nos ha permitido gracias a sus adelantos tener una vida más llevadera llena de confort a diferencia de nuestros antepasados. La energía eléctrica, el teléfono, los nuevos teléfonos inalámbricos y digitales, los plásticos, los automóviles, los hornos de microondas, las computadoras, en fin, un sin número de artículos y nuevas tecnologías que contribuyen en el desarrollo humano.

Pero la gran pregunta que nos hacemos es ¿cuál es el impacto de los diversos adelantos de la vida moderna sobre la salud? El aire contaminado debido a los vehículos es un problema serio en nuestras ciudades, uno puede ver la contaminación a simple vista o muchas veces se tratan de partículas muy pequeñas pero que sin embargo tienen el gran potencial de generar daño en la salud de las personas.

El monóxido de carbono (CO), se produce por la combustión incompleta de combustibles que contienen carbono, como Diésel y gasolina, este es emitido por el escape de los automotores junto con otros gases como óxido nítrico partículas de hollín o hidrocarburos que son tóxicos para la salud y otros elementos no tóxicos como dióxido de carbono, oxígeno y agua. El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro, explosivo y altamente toxico. Bloquea el transporte de oxígeno en la sangre, debido a la formación de carboxihemoglobina, sustituyendo el oxígeno en la hemoglobina, puede llegar a ser mortal.⁽¹⁸⁾

Dado que el monóxido de carbono es más pesado que el aire, se concentra sobre todo cerca del suelo. Pueden aparecer concentraciones altas en aparcamientos o parqueaderos estaciones de servicio o gasolineras, zonas de desembarco de productos y otros lugares donde exista una gran afluencia vehicular.⁽²⁾

En el año 2011, se investigó el porcentaje de carboxihemoglobina (%COHb) en el centro histórico de cuenca (Romeo & Espinosa, 2011), estableciendo valores referenciales de porcentaje de carboxihemoglobina %COHb en una población comparada con las zonas de estudio, obteniendo datos estadísticos de contaminación vehicular en el centro histórico de la ciudad.

En general, los efectos clínicos relacionados con las intoxicaciones por monóxido de carbono (CO) y sus valores estándares referenciales se determinan basándose en diferentes casos y sus respectivas concentraciones y las condiciones del individuo. Siendo valores menores al 10% de HbCO para los asintomáticos, del 10% al 20% cefalea, vasodilatación, 20% al 30% se presentan en las cefaleas, disnea y ángor de esfuerzo concentraciones de 30% al 40% cefalea intensa, náuseas, vómitos, alteración de la visión. Para valores comprendidos entre 40% al 50% de HbCO se señalan el síncope taquicardia y taquipnea. Cuando las concentraciones alcanzan del 50% al 60% se instalan el coma, las convulsiones, respiración irregular. Los valores de concentración de HbCO por encima del 60% promueven paro cardiorrespiratorio y muerte.⁽³²⁾

El material particulado hallado en el aire de la ciudad de Arequipa es de 220 microgramos por metro cubico cuando el máximo debe ser 150 resultados de la dirección de salud ambiental detecto 8 sectores los niveles de contaminación son tan altos que el aire es irrespirable. Las mediciones revelan que hay mayores elementos contaminantes en zonas donde el transito es lento por la concentración de vehículos parados con el motor prendido se explica que en estas zonas se detectó 220 microgramos de material particulado por metro cubico/h, cuando lo permitido es 150 ósea el 50% más de lo permitido. Las avenidas monitoreadas en Arequipa son: avenida Ejército, Porongoche, Goyeneche, Salaverry, Mariscal Castilla las avenidas estrechas dificultan el tránsito de vehículos. Un informe de la superintendencia nacional de registros públicos muestra que hasta agosto 2016, 180.000 vehículos se inscribieron en Arequipa el transporte público concentra unos 30.000 entre taxis y ómnibus y el 50% de unidades de transporte publico tienen hasta 20 años de antigüedad y son los más contaminantes.⁽¹¹⁾

Precisamente la presente investigación se centra en indagar las cantidades de carboxihemoglobina en sangre, en personas que debido a su tipo de labor se encuentran permanentemente expuestas, pudiendo generarles daño en su salud. Como sabemos la carboxihemoglobina es una forma de hemoglobina que está íntimamente relacionada con niveles agudos o crónicos de exposición al monóxido de carbono, principal gas contaminante de los vehículos modernos. El trabajo que

presentamos mide los niveles de la carboxihemoglobina en conductores de transporte público mediante un método cualitativo la prueba de katayama y un método cuantitativo espectrofotométrico, realizado en el mes de setiembre del 2016. Se hace la precisión que el valor promedio que se presenta corresponde al promedio de tres mediciones de saturación de carboxihemoglobina medidos por 15 días (primer día, octavo día y quinceavo día). A lo largo del presente estudio además se verifican aspectos teóricos relacionados al problema de investigación.



OBJETIVOS

GENERAL

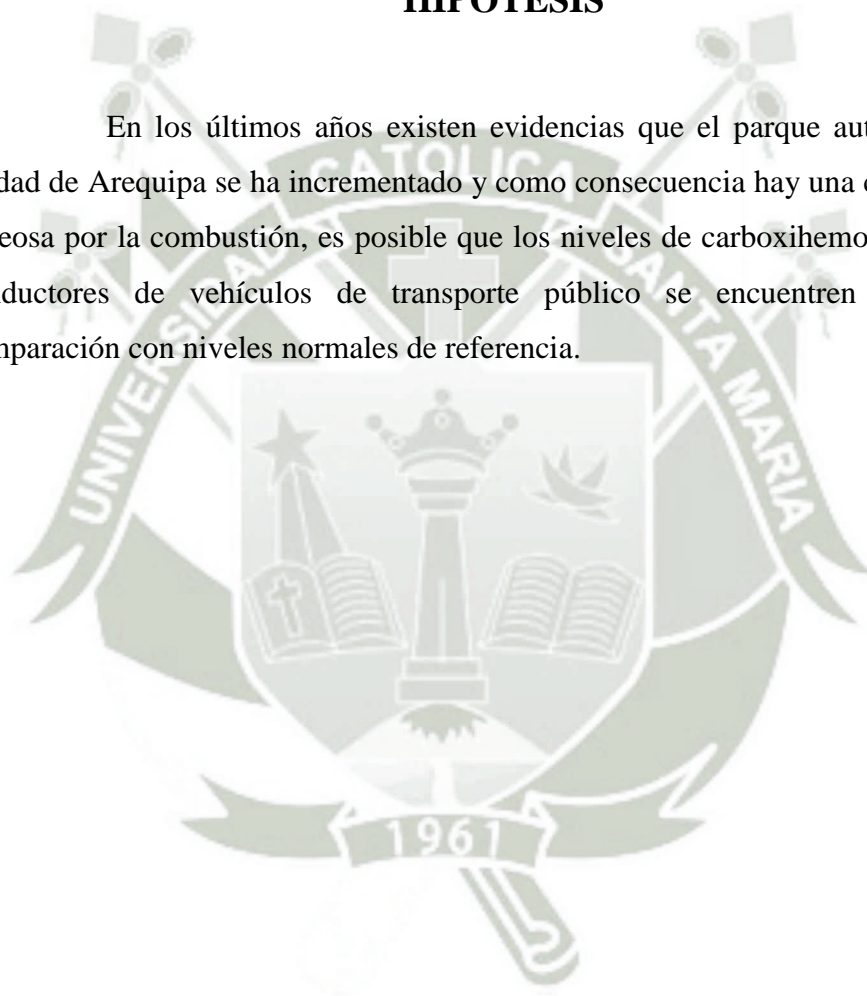
- Determinar los niveles de carboxihemoglobina en los conductores de vehículos de transporte público de la ciudad de Arequipa.

ESPECÍFICOS

1. Determinar los niveles de hemoglobina por el método de cianometahemoglobina (Valtek). En los conductores de transporte público de la ciudad de Arequipa.
2. Revisar y describir los aspectos personales (hábito tabáquico) y laborales (duración de la jornada laboral) que podrían influir en los niveles de carboxihemoglobina en conductores de vehículos de transporte público del centro de la ciudad de Arequipa.
3. Estimar el número de personas (choferes), cuyo valor de carboxihemoglobina supere los valores normales de referencia.
4. Relacionar los aspectos laborales con los niveles de carboxihemoglobina de los conductores de vehículos de transporte público de la ciudad de Arequipa.

HIPÓTESIS

En los últimos años existen evidencias que el parque automotriz en la ciudad de Arequipa se ha incrementado y como consecuencia hay una contaminación gaseosa por la combustión, es posible que los niveles de carboxihemoglobina de los conductores de vehículos de transporte público se encuentren alterados en comparación con niveles normales de referencia.



CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

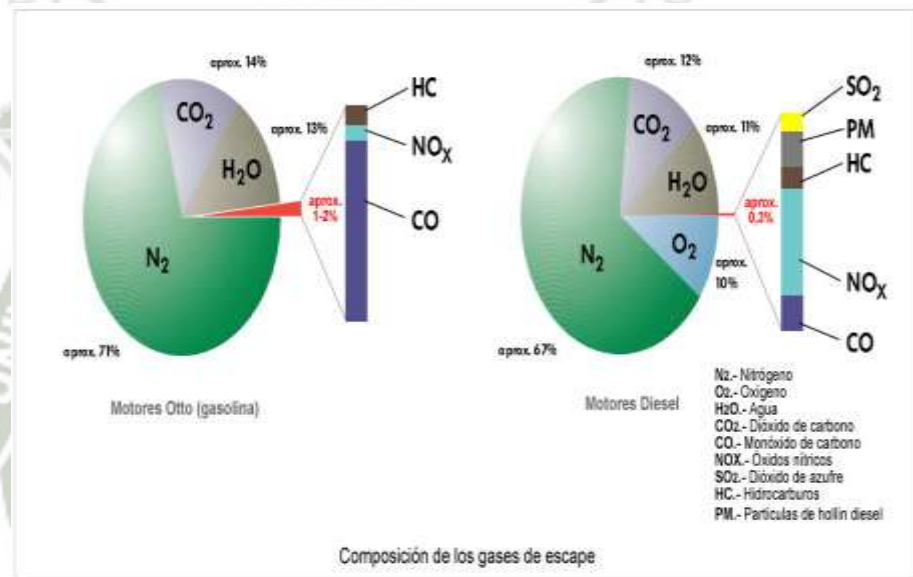
1.1. MONÓXIDO DE CARBONO

El monóxido de carbono se produce por la combustión incompleta de carbón o materiales con carbón. Todos los dispositivos de combustión o flama emiten monóxido de carbono, incluso los calentadores radiantes catalíticos. La emisión mundial del monóxido de carbono es casi 232 millones de toneladas cada año, en tanto que Estados Unidos De América (EUA) produce 88 millones de éstas. La cantidad total emitida cada año debería ser suficiente para incrementar la concentración en la atmosfera baja, pero un proceso de limpieza biológica evita las concentraciones en cantidades que rebasen de 0.03 a 0.10 ppm. ⁽⁶⁾

Los productos de desecho de la combustión incompleta del gas natural o de combustibles de petróleo tienen hasta 5% de monóxido de carbono. Un calentador de gas natural no ventilado emite hasta 9 litros por minuto, que es suficiente para convertir el aire en una habitación pequeña un agente peligroso en unos cuantos minutos. Los productos de desecho de motores de combustión interna o gasolina contienen de 3 a 7% de monóxido de carbono. Un vehículo a gasolina sin dispositivo para control de emisiones emite 0.3 Kg de monóxido de carbono por litro de combustible o 50g por km a 6.35 km por litro. Los estándares actuales para los automóviles nuevos requieren limitar la emisión de monóxido de carbono a 0.5%. Un vehículo con Diésel emite 8.9 g de monóxido de carbono por litro de combustible o

4.4 g por km a 2.1 km por litro. El humo de cigarrillos, pipas, puros y otras fuentes potentes de monóxido de carbono contienen 4% de éste. ⁽⁶⁾

El límite de exposición industrial para monóxido de carbono es de 35 ppm. En Estados Unidos De América (EUA) se considera adversa una concentración de monóxido de carbono para el aire comunitario de 9 ppm por un periodo continuo de 8 horas. Como ejemplos de contaminación del aire comunitario, en 1967, Burbank, California excedió 20 ppm por 583 horas y 10 ppm por 6044 horas, en tanto que en San Francisco excedió 20 ppm por 20 horas y 10 ppm por 264 horas en el mismo año.



El monóxido de carbono se combina con hemoglobina para formar carboxihemoglobina, que es incapaz de transportar oxígeno, por lo que se produce anoxia tisular. Una parte del monóxido de carbono en 200 partes de oxígeno (O₂) o 1000 partes de aire causará una saturación de alrededor de 50% de hemoglobina para formar carboxihemoglobina. Incluso un paciente que respire aire con las concentraciones más bajas de monóxido de carbono tendrá casi 1% de hemoglobina en los eritrocitos combinada con monóxido de carbono. El aire exhalado por un individuo contiene casi 3 ppm de monóxido de carbono, que provienen de la degradación de la hemoglobina liberada cuando el eritrocito es destruido al final de su periodo de vida, que es alrededor de 120 días. Una persona que inhala el humo de

20 cigarrillos durante un día tendrá al menos 6% de su hemoglobina saturada con monóxido de carbono. Los empleados de cocheras que trabajan en un ambiente que contiene de 7 a 240 ppm de monóxido de carbono tienen de 3 a 15% de su hemoglobina combinada con monóxido de carbono. En laboratorios experimentales, los sujetos expuestos a 50 ppm por 30 min tienen saturación de 3% de hemoglobina con monóxido de carbono. La relación es tal, que una concentración en aire de 6 ppm de monóxido de carbono incrementará la cantidad de hemoglobina combinada con monóxido de carbono en 1%. Se calcula que el tiempo requerido para que ocurra este equilibrio es cercano a 8 h, si bien la medición directa no se ha realizado en estas concentraciones bajas. ⁽⁶⁾

La hemoglobina tiene una afinidad por el monóxido de carbono 210 veces más elevada que el oxígeno. Además, la presencia de monóxido de carbono incrementa la estabilidad de la hemoglobina combinada. Así, la presencia de monóxido de carbono reduce la disponibilidad de oxígeno en los tejidos por: 1) combinación directa con la hemoglobina, reduciendo la cantidad de hemoglobina disponible para transportar oxígeno y 2) al evitar la liberación de parte del oxígeno a presiones de oxígeno bajas presentes en los tejidos corporales. Como ejemplo, un paciente con anemia que tenga una concentración de hemoglobina que corresponde a 50% de lo normal y sin monóxido de carbono tendrá el doble de oxígeno disponible en los tejidos en comparación con un paciente que tenga 50% de su hemoglobina combinada con monóxido de carbono. El paciente con anemia tendrá síntomas graves, en tanto que el paciente con intoxicación con monóxido de carbono fallecerá. La inhalación del humo de un cigarrillo reduce la cantidad de oxígeno disponible a los tejidos en casi 8%, el equivalente de ir del nivel del mar a una altitud de 1220 metros. Este efecto participa en la insuficiencia coronaria. ^(6, 27)

Además de su fuerte afinidad por la hemoglobina, el monóxido de carbono también se combina con la mioglobina de los músculos y con ciertas enzimas. La interferencia con la operación del sistema de citocromo oxidasa se postula como el principal defecto tóxico del monóxido de carbono; en consecuencia, se recomienda la administración de oxígeno hiperbárico para el tratamiento de la intoxicación grave con monóxido de carbono, incluso después de que las concentraciones de carboxihemoglobina regresen a cifras normales. Los ratones son

capaces de sobrevivir con 100% de su hemoglobina combinada con monóxido de carbono si se le administra oxígeno a presión suficientemente elevada. ⁽⁶⁾

La capacidad visual de los sujetos disminuye para distinguir diferencias, la intensidad de la luz afecta cuando 4% de la hemoglobina esta combinada con monóxido de carbono. El mismo nivel de saturación también interfiere con ciertas pruebas psicológicas (por. ej. elegir la letra correcta, elegir el color correcto, marcar las respuestas correctas). Los errores en la aritmética y la incapacidad para subrayar las palabras en plural no ocurren hasta que la saturación de hemoglobina alcanza de 8 a 10%. La capacidad para discriminar la duración del tiempo se reduce después de la exposición a monóxido de carbono en concentraciones de 50 ppm durante 90 min. La frecuencia cardíaca durante el ejercicio al nivel del mar no se afecta cuando el 6% de la hemoglobina se combina con monóxido de carbono, pero se incrementa cuando se combina 13% de ésta. Por otra parte, la saturación de 4% de hemoglobina incrementa de manera notable la deficiencia de oxígeno que ocurre durante el ejercicio intenso. ⁽⁶⁾

La exploración histopatológica en casos mortales de intoxicación con monóxido de carbono muestra hemorragias microscópicas y áreas necróticas en todo el cuerpo. También se han observado congestión intensa y edema cerebral, de hígado, riñones y vaso. Los tejidos tienen un aspecto rojo brillante. El examen microscópico muestra daño a las células nerviosas, en especial, a la corteza cerebral y médula espinal. El daño miocárdico ocurre con concentraciones de carboxihemoglobina del 25 a 50%. ⁽⁶⁾

1.1.1. Datos clínicos

La principal manifestación de intoxicación con monóxido de carbono es la disnea. ^(3, 6)

1.1.1.1 Intoxicación aguda (por inhalación)

La absorción de monóxido de carbono y los síntomas que causa dependen en gran medida de la concentración de monóxido de carbono en el aire inspirado, tiempo de exposición, y actividad de la persona expuesta. ⁽⁶⁾

- a. Las concentraciones de 100 ppm (a 0.01%) no producirán síntomas durante una exposición de 8 h. Se detectan cambios cardiovasculares en algunos pacientes con concentraciones de carboxihemoglobina superiores a 5%. ⁽⁶⁾
- b. La exposición a 500 ppm (a 0.05%) por 1 h durante el trabajo que no exige esfuerzo físico mayor no causa síntomas, o sólo cefalea leve y disnea. La sangre contendrá alrededor de 20% de carboxihemoglobina. Una exposición más prolongada a la misma concentración o una actividad mayor incrementará la saturación sanguínea de 40 a 50%, con síntomas de cefalea, náuseas, irritabilidad, taquipnea, dolor torácico, confusión, trastornos del juicio y lipotimia al incrementarse el ejercicio. También se presentan palidez y cianosis. ⁽⁶⁾
- c. Concentraciones por arriba de 1 000 ppm causan pérdida de la conciencia, insuficiencia respiratoria y muerte si la exposición continúa por más de una hora. La sangre contendrá de 50 a 90% de carboxihemoglobina. Durante el periodo de recuperación ocurren hiperactividad, conducta anormal y convulsiones. Después de la intoxicación grave ocurren mionecrosis, neuropatía, insuficiencia renal, púrpura trombocitopenia trombótica y neuritis retro bulbar con edema neurorretinal. En 7% de las intoxicaciones mortales por monóxido de carbono, la concentración de carboxihemoglobina es menor de 40%. ⁽⁶⁾

1.1.1.2 Intoxicación crónica

No ocurre intoxicación crónica en el sentido de acumulación de monóxido de carbono en el organismo. Después de que la concentración de carboxihemoglobina en sangre ha regresado a cifras normales, la susceptibilidad al monóxido de carbono no se incrementa a menos que ocurra daño cerebral. No obstante, la anoxia repetida por absorción de monóxido de carbono causará incremento gradual en el daño al Sistema Nervioso Central (SNC) con pérdida de la sensibilidad en los dedos, trastornos de la memoria, signo de Romberg positivo y deterioro mental. ^(6, 27)

Las muertes por enfermedad cardiovascular se incrementan ligeramente en individuos expuestos a bajas concentraciones de monóxido de carbono. ⁽⁶⁾

1.1.1.3 Datos de laboratorio

- a. El recuento de leucocitos es normal o está elevado hasta 18 000 mm³ o más. ⁽⁶⁾
- b. La concentración sanguínea de carboxihemoglobina se mide por espectrofotometría. ⁽⁶⁾
- c. Ocurre proteinuria. ^(6, 27)
- d. Un ECG es útil para indicar posible daño miocárdico.

1.1.2. Prevención

La concentración en aire de monóxido de carbono se mantendrá por debajo de los límites de exposición en todo momento mediante ventilación apropiada. Todos los dispositivos de combustión se ventilarán hacia el exterior del lugar. Estos dispositivos incluyen calentadores de agua de flama, estufas, refrigeradores de gas y máquinas de combustión interna. ⁽⁶⁾

1.1.3. Tratamiento

1.1.3.1 Tratamiento de urgencia

- a. Evitar la exposición. ⁽⁶⁾
- b. Administrar oxígeno al 100% por medio de mascarilla hasta que la carboxihemoglobina en sangre se reduzca por debajo de las concentraciones peligrosas. La concentración de carboxihemoglobina reduce a la mitad en 1 a 2 h. Después de 2 h la concentración de oxígeno (O₂) se reduce a 60%. No está justificada la administración de oxígeno hiperbárico.
- c. Si existe depresión respiratoria se administra respiración artificial con oxígeno al 100% hasta que la respiración se normalice. ⁽⁶⁾

1.1.3.2 Antídoto

Administrar oxígeno (O₂) de la forma en que se menciona en las medidas de urgencia. ^(6, 35)

1.1.3.3 Medidas generales

- a. Mantener la temperatura corporal normal. ⁽⁶⁾
- b. Mantener la presión arterial normal. ⁽⁶⁾
- c. Administrar manitol al 20%, 1 g/kg por vía intravenosa en 20 min, a fin de reducir el edema cerebral. ⁽⁶⁾
- d. Administrar prednisolona, 1 mg/kg por VI o VM cada 4 h u otro cortico esteroide para el edema cerebral. ⁽⁶⁾
- e. Si existe hipertermia se reduce la temperatura mediante la aplicación de cataplasmas fríos. ⁽⁶⁾
- f. Tratar la neumonía bacteriana por aspiración con antibióticos específicos contra el microorganismo. ⁽⁶⁾
- g. Es útil el reposo en cama por 2 a 4 semanas, para reducir las complicaciones neurológicas tardías. ⁽⁶⁾
- h. Controlar las convulsiones o hiperactividad con diazepam, 0.1 mg/kg por vía intravenosa. Después utilizar fenitoína. ⁽⁶⁾

1.1.4. Pronóstico

Si el paciente se recupera, los síntomas ceden gradualmente. Si persiste una concentración sanguínea elevada por varias horas, el temblor, deterioro mental y conductas anormales persisten o reaparecen después de un periodo sin síntomas de 1 a 2 semanas. Estos síntomas de daño al Sistema Nervioso Central SNC son permanentes. No es probable la recuperación completa si persisten los síntomas de deterioro mental durante dos semanas. ^(6, 27)

1.2. HEMOGLOBINA

Casi todo el oxígeno en la sangre está contenido dentro de los eritrocitos, donde está enlazado químicamente a la hemoglobina. Cada molécula de hemoglobina consta de cuatro cadenas polipeptídicas llamadas globinas y cuatro moléculas de pigmento orgánicas en forma de disco, que contienen hierro, llamadas hem. ⁽³³⁾

La parte proteínica de la hemoglobina está compuesta de dos cadenas α idénticas, cada una de 141 aminoácidos de largo, y dos cadenas β idénticas, cada una de 146 aminoácidos de largo. Cada una de las cuatro cadenas polipeptídicas está combinada con un grupo hem. En el centro de cada grupo hem hay un átomo de hierro, que puede combinarse con una molécula de oxígeno. Así, una molécula de hemoglobina puede combinarse con cuatro moléculas de oxígeno —y puesto que hay alrededor de 280 millones de moléculas de hemoglobina por cada eritrocito, cada eritrocito puede transportar más de 1 000 millones de moléculas de oxígeno. ^(14, 33)

El hem normal contiene hierro en la forma reducida (Fe^{2+} , o hierro ferroso). De esta manera, el hierro puede compartir electrones y unirse con el oxígeno para formar oxihemoglobina. Cuando la oxihemoglobina se disocia para liberar oxígeno hacia los tejidos, el hierro hem aún se encuentra en la forma reducida (Fe^{2+}), y la hemoglobina recibe el nombre de desoxihemoglobina o hemoglobina reducida. Así, el término oxihemoglobina no es equivalente a hemoglobina oxidada; la hemoglobina no pierde un electrón (y queda oxidada) cuando se combina con el oxígeno. La hemoglobina oxidada, o metahemoglobina, tiene hierro en el estado oxidado (Fe^{3+} , o férrico). De este modo, la metahemoglobina carece del electrón que necesita para formar un enlace con oxígeno, y no puede participar en el transporte de oxígeno. La sangre normalmente sólo contiene una pequeña cantidad de metahemoglobina, pero ciertos fármacos pueden aumentar esta cantidad. ^(15, 33)

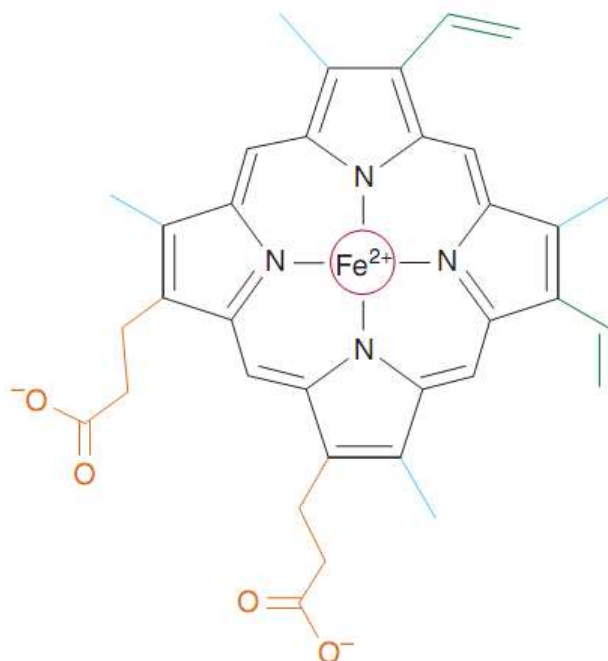


Figura N1: Estructura de la Hemoglobina

En la carboxihemoglobina, que es otra forma anormal de la hemoglobina, el hem reducido está combinado con monóxido de carbono en lugar de con oxígeno. Puesto que el enlace con el monóxido de carbono es alrededor de 210 veces más fuerte que el enlace con el oxígeno, el monóxido de carbono tiende a desplazar el oxígeno en la hemoglobina, y permanece fijo a este último conforme la sangre pasa por los capilares sistémicos. ⁽³³⁾

La saturación porcentual de oxihemoglobina (el porcentaje de oxihemoglobina de la hemoglobina total) se mide para evaluar qué tan bien los pulmones han oxigenado la sangre. El valor normal para la sangre arterial es de alrededor de 97%; el resto está compuesto de cantidades variables de desoxihemoglobina, carboxihemoglobina y metahemoglobina. La saturación de oxihemoglobina y la proporción de estas otras formas puede medirse porque cada tipo de hemoglobina tiene un color singular; cada una absorbe luz visible de manera diferente (tiene un espectro de absorción diferente). Esto da a la oxihemoglobina un color rojo jugo de tomate, mientras que la carboxihemoglobina tiene un color similar al jugo de arándano. La saturación de oxihemoglobina por lo general se mide con un oxímetro de pulso, pero puede medirse con mayor precisión en una muestra de sangre arterial usando un aparato de sangre-gas. ⁽³³⁾

1.2.1. Concentración de hemoglobina

La capacidad de transporte de oxígeno de la sangre entera está determinada por su concentración de hemoglobina. Si dicha concentración está por debajo de lo normal en una afección llamada anemia, el contenido de oxígeno de la sangre será anormalmente bajo; por el contrario, cuando la concentración de hemoglobina aumenta por arriba del rango normal como ocurre en la policitemia (recuento alto de eritrocitos), la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre aumenta en consecuencia. Esto puede ocurrir como una adaptación a la vida a una altitud elevada.⁽³³⁾

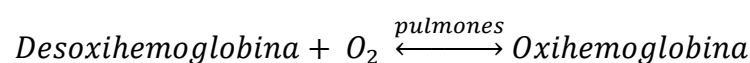
La producción de hemoglobina y de eritrocitos en la médula ósea está controlada por una hormona llamada eritropoyetina producida por los riñones en respuesta a la hipoxia tisular. El suministro de una cantidad de oxígeno menor que lo normal a los riñones estimula la secreción de eritropoyetina y, así, la producción de eritrocitos. Los andrógenos también promueven la producción de eritrocitos, lo cual explica por qué la concentración de hemoglobina es de 1 a 2 por 100 ml más alta en varones que en mujeres.⁽³³⁾

1.2.2. Reacciones de carga y de descarga

La desoxihemoglobina y el oxígeno se combinan para formar oxihemoglobina; esto se llama reacción de carga. La oxihemoglobina, a su vez, se disocia para dar desoxihemoglobina y moléculas de oxígeno libre; esta es la reacción de descarga. La reacción de carga ocurre en los pulmones, y la de descarga en los capilares sistémicos.⁽³³⁾

Así, la carga y descarga puede mostrarse como una reacción reversible:

(24)



El grado al cual la reacción irá en cada dirección depende de dos factores: 1) la PO_2 del ambiente, y 2) la afinidad, o fuerza de enlace, entre la hemoglobina y el oxígeno. La PO_2 alta impulsa la ecuación hacia la derecha (favorece la reacción de carga); a la PO_2 alta de los capilares pulmonares, casi todas las moléculas de desoxihemoglobina se combinan con oxígeno. La PO_2 baja en los capilares sistémicos impulsa la reacción en la dirección opuesta para promover la descarga. La magnitud de esta descarga depende de qué tan bajos son los valores de PO_2 .⁽³³⁾

La afinidad entre la hemoglobina y el oxígeno también influye sobre las reacciones de carga y descarga. Un enlace muy fuerte favorecería la carga, pero inhibiría la descarga; un enlace débil obstaculizaría la carga, pero mejoraría la descarga. La fuerza del enlace entre la hemoglobina y el oxígeno en circunstancias normales es suficientemente fuerte, de manera que 97% de la hemoglobina que abandona los pulmones está en una forma de oxihemoglobina, pero el enlace es suficientemente débil de modo que se descarguen cantidades adecuadas de oxígeno para sostener la respiración aeróbica en los tejidos.⁽³³⁾

1.2.3. Curva de disociación de oxihemoglobina

La sangre en las arterias sistémicas, a una PO_2 de 100 mmHg, tiene un porcentaje de saturación de oxihemoglobina de 97% (lo que significa que 97% de la hemoglobina está en la forma de oxihemoglobina). Esta sangre es suministrada a los capilares sistémicos, donde el oxígeno se difunde hacia las células y se consume en la respiración aeróbica. De este modo, la sangre que sale en las venas sistémicas está reducida en oxígeno; tiene una PO_2 de alrededor de 40 mmHg, y un porcentaje de saturación de oxihemoglobina de aproximadamente 75% cuando una persona está en reposo. En otras palabras, la sangre que entra a los tejidos contiene 20 ml de O_2 por 100 ml de sangre, y la que sale de los tejidos contiene 15.5 ml de O_2 por 100 ml de sangre. Así, 22%, o 4.5 ml de O_2 de los 20 ml de O_2 por 100 ml de sangre, se descarga hacia los tejidos.⁽³³⁾

Una ilustración gráfica del porcentaje de saturación de oxihemoglobina a diferentes valores de PO_2 , se llama curva de disociación de oxihemoglobina. Los valores en este gráfico se obtienen al sujetar muestras de sangre in vitro a diferentes

la saturación de oxihemoglobina de la sangre arterial disminuyera desde 97 hasta 93%. A elevaciones más comunes, el porcentaje de saturación de oxihemoglobina no sería significativamente distinto del valor de 97% al nivel del mar. ^(14, 33)

Empero, en la parte empinada de la curva sigmoidea, cambios pequeños de los valores de PO_2 producen grandes diferencias del porcentaje de saturación. Una disminución de la PO_2 venosa desde 40 mmHg hasta 30 mmHg, como podría ocurrir durante el ejercicio leve, corresponde a un cambio del porcentaje de saturación desde 75 hasta 58%. Dado que el porcentaje de saturación arterial por lo general aún es de 97% durante el ejercicio, el porcentaje de saturación venosa disminuido indica que se ha descargado más oxígeno hacia los tejidos. La diferencia entre los porcentajes de saturación arterial y venosa indica el porcentaje de descarga. En el ejemplo precedente, $97\% - 75\% = 22\%$ de descarga en reposo, y $97\% - 58\% = 39\%$ de descarga durante el ejercicio leve. Durante el ejercicio más pesado, la PO_2 venosa puede disminuir a 20 mmHg o menos, lo que indica un porcentaje de descarga de alrededor de 80%. ⁽³³⁾

1.3. CARBOXIHEMOGLOBINA

El monóxido de carbono (CO) endógeno producido en la degradación del hem a bilirrubina suele constituir alrededor del 0.5% de la carboxihemoglobina en la sangre, y se incrementa en la anemia hemolítica. La hemoglobina puede combinarse con monóxido de carbono en la misma proporción que con oxígeno. Sin embargo, y como se mencionó anteriormente, la afinidad de la molécula de hemoglobina por el monóxido de carbono es 200-210 veces mayor. Esto significa que el monóxido de carbono se fijará a la hemoglobina, aunque su concentración en el aire sea sumamente baja (por ej., del 0.02 al 0.04%). En estos casos se va formando cada vez más carboxihemoglobina (HbCO) hasta que aparecen síntomas típicos de intoxicación. ⁽³²⁾

La carboxihemoglobina (HbCO) no puede fijar el oxígeno, y por tanto, no sirve para transportarlo. Además, las concentraciones aumentadas desvían la curva de disociación de la oxihemoglobina hacia la izquierda, lo cual contribuye a la anoxia. Si se administra oxígeno puro a un paciente intoxicado por monóxido de carbono, aumenta considerablemente la conversión de carboxihemoglobina (HbCO)

en oxihemoglobina (HbO_2). La carboxihemoglobina (HbCO) es fotosensible y tiene un color rojo cereza brillante típico. ⁽³²⁾

La intoxicación aguda por monóxido de carbono se conoce bien desde hace mucho tiempo. La intoxicación crónica debida a exposición prolongada a pequeñas cantidades de monóxido de carbono se conoce menos, pero adquiere cada vez más importancia. Sus causas más corrientes son los motores de gasolina, gas de iluminación, calentadores de gas, estufas y hornos defectuosos, y el humo del tabaco. La exposición al monóxido de carbono es, por tanto, uno de los riesgos de la civilización moderna. Hasta en las calles más frecuentadas de las grandes ciudades se ha encontrado que el aire tiene una concentración de gas suficiente para causar síntomas leves en personas que permanezcan durante largos periodos de tiempos en ellas, como los agentes de tráfico, por ejemplo. La exposición crónica al CO a través del humo de tabaco puede provocar una elevación crónica del nivel de HbCO, así como un desplazamiento hacia la izquierda de la curva de disociación de oxígeno; los fumadores tienden a presentar hematocritos más altos que los no fumadores, y pueden manifestar policitemia. ^(4, 14)

Los individuos sanos que han sido expuestos a diversas concentraciones del gas durante una hora no presentan síntomas definidos (cefalea, vértigo, debilidad muscular, y náuseas), a menos que la concentración del gas en la sangre llegue al 20 o al 30%, mientras que, en la intoxicación crónica, sobre todo en niños, pueden aparecer síntomas graves con concentraciones más bajas. ⁽⁴⁾

El material particulado hallado en el aire de la ciudad de Arequipa es de 220 microgramos por metro cúbico cuando el máximo debe ser 150 resultados de la dirección de salud ambiental detectó 8 sectores los niveles de contaminación son tan altos que el aire es irrespirable. Las mediciones revelan que hay mayores elementos contaminantes en zonas donde el tránsito es lento por la concentración de vehículos parados con el motor prendido, el 50% más de lo permitido. Las avenidas monitoreadas en Arequipa son: avenida Ejército, Porongoche, Goyeneche, Salaverry, mariscal Castilla las avenidas estrechas dificultan el tránsito de vehículos. Un informe de la superintendencia nacional de registros públicos muestra que hasta agosto 2016, 180.000 vehículos se inscribieron en Arequipa el transporte público

concentra unos 30.000 entre taxis y ómnibus y el 50% de unidades de transporte público tienen hasta 20 años de antigüedad y son los más contaminantes. ⁽¹¹⁾

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio pertenece al tipo descriptivo, ya que pretende describir la variable referida a los niveles plasmáticos de carboxihemoglobina en la muestra de estudio, es exploratorio porque describirá un hecho nuevo o poco conocido en nuestro medio; es transeccional y correlacional.

2.2. ÁREA DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación corresponde al campo de Ciencias de la Salud, al área de Farmacia y Bioquímica, la especialidad de Toxicología.

2.3. MATERIALES DE LABORATORIO

2.3.1. Material clínico

- Pipetas pasteur 3mL
- Slants
- Agujas hipodérmicas 21 x ½
- Jeringas hipodérmicas de 10 mL
- Tubos de ensayo 10 mL
- Pipetas de 4 mL
- Esparadrapo estéril
- Algodón
- Alcohol yodado
- Tubo de látex
- Gasa estéril

2.3.2. Equipos de laboratorio

- Espectrofotómetro (Thermo Spectronic modelo Genesis 10).
- Frigorífico.
- Fotocolorímetro (Numak).

2.3.3. Reactivos

- Agua destilada
- Hidróxido de amonio 0.1%
- Ditionito de sodio 88%
- EDTA 1%

- Ácido acético 0.1 N

2.3.4.Otros

- Lentes de protección
- Gorro de laboratorio
- Guantes quirúrgicos
- Mascarilla
- Micropipeta automática.

2.4. MATERIAL BIOLÓGICO

El material biológico está constituido por 7.5 ml de sangre humana (no fue una sola toma, fueron tres tomas de sangre en un periodo de 15 días sacando 2.5 ml de sangre en cada toma) obtenido mediante punción en el antebrazo izquierdo en la vena basílica, cefálica o media que une las dos anteriores.

2.5. MÉTODOS APLICADOS

2.5.1.Métodos de laboratorio clínico

2.5.1.1 Método para la obtención de la muestra de sangre

Previamente a la extracción de sangre se tuvo las siguientes consideraciones:

- Se le indicó al paciente que abra y cierre el puño varias veces con la finalidad de distender las venas.
- Se palpó la zona a fin de detectar la vena en casos en que no se aprecie a simple vista.
- Se aplicó un torniquete brevemente para evitar la hemoconcentración.

- Se aplicó en la zona de punción alcohol yodado con la ayuda de algodón.

Procedimiento

Se aplica el torniquete, posteriormente se introdujo en la vena (basílica, cefálica o mediana que une las dos anteriores) la aguja hipodérmica, se sujetó el antebrazo de la persona, en los casos que no fluyó la sangre libremente se mantuvo puesto el torniquete hasta lograr 7.5 ml de sangre (no fue una sola toma, fueron tres tomas de sangre en un periodo de 15 días sacando 2.5 ml de sangre en cada toma). Obtenida la cantidad de sangre se le adhirió una torunda de algodón hidrófilo seco con la ayuda de esparadrapo estéril. Indicándole al sujeto que mantenga el brazo flexionado durante 15 minutos a fin de favorecer la cicatrización en el sitio de punción.



2.5.2. Método para la determinación de hemoglobina

Se utilizó el método de la cianometahemoglobina, Es el método más empleado en la actualidad. Consiste en la transformación de la hemoglobina en cianometahemoglobina por medio del reactivo de Drabkin.

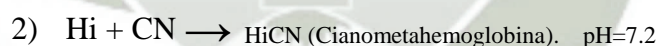
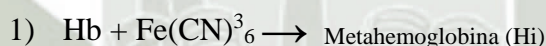
La oximetahemoglobina (presente en sangre) le agregamos el reactivo de Drabkin y damos lugar a la formación de la metahemoglobina, y está en presencia de cianuro de potasio (otro componente del reactivo) da lugar a la cianometahemoglobina.

Luego la cianometahemoglobina es lo que dosamos a 540 nm con filtro verde.

2.5.2.1 Composición del reactivo de Drabkin

- Bicarbonato de sodio 1 g.
- Cianuro de potasio 0.05 g.
- Ferricianuro de potasio 0.20 g.
- Agua destilada csp 1000 ml.

Reacción Química



2.5.2.2 Procedimiento

Muestra Problema: en un tubo de fotocolorímetro se colocaron 5 ml. de reactivo de Drabkin y con una micropipeta automática se agregaron 20 ul de sangre; la micropipeta se enjuago varias veces en el reactivo. Se mezcló bien, se puso en reposo 10 minutos y se leyó en el fotocolorímetro con filtro verde a 540 nm. Poniendo a cero con la solución de Drabkin. Este estándar tiene una concentración conocida de Hb, que es de 18% de concentración.

Estándar: se calibro el fotocolorímetro usando el testigo de cianometahemoglobina (estándar) y se hizo una curva (curva estándar). Este estándar

se preparó en un tubo de ensayo en el cual se colocaron 5 ml. del reactivo de Drabkin y 20 ul de la solución estándar, luego se le dejo en reposo por 10 minutos y se lee en el fotolorímetro.

Blanco Reactivo: en otro tubo de ensayo se colocaron 5 ml. del reactivo de Drabkin y se procedió a leer en el fotolorímetro.

	Blanco	Estándar	Muestra
Reactivo de Drabkin	5 ml.	5 ml.	5 ml.
Sangre	-----	-----	20 ul.
Estándar Hb 18g/dl	-----	20 ul.	-----

Se realizó una curva de calibración con cuatro estándares, interpolando las concentraciones de los cuatro estándares con sus respectivas absorbancias. Esta curva de calibración se realizó para darle mayor exactitud al ensayo.

2.5.3. Método para la determinación de carboxihemoglobina

La determinación de la carboxihemoglobina se realizó por medio de dos métodos, uno cualitativo y otro cuantitativo.

2.5.3.1 Consideraciones para la muestra

La toma de muestra se realizó en el periodo comprendido entre las 16 y 17 horas, la muestra estuvo conformada por sangre venosa total, no hemolizada recolectada en tubos con anticoagulante (EDTA 1%).

Las muestras fueron protegidas de la luz y el análisis se realizó lo antes posible (dentro de las 24 horas). Fue necesario considerar que el monóxido de carbono puede ser liberado por efecto de la luz, e incluso en ausencia de la misma y a temperatura de refrigeración. También con el tiempo pueden ocurrir algunos procesos de producción de metahemoglobina que interfiere en la medición de carboxihemoglobina. Se ha comprobado que los niveles de carboxihemoglobina

permanecen estables a -30°C hasta por 60 días, por lo que la congelación es recomendable si el análisis se realizó en un periodo mayor a 24 horas después de la extracción de las muestras.

2.5.3.2 Determinación cualitativa de Carboxihemoglobina

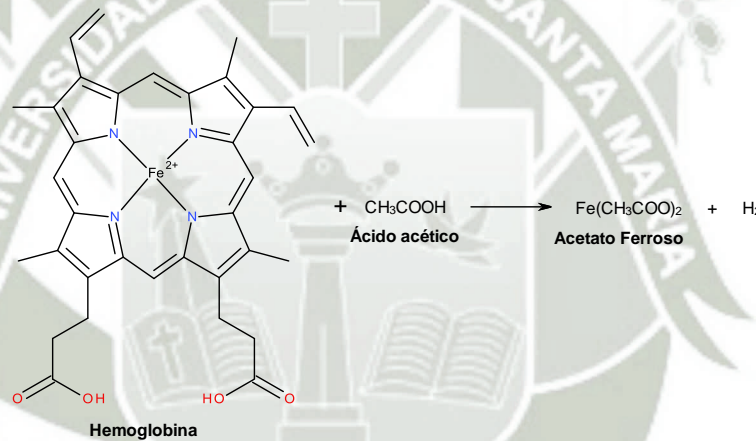
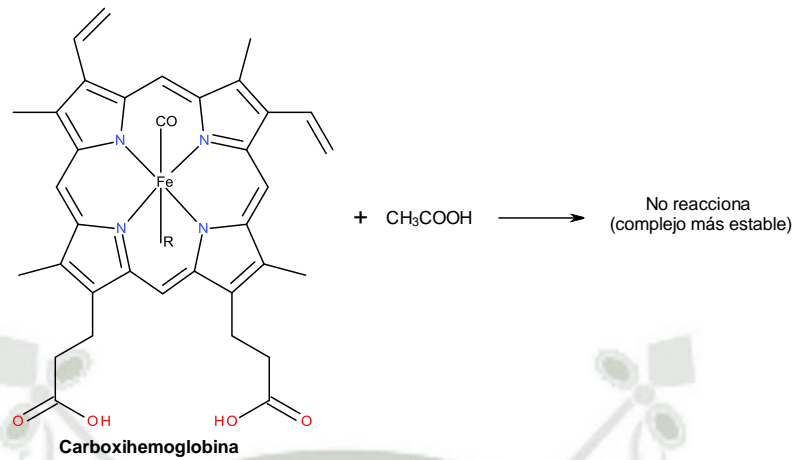
Prueba de Katayama

Fundamento

Este método se basa en que la sangre contiene varias formas de hemoglobina (la forma reducida, la forma oxidada, y pequeñas cantidades de metahemoglobina), y el ácido acético actúa como ligando con la hemoglobina en la solución.

- Rotular dos tubos de ensayo como testigo y problema
- Añadir en ambos tubos 10 ml de agua destilada
- Añadir en el tubo problema 5 gotas de sangre problema.
- Añadir en el tubo testigo 5 gotas de sangre control.
- Mezclar y añadir 1 ml ácido acético.
- Si la sangre presenta carboxihemoglobina adquiere un tonalidad roja o rosada y si no un color pardo o castaño.
- El tubo testigo siempre ha de presentar una tonalidad parda o castaña.

Reacción Química



Se muestra en la primera reacción, debido a la alta afinidad y estabilidad de la carboxihemoglobina, éste no reacciona con el ácido acético; por otro lado las demás formas de hemoglobina sí reaccionan, formando acetato ferroso que presenta un color pardo-castaño, tal como se muestra en la siguiente figura.



2.5.3.3 Determinación cuantitativa de Carboxihemoglobina

Método espectrofotométrico

Fundamento

Algunos métodos espectrofotométricos emplean el sistema oxihemoglobina – carboxihemoglobina. El presente método se basa en que las sangres normales contienen varias formas de hemoglobina (la forma reducida, la forma oxidada, y pequeñas cantidades de metahemoglobina), y si un agente reductor como el ditionito de sodio es agregado a la sangre, la forma oxidada y la metahemoglobina son cuantitativamente convertidas a la forma reducida. El monóxido de carbono presenta mayor afinidad por la hemoglobina que el oxígeno mientras que la carboxihemoglobina no es reducida por del ditionito de sodio.

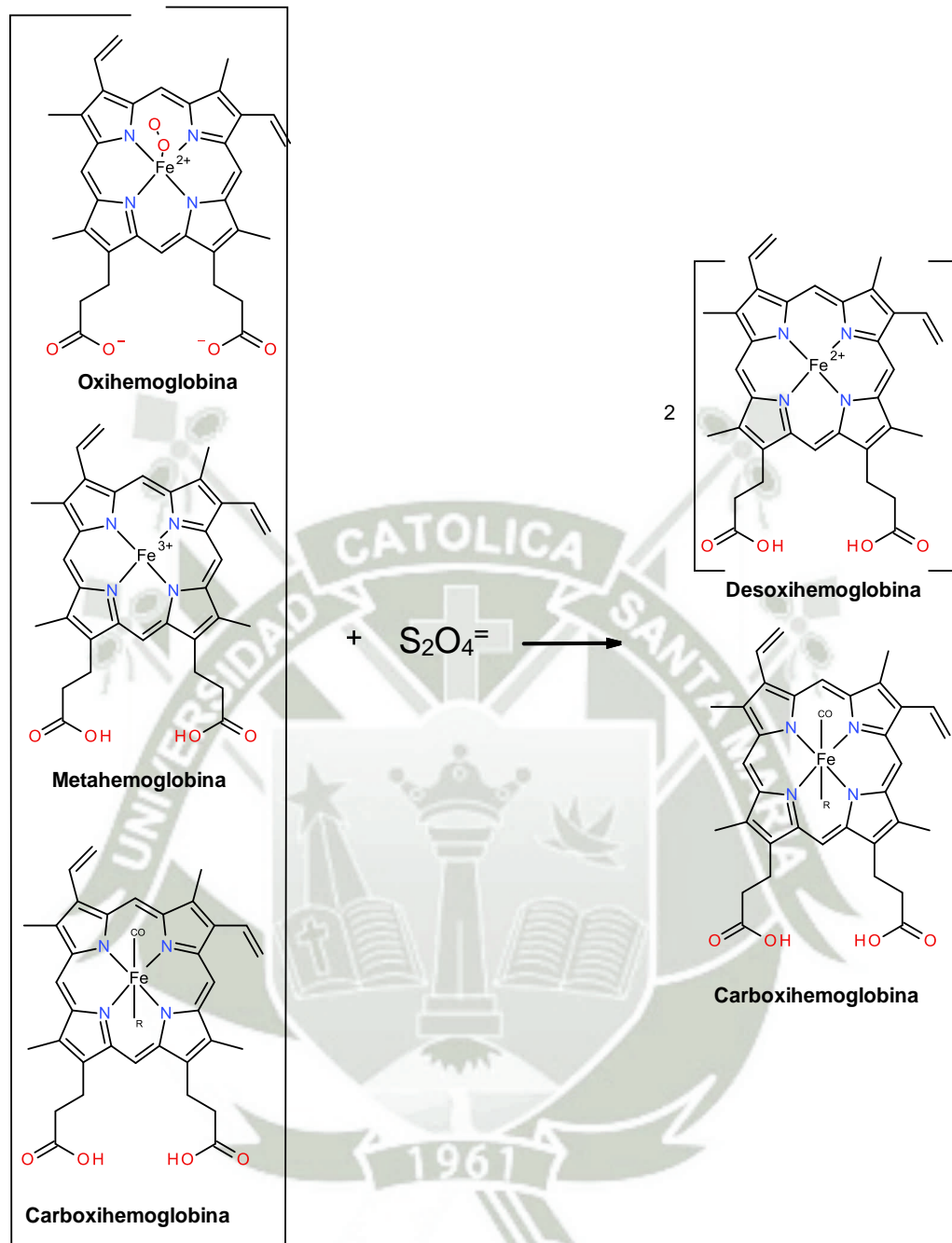
Procedimiento

- Tomar de 0.1ml de sangre anti coagulada y depositarla en un tubo de ensayo.
- Añadir a esta sangre 20ml de solución de hidróxido de amonio al 0.1%, agitar ligeramente para homogenizar.
- Pesar 20 mg de ditionito de sodio sólido y adicionar a la solución anterior, ello con la finalidad de reducir cualquier oxihemoglobina presente a hemoglobina.



- Leer las absorbancias inmediatamente en celdas de 1 cm, con agua destilada como blanco a 538 nanómetros, (máxima absorbancia de carboxihemoglobina), y 578 nm (punto isobéptico de la carboxihemoglobina y hemoglobina). Cada muestra de sangre se analiza por triplicado.⁽²³⁾

Reacción Química



Como se muestra en la reacción planteada, el ditionito de sodio es capaz de reducir a todas las formas de hemoglobina, excepto a la carboxihemoglobina debido a su alta estabilidad. Como resultado de la reacción de reducción se produce desoxihemoglobina y se mantiene la presencia de carboxihemoglobina, favoreciendo de esa forma su detección mediante espectrofotometría.

Para los cálculos se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Saturación de Hb por CO (\%)} = 1.43 * \frac{(\text{Abs}_{D538})}{(\text{Abs}_{D578})} - 1.30 * 100$$



2.5.4. Métodos estadísticos

La evaluación estadística se realizó utilizando los siguientes estadígrafos, bajo el programa de análisis estadístico Statistical Package For Social Sciences (SPSS) versión 21.

- Media
- Mediana

- Desviación estándar
- Rango
- Mínimo
- Máximo
- Frecuencias
- Frecuencia porcentual
- Chi cuadrado



CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS PERSONAS BAJO ESTUDIO

La muestra bajo estudio estuvo conformada por 30 pacientes, todos conductores de unidades de servicio público cuyo recorrido comprendía el Centro de Arequipa específicamente la Avenidas. Jorge Chávez, Goyeneche e Independencia. Este estudio comprendió el llenado de un formulario de encuesta y la obtención de muestras sanguíneas. Para realizar la investigación se les solicito la rúbrica del consentimiento informado, en donde se explica la naturaleza de la investigación, además de ello se les informó verbalmente los beneficios y riesgos que supone participar en el presente estudio.

CRITERIOS DE INCLUSION

Participaron en el estudio todas aquellas personas que manifestaron su intención de hacerlo.

CRITERIOS DE EXCLUSION

- Mujeres embarazadas
- Conductores menores de edad.

Para esta primera parte de exposición de resultados se presenta la información relativa a la información del encuestado como sujeto de estudio. El

primer ítem analizado fue lo referente al género al que pertenece, en cuanto a este aspecto no se presenta el cuadro de frecuencias y gráfico de porcentaje respectivo ya que todos, es decir, el 100% eran varones por lo que no se consideró necesario estos resultados.

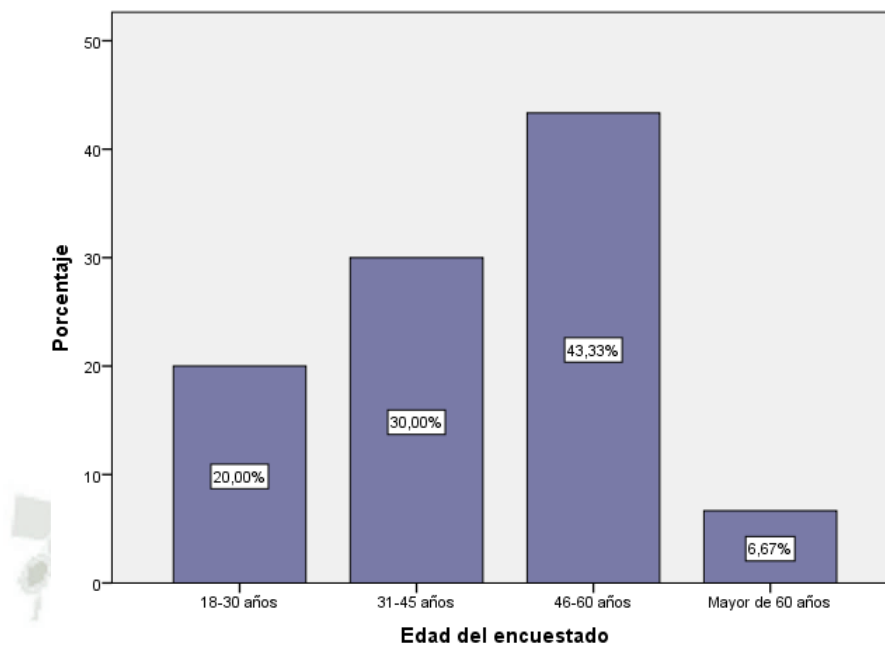
La segunda información es lo referente a la edad de las personas, para una mejor presentación ya que las edades eran muy diversas se segmentó en grupos el cuadro número 1 presenta estos resultados en este se aprecia que el grupo con mayor frecuencia y porcentaje corresponde a los que tienen edades que fluctúan entre los 46 a 60 años con un 43.3%.

**CUADRO NO 1: EDAD DE LA MUESTRA DE CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO
DE LA CIUDAD DE AREQUIPA**

Rango etario	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
18-30 años	6	20,0	20,0	20,0
31-45 años	9	30,0	30,0	50,0
46-60 años	13	43,3	43,3	93,3
Mayor de 60 años	2	6,7	6,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	-----

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS

**GRÁFICO NO 1: PORCENTAJE SEGÚN EDAD DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE
PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA**



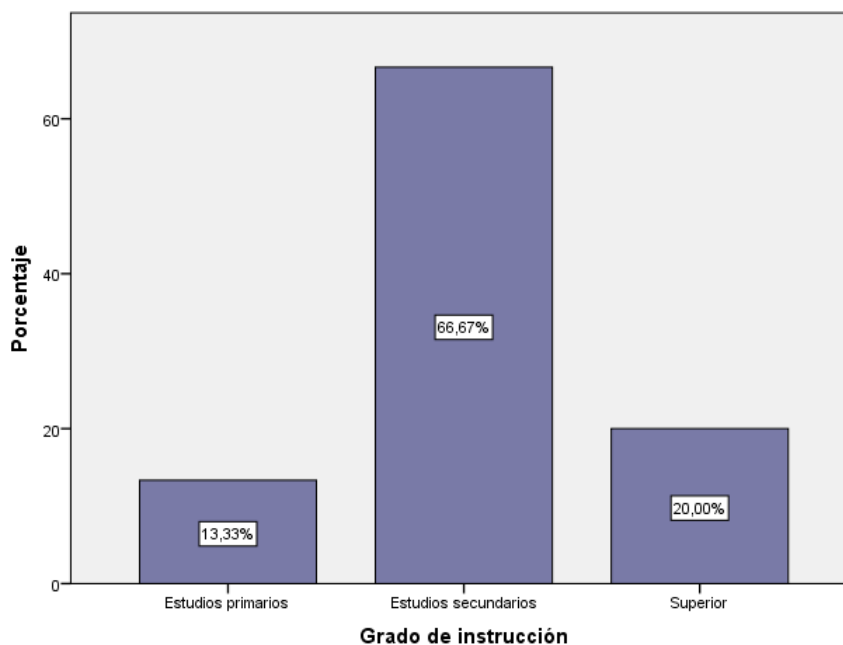
El tercer aspecto analizado fue el nivel de estudios que presentaban en este aspecto el grupo con mayor frecuencia y porcentaje fue el de estudios secundarios con un 66.7%, estos resultados se exponen en el cuadro número 2.

**CUADRO NO 2: GRADO DE INSTRUCCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE
PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA**

Nivel de estudios	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Estudios primarios	4	13,3	13,3	13,3
Estudios secundarios	20	66,7	66,7	80,0
Superior	6	20,0	20,0	100,0
Total	30	100,0	100,0	

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS

GRÁFICO NO 2: PORCENTAJE SEGÚN GRADO DE INSTRUCCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA



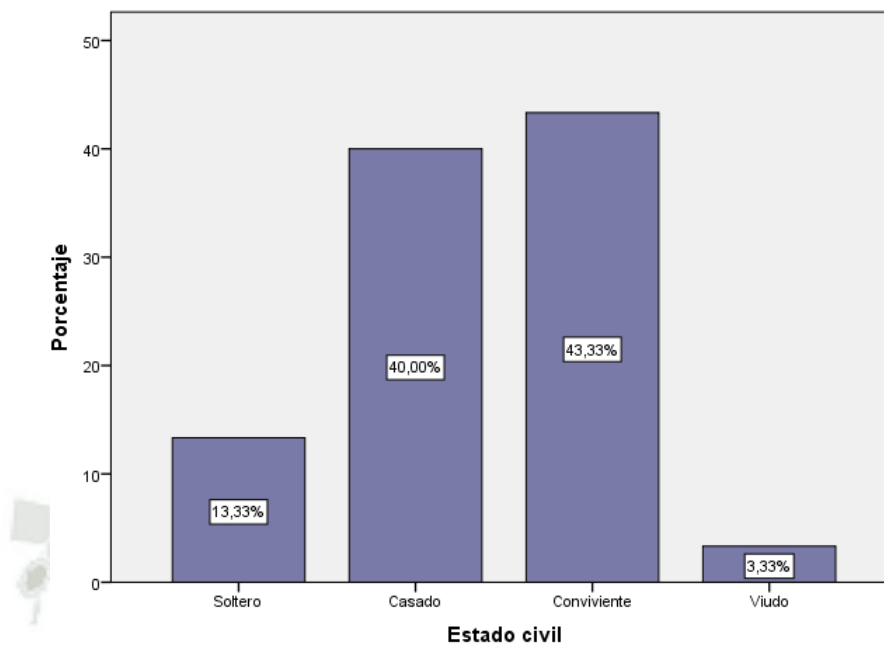
Finalmente, el cuarto aspecto analizado fue el de estado civil, siendo los grupos con mayor frecuencia y porcentaje los correspondientes a casado y conviviente, aunque este último con una ligera superioridad. Sus porcentajes fueron de 40 y 43.3% respectivamente, estos resultados se muestran en el cuadro número 3.

CUADRO NO 3: ESTADO CIVIL DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

Estado civil	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Soltero	4	13,3	13,3	13,3
Casado	12	40,0	40,0	53,3
Conviviente	13	43,3	43,3	96,7
Viudo	1	3,3	3,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS

**GRÁFICO NO 3: PORCENTAJE SEGÚN ESTADO CIVIL DE LOS CONDUCTORES DE
TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA**



Podemos concluir luego de la presentación de estos resultados que nuestra muestra de estudio de 30 personas estuvo conformada por varones en su mayoría con edades de 46 a 60 años, con estudios sobre todo secundarios y casados o convivientes.

3.2. EVALUACION DE VALORES DE HEMOGLOBINA

Con las primeras muestras de sangre halladas se realizó una evaluación de los valores de hemoglobina de las personas de estudio ello como referente del estado de salud en general en torno a este valor y descartar falsos positivos que puedan interferir con los valores de carboxihemoglobina.

La evaluación se realizó mediante el método descrito en el capítulo precedente, previamente para darle mayor exactitud al método se realizó una curva de calibración con 4 concentraciones crecientes del estándar, los resultados de las respectivas absorbancias se observan en el cuadro no 4.

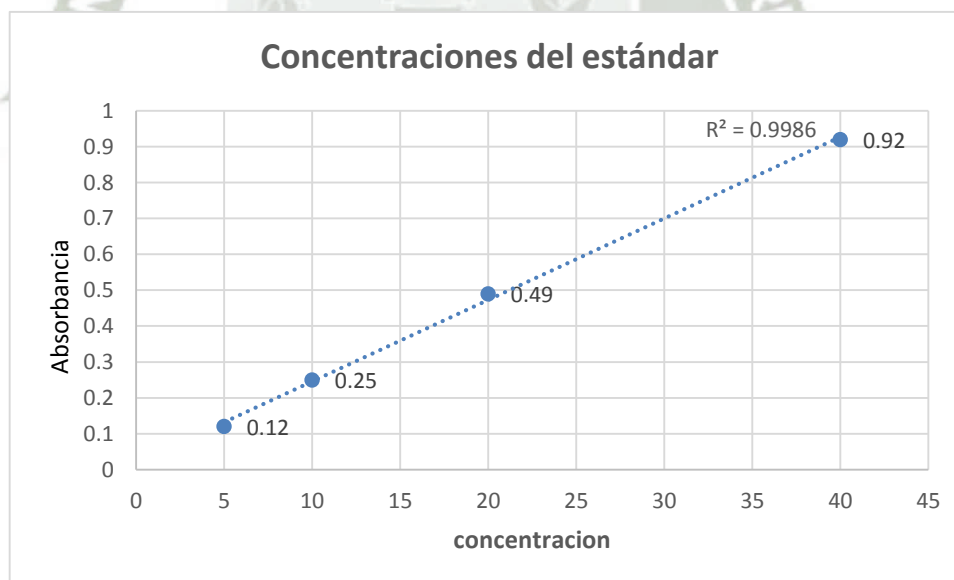
CUADRO NO 4: CONCENTRACIONES DEL ESTÁNDAR PARA LA CURVA DE CALIBRACIÓN

Descripción	Estándar 1	Estándar 2	Estándar 3	Estándar 4
Reactivo de Drabkin	5 ml.	5 ml.	5 ml.	5 ml.
Estándar (Hb 18 g/dl)	5 ul.	10 ul.	20 ul.	40 ul.
Absorbancia	0.12	0.25	0.49	0.92

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS

Con estos valores se confeccionó una curva de calibración hallándose el r^2 cuyo valor fue de 0.9986 lo que señala una fuerte relación positiva entre la concentración del estándar y las absorbancias.

GRÁFICO NO 4: CURVA DE CALIBRACIÓN SEGÚN CONCENTRACIONES DEL ESTÁNDAR



Luego de esta verificación se procedió al análisis de las muestras, la absorbancia del blanco fue de 0.009, la concentración del patrón declarada fue de 18 g/dl, se tomó como factor el valor correspondiente al estándar 3 ya que con estas cantidades se trabajó.

1. El cuadro numero 5 contiene los resultados para los valores de hemoglobina hallados para nuestras personas de estudio. Se observa que las treinta personas (N) tienen un promedio de valor de hemoglobina de 15.74 g/dl con una mediana muy cercana con un valor de 15.79 g/dl. La DS solo fue de 1.28. El valor mínimo es de 12.71 g/dl y el máximo de 17.96 g/dl. Todo este valor descriptivo nos permite concluir que nuestros sujetos de estudios presentan valores normales de hemoglobina, descartando cualquier fenómeno carencial u orgánico que alteren estos valores y que puedan influir en nuestros resultados relacionados al análisis de carboxihemoglobina. Estos resultados son similares a los encontrados en la tesis de Gina Catalina Heredia Cabrera llamado “Evaluación de la exposición al monóxido de carbono en habitantes de la ciudad de Azogues.”⁽¹⁶⁾

CUADRO No 5: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LOS VALORES DE HEMOGLOBINA DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

Estadísticos	
Media	15.7480
Mediana	15.7950
Desviación estándar	1.28978
Rango	5.25
Mínimo	12.71
Máximo	17.96
N	30

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS

3.3. EVALUCIÓN DE VALORES DE CARBOXIHEMOGLOBINA

3.3.1. Determinación cualitativa (P. de Katayama)

Para la evaluación cualitativa según la prueba de Katayama conforme el método descrito se utilizó 5 gotas de sangre de cada sujeto, para el control se utilizó sangre del propio investigador. Como se observa en el cuadro de resultados de las 30 personas sometidas a estudio dieron positiva para la prueba un total de 22 conductores, y solo 8 conductores dieron negativo, es decir que según la prueba no tenían presencia de carboxihemoglobina.



**CUADRO NO 6: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LOS VALORES DE
CARBOXIHEMOGLOBINA DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA
CIUDAD DE AREQUIPA**

Descripción	Resultados
Total sujetos	30
Positivo	22
Negativo	8

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS

3.3.2. Determinación cuantitativa (Met. Espectrofotométrico)

Por otra parte, mediante la metodología descrita también en el capítulo precedente se determinó los niveles de carboxihemoglobina mediante el método espectrofotométrico, utilizando el ditionito de sodio como agente reductor, midiendo la absorbancia de la muestra a 538 y 578 nm, los resultados son en base al promedio de las tres mediciones en distintos tiempos según la metodología. Se observa que las treinta personas (N) tienen un promedio de valor de carboxihemoglobina de 13.164 % siendo este valor superior al aceptado del 2%, incluso superior para un fumador habitual (10% como máximo) la mediana cercana con un valor de 11.145 %. La DS fue de 9.18. El valor mínimo es de 0.9 % y el máximo de 41.91 %. Todo este valor descriptivo nos permite concluir que nuestros sujetos de estudios presentan valores elevados de carboxihemoglobina, presumiendo que ello pueda deberse a la contaminación del parque automotor en particular del cercado.

**CUADRO No 7: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LOS VALORES DE
CARBOXIHEMOGLOBINA DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA
CIUDAD DE AREQUIPA**

Estadísticos	
Media	13.1713
Mediana	11.1550
Desviación estándar	9.18953
Rango	41.01
Mínimo	.90
Máximo	41.91
N	30

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS



Previamente a exponer los resultados al análisis de la relación de aspectos de la actividad laboral que los conductores con sus niveles de carboxihemoglobina se presentan los resultados de estos niveles con relación a los niveles normales establecidos (2%), incluyendo el hábito de fumar (10%). Estos se presentan en el cuadro numero 5 como se observa y considerando el hábito tabáquico solo 4 conductores tienen valores de carboxihemoglobina que se encuentran dentro de los valores normales, el resto (26 conductores) presentan valores superiores a los normales, si bien es cierto, estos valores no superan los que se relacionan con intoxicación clínica o aguda, se deben tenerse en cuenta ya que se trata de valores que podrían superar dicho límite y muchas veces incluso podrían influir no solo en el estado de salud personal de cada conductor, sino además y debido a la actividad podrían suponer el riesgo contra terceros, que son el público que transportan y personas de otras unidades de transporte sea público o privado.

Se hace la precisión que el valor promedio que se presenta corresponde al promedio de tres mediciones de saturación de carboxihemoglobina medidos durante el mes de setiembre por 15 días (primer día, octavo día y quinceavo día). Todos bajo el método descrito en el capítulo precedente.

CUADRO NO 8: EVALUACIÓN DEL PROMEDIO DE LOS VALORES DE CARBOXIHEMOGLOBINA DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

Paciente	Promedio	Fumador	V.N.	Katayama
1	7.7	No	No	-
2	8.45	No	No	-
3	17.21	Si	No	+
4	6.73	No	No	-
5	29.02	Si	No	+
6	19.16	Si	No	+
7	35.56	Si	No	+
8	0.9	No	Si	-
9	11.06	No	No	+
10	10.63	No	No	+
11	13.97	No	No	+
12	7.12	No	No	-
13	41.91	Si	No	+
14	17.12	No	No	+
15	15.17	No	No	+
16	9.75	No	No	+
17	15.31	Si	No	+
18	15.03	No	No	+
19	9.66	No	No	+
20	15.5	No	No	+
21	10.71	No	No	+
22	1.48	No	Si	-
23	8.88	No	No	+
24	11.39	No	No	+
25	11.25	No	No	+
26	9.7	No	No	+
27	1.27	No	Si	-
28	14.92	No	No	+
29	16.84	No	No	+
30	1.74	No	Si	-

Ejemplo:

Aplicando la fórmula de saturación de HB por CO (%) para el primer chofer solo su primera medición cuyo resultado está en la hoja de anexo:

$$\text{Saturación de Hb por CO (\%)} = 1.43 * \frac{(Abs_D 538)}{(Abs_D 578)} - 1.30 * 100$$

$$\text{Saturación de Hb por CO (\%)} = 1.43 * \frac{0.5258}{0.553} - 1.30 * 100 = 5.97$$

CUADRO No 9: NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA Y DESDE HACE CUÁNTO TIEMPO LABORAN LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

Pregunta No 1		Valores Normales (VN) Carboxihemoglobina		Total
		Superior VN (>2%)	Inferior VN (0-2%)	
Desde hace cuánto tiempo realiza transporte público en la ciudad	Menos de 2 años	8	0	8
		26,7%	0,0%	26,7%
	3 a 5 años	4	1	5
		13,3%	3,3%	16,7%
	6 a 10 años	9	2	11
		30,0%	6,7%	36,7%
	Más de 10 años	5	1	6
		16,7%	3,3%	20,0%
Total		26	4	30
		86,7%	13,3%	100,0%

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS

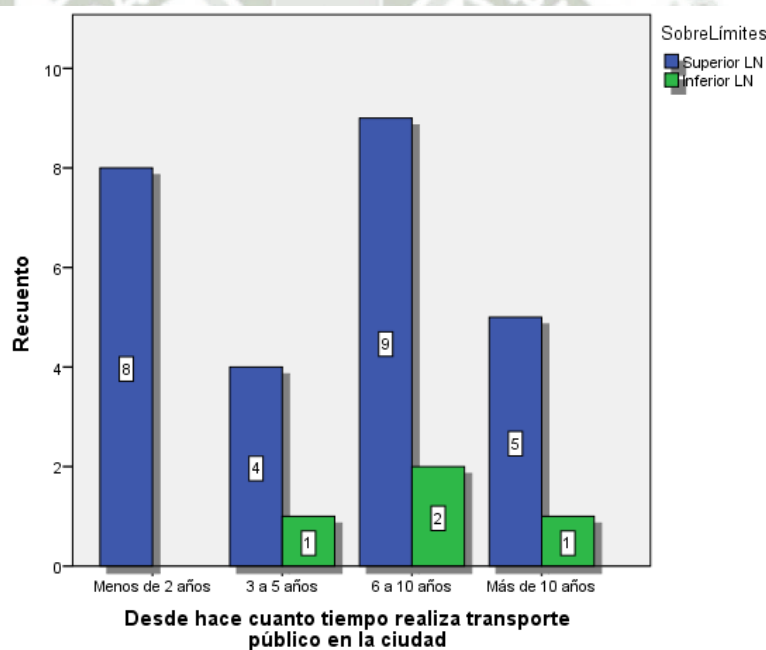
El cuadro numero 9 contiene los resultados del primer indicador de la actividad de conducción en la ciudad de Arequipa, que fue la pregunta 1 (¿Desde hace cuánto tiempo realiza transporte público en la ciudad?) junto con el indicador de la segunda variable que son los valores normales de carboxihemoglobina. La mayor frecuencia y porcentaje corresponde a los conductores que laboran de 6 a 10 años cuyos niveles de carboxihemoglobina se encuentran por encima de los valores normales con (30%). La menor frecuencia y porcentaje a los conductores que laboran por más de 10 años y aquellos que trabajan de 3 a 5 años; cuya carboxihemoglobina es por debajo de los valores normales, para ambos grupos (3. 3%). Similares resultados se hallaron en el trabajo de investigación de Rojas M, Dueñas A y Sindorovas cuyo título es “Evaluación de la exposición al monóxido de carbono en vendedores de quioscos.”⁽²⁸⁾

El estadístico chi cuadrado que permite contrastar si las dos variables categóricas son independientes, muestra como valor de 1.705 junto una significancia de 0.636 ambos valores se muestran en el cuadro 10. Esta significancia es mayor que el nivel de significancia permitido y que fue fijado a un 0.05, por lo que se acepta la hipótesis de independencia de variables, y poder concluir que sean dos, 3 a 5 años, etc los años trabajados por los sujetos como conductores de vehículos de transporte en el mercado, ello no está relacionado con sus niveles de carboxihemoglobina.

**CUADRO No 10: CHI CUADRADO DE LOS NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA Y SU
RELACIÓN CON EL TIEMPO DE LABOR DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE
PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA**

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,705a	3	,636
Razón de verosimilitud	2,719	3	,437
Asociación lineal por lineal	,943	1	,332
N de casos válidos	30		

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS



**CUADRO NO 11: NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA Y NÚMERO DE HORAS
SEMANALES DE LABOR DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA
CIUDAD DE AREQUIPA**

Pregunta No 2		Valores Normales (VN) Carboxihemoglobina		Total
		Superior VN (>2%)	Inferior VN (0-2%)	
Durante la semana aproximadamente cuantas horas trabaja conduciendo una unidad de transporte público en la ciudad	48 horas a la semana	16	1	17
		53,3%	3,3%	56,7%
	Más de 48 horas a la semana	10	0	10
		33,3%	0,0%	33,3%
	Menos de 48 horas a la semana	0	3	3
		0,0%	10,0%	10,0%
Total		26	4	30
		86,7%	13,3%	100,0%

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS

El cuadro numero 11 contiene los resultados del segundo indicador de la actividad de conducción en la ciudad de Arequipa, que fue la pregunta 2 (¿Durante la semana aproximadamente cuantas horas trabaja conduciendo una unidad de transporte en la ciudad?) junto con el indicador de la segunda variable que son los valores normales de carboxihemoglobina. La mayor frecuencia y porcentaje corresponde a los conductores que laboran 48 horas a la semana cuyos niveles de carboxihemoglobina se encuentran por encima de los valores normales con (53.3%). La menor frecuencia y porcentaje a los conductores que laboran 48 horas a la semana y, cuya carboxihemoglobina es por debajo de los valores normales (3.3%). Estos resultados se afianzan con niveles altos de carboxihemoglobina en conductores de buses en el estudio realizado por Claudia Carchipulla y Paulina Escobar llamada “Evaluación de la exposición de monóxido de carbono en conductores de buses de la empresa de transporte Transbañosa”.⁽⁷⁾

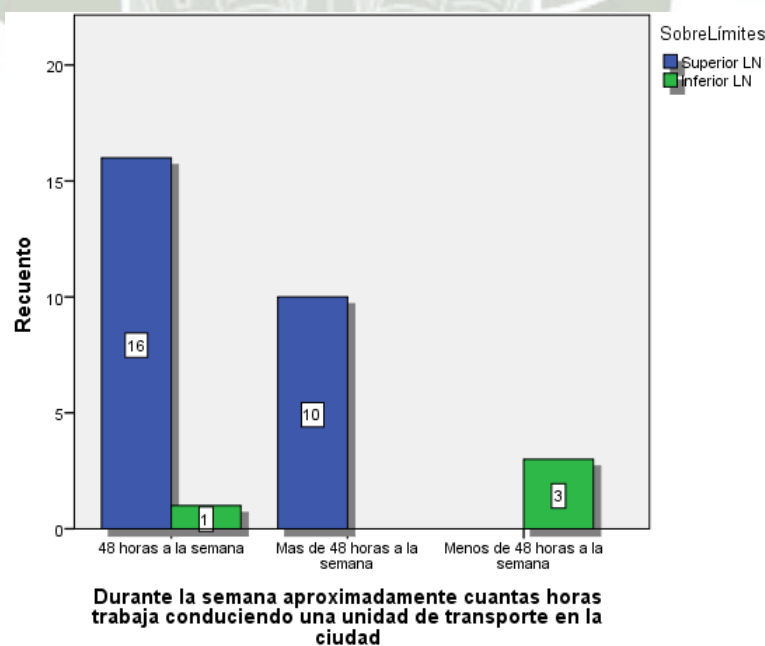
El estadístico chi cuadrado que permite contrastar si las dos variables categóricas son independientes, muestra como valor de 21.855 junto una

significancia de 0.000 ambos valores se muestran en el cuadro 12. Esta significancia es menor que el nivel de significancia permitido y que fue fijado a un 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis de independencia de variables, y poder concluir que las horas semanales de trabajo como conductores de vehículos de transporte público en el mercado, está relacionado con sus niveles de carboxihemoglobina.

CUADRO No 12: CHI CUADRADO DE LOS NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA Y SU RELACIÓN CON EL NÚMERO DE HORAS SEMANALES DE LABOR DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	21,855a	2	,000
Razón de verosimilitud	15,954	2	,000
Asociación lineal por lineal	9,288	1	,002
N de casos válidos	30		

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS



**CUADRO NO 13: NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA Y NÚMERO DE HORAS
DIARIAS DE LABOR DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD
DE AREQUIPA**

Pregunta No 3		Valores Normales (VN) Carboxihemoglobina		Total
		Superior VN (>2%)	Inferior VN (0-2%)	
Durante el día aproximadamente cuantas horas trabaja conduciendo un vehículo en la ciudad	8 horas aprox	0	3	3
		0,0%	10,0%	10,0%
	Más de 8 horas	26	1	27
		86,7%	3,3%	90,0%
Total		26	4	30
		86,7%	13,3%	100,0%

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS

El cuadro numero 13 contiene los resultados del tercer indicador de la actividad de conducción en la ciudad de Arequipa, que fue la pregunta 3 (¿Durante el día aproximadamente cuantas horas trabaja conduciendo un vehículo en la ciudad?) junto con el indicador de la segunda variable que son los valores normales de carboxihemoglobina. La mayor frecuencia y porcentaje corresponde a los conductores que laboran más de 8 horas al día cuyos niveles de carboxihemoglobina se encuentran por encima de los valores normales con (86.7%). La menor frecuencia y porcentaje a los conductores que laboran más de 8 horas al día y, cuya carboxihemoglobina es por debajo de los valores normales (3.3%). La pregunta contemplaba como respuesta también a menos de 8 horas, sin embargo, ningún conductor trabaja menos de 8 horas, es por ello que el cuadro no lo presenta. Estos resultados se afianzan con niveles altos de carboxihemoglobina en conductores de buses en el estudio realizado por Claudia Carchipulla y Paulina Escobar llamada “Evaluación de la exposición de monóxido de carbono en conductores de buses de la empresa de transporte Transbañosa”.⁽⁷⁾

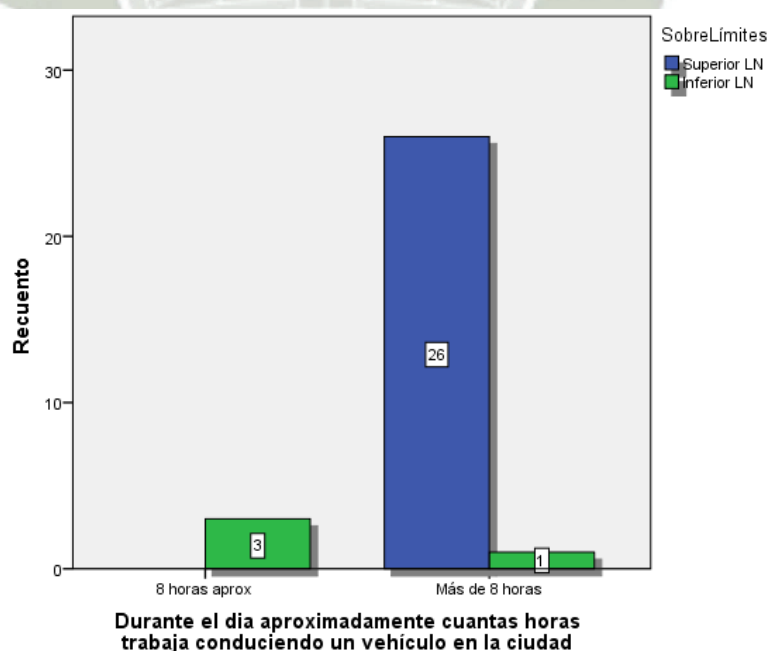
El estadístico chi cuadrado que permite contrastar si las dos variables categóricas son independientes, muestra como valor de 21.667 junto una

significancia de 0.000 ambos valores se muestran en el cuadro 14. Esta significancia es menor que el nivel de significancia permitido y que fue fijado a un 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis de independencia de variables, y poder concluir que las horas diarias de trabajo como conductores de vehículos en el cercado, está relacionado con sus niveles de carboxihemoglobina.

CUADRO No 14: CHI CUADRADO DE LOS NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA Y SU RELACIÓN CON EL NÚMERO DE HORAS DIARIAS DE LABOR DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	21,667 ^a	1	,000
Corrección de continuidad^b	14,135	1	,000
Razón de verosimilitud	15,006	1	,000
Asociación lineal por lineal	20,944	1	,000
N de casos válidos	30		

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS





CUADRO N 15: NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA Y HÁBITO TABÁQUICO DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

Pregunta No 4		Valores Normales (VN) Carboxihemoglobina		Total
		Superior VN (>10)	Inferior VN(0-10%)	
En cuanto al hábito de fumar responda por favor	No fumo	13	4	17
		43,3%	13,3%	56,7%
	Fumo ocasionalmente en reuniones	7	0	7
		23,3%	0,0%	23,3%
	Fumo de 1 a 12 cigarrillos a la semana	3	0	3
10,0%		0,0%	10,0%	
Presento el hábito de fumar (>2 cajetillas a la semana)	3	0	3	
	10,0%	0,0%	10,0%	
Total		26	4	30
		86,7%	13,3%	100,0%

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS

El cuadro numero 15 contiene los resultados del cuarto indicador de la actividad de conducción en la ciudad de Arequipa, que fue la pregunta numero 4 (En cuanto al hábito de fumar responda por favor) junto con el indicador de la segunda variable que son los valores normales de carboxihemoglobina. La mayor frecuencia y porcentaje corresponde a los conductores que no fuman cuyos niveles de carboxihemoglobina se encuentran por encima de los valores normales con (43.3%). La menor frecuencia y porcentaje a los conductores que fuman de 1 a 12 cigarrillos a la semana y presentan el hábito de fumar, cuya carboxihemoglobina es por encima de los valores normales (10% para ambas categorías). Estos resultados son muy similares a los hallados por Cole en su trabajo llamada “Carboxihaemoglobin levels in smokers of filter and plain cigarettes”.⁽⁹⁾

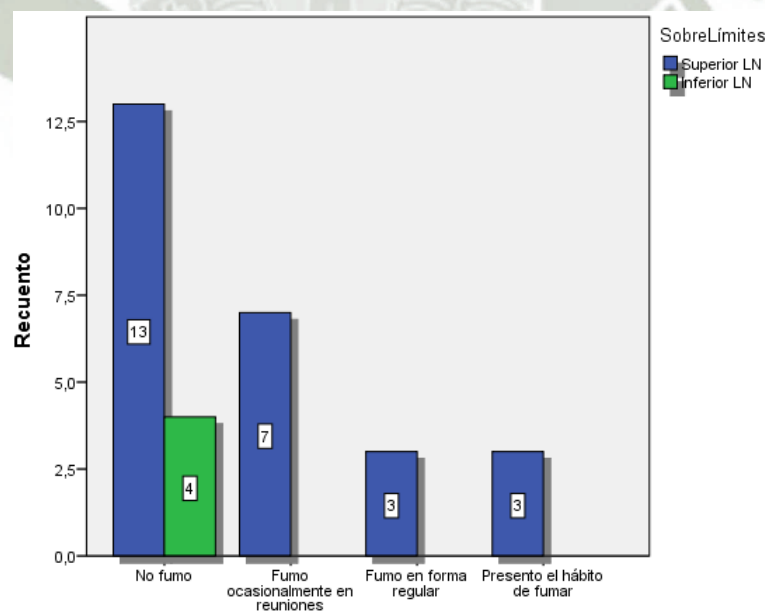
El estadístico chi cuadrado que permite contrastar si las dos variables categóricas son independientes, muestra como valor de 3.529 junto una significancia de 0.317 ambos valores se muestran en el cuadro 16. Esta significancia es mayor que

el nivel de significancia permitido y que fue fijado a un 0.05, por lo que se acepta la hipótesis de independencia de variables, y poder concluir que el hábito de fumar de los conductores de vehículos en el cercado, no está relacionado con sus niveles de carboxihemoglobina.

CUADRO No 16: CHI CUADRADO DE LOS NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA Y SU RELACIÓN CON EL HÁBITO TABÁQUICO DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3,529	3	,317
Razón de verosimilitud	5,010	3	,171
Asociación lineal por lineal	2,410	1	,121
N de casos válidos	30		

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS



En cuanto al hábito de fumar responde por favor

**CUADRO NO 17: NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA Y SINTOMATOLOGÍA DE LOS
CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA**

Pregunta No 5		Valores Normales (VN) Carboxihemoglobina		Total
		Superior VN (>2%)	Inferior VN (0-2%)	
Presenta usted síntomas en su salud que le hacen sospechar que es debido a la contaminación ambiental	Si	22	2	24
		73,3%	6,7%	80,0%
	No	4	2	6
		13,3%	6,7%	20,0%
Total		26	4	30
		86,7%	13,3%	100,0%

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS

El cuadro numero 17 contiene los resultados del quinto indicador de la actividad de conducción en la ciudad de Arequipa, que fue la pregunta 5 (¿Presenta usted síntomas en su salud que le hacen sospechar que es debido a la contaminación ambiental?) junto con el indicador de la segunda variable que son los valores normales de carboxihemoglobina. La mayor frecuencia y porcentaje corresponde a los conductores que afirman presentar síntomas en su salud por contaminación cuyos niveles de carboxihemoglobina se encuentran por encima de los valores normales con (73.3%). La menor frecuencia y porcentaje tanto a los conductores que afirman y niegan tener síntomas en su salud debido a la contaminación y, cuya carboxihemoglobina es por debajo de los valores normales (6.7% para ambas categorías). Similares resultados si hallaron en el trabajo de investigación de Téllez, J., Rodríguez, A., Fajardo, “Contaminación por monóxido de carbono: un problema de salud ambiental”.⁽³⁴⁾

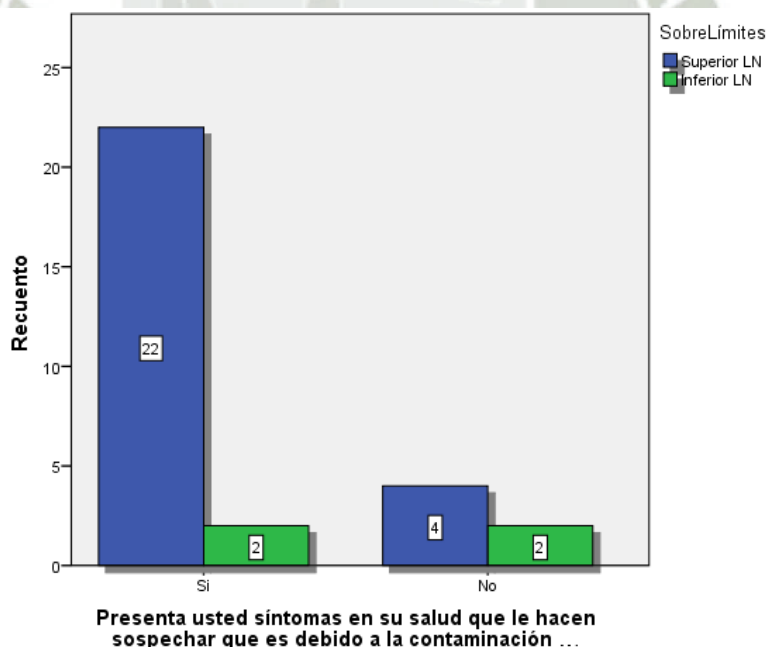
El estadístico chi cuadrado que permite contrastar si las dos variables categóricas son independientes, muestra como valor de 2.596 junto una significancia de 0.107 ambos valores se muestran en el cuadro 18. Esta significancia es mayor que el nivel de significancia permitido y que fue fijado a un 0.05, por lo que se acepta la hipótesis de independencia de variables, y poder concluir que la sintomatología que

afirman tener los conductores debido a la contaminación ambiental, no está relacionado con sus niveles de carboxihemoglobina.

CUADRO NO 18: CHI CUADRADO DE LOS NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA Y SU RELACIÓN CON LA SINTOMATOLOGÍA DE LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,596a	1	,107
Corrección de continuidad	,883	1	,347
Razón de verosimilitud	2,154	1	,142
Asociación lineal por lineal	2,510	1	,113
N de casos válidos	30		

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS



**CUADRO NO 19: NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA Y TIPOS DE SÍNTOMAS
DESCRITOS POR LOS CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE
AREQUIPA**

Pregunta No 6		Valores Normales (VN) Carboxihemoglobina		Total	
		Superior VN (>2%)	Inferior VN (0-2%)		
Solo si presenta síntomas, marque cuales (puede marcar varias)	Mareos	16	1	17	
		66,7%	4,2%	70,8%	
	Dolor de cabeza	13	1	14	
		54,2%	4,2%	58,3%	
	Debilidad	14	2	16	
		58,3%	8,3%	66,7%	
	Náusea	6	1	7	
		25,0%	4,2%	29,2%	
	Disnea	8	1	9	
		33,3%	4,2%	37,5%	
	Total		22	2	24
			91,7%	8,3%	100,0%

FUENTE: REGISTRO DE INVESTIGACIÓN PROPIOS

El cuadro numero 19 contiene los resultados de la descripción del quinto indicador de la actividad de conducción en la ciudad de Arequipa, es decir, los tipos de síntomas que refieren los conductores junto con el indicador de la segunda variable que son los valores normales de carboxihemoglobina. Esta pregunta estuvo limitada solo a los que afirmaron en la anterior pregunta si presentaban síntomas. La mayor frecuencia y porcentaje corresponde a los conductores que afirman presentar como síntoma mareos cuyos niveles de carboxihemoglobina se encuentran por encima de los valores normales con (66.73%). La menor frecuencia y porcentaje a los conductores que tienen como síntomas mareos, dolor de cabeza, nausea y disnea y; cuya carboxihemoglobina es por encima de los valores normales (4.2% para todas las categorías mencionadas). Estos resultados son muy similares a los hallados en el

estudio de Ares, B. Llamada “Cefalea secundaria a intoxicación por monóxido de carbono.”⁽¹⁾

No se realizó el estadístico chi cuadrado debido a que en la anterior pregunta no guardan relación y a que es una pregunta de opción múltiple.



CONCLUSIONES

Primera

Se determinó los niveles de carboxihemoglobina de 30 conductores de vehículos de transporte público de la ciudad de Arequipa, por el método de reducción con ditionito de sodio, presentando un valor promedio de 13.16%, el menor valor de 0.9% y el máximo de 41.91%.

Segunda

El promedio de valor de hemoglobina medida por el método de cianometahemoglobina fue de 15.74 g/dl, el valor máximo de 17.93 g/dl y el mínimo de 12.71 g/dl.

Tercera

En cuanto a los aspectos personales el mayor grupo 36.7% está conformado por conductores que laboran de 6 a 10 años, el 56.7% trabaja 48 horas a la semana como conductores de transporte público, el 90% trabaja más de 8 horas diarias conduciendo un vehículo en la ciudad, el 56 % no fuma, el 80% presentan síntomas que les hace sospechar que es debido a la contaminación ambiental.

Cuarta

De las treinta personas de estudio solo 4 (personas) están por debajo de los valores normales de carboxihemoglobina (0-2%), el resto 26 (personas) se encuentran por encima de los valores normales de carboxihemoglobina (> 2%).

Quinta

Para determinar qué aspectos se encuentran relacionados con los niveles de carboxihemoglobina se utilizó como estadístico la prueba chi cuadrado, se trabajó a un 0.05 de nivel de significancia, teniendo como hipótesis de independencia de variables aquellas significancias que superen estos valores. Según ello se rechazó la independencia de variables para las interrogantes sobre el número de horas semanales y diarias, por lo que las horas de exposición en cuanto a esta labor semanal y diaria es determinante para el valor de carboxihemoglobina sanguínea.



SUGERENCIAS

Primera

Se sugiere determinar los niveles de carboxihemoglobina en otras personas expuestos a la contaminación ambiental, como trabajadores ambulantes, oficinistas del Cercado, etc.

Segunda

Se sugiere también determinar los niveles de carboxihemoglobina de personas potencialmente expuestos al monóxido de carbono en otras áreas urbanas diferentes al Cercado.

Tercera

Se sugiere determinar la presencia de otros contaminantes atmosféricos en muestras sanguíneas de personas potencialmente expuestos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ares B, Casais J, Dapena D, Lema L, Prieto J, "Cefalea secundaria a intoxicación por monóxido de carbono"; 2001
2. Baynes J., Dominizak M.: Bioquímica Médica. 4ª Edición. Barcelona, España: Editorial Elsevier; 2014.
3. Bello J., López de Cerain A.: Fundamentos de Ciencia Toxicológica. 1ª Edición. Ediciones Diez de Santos. Barcelona, España; 2001
4. Bernard Henry J.: Diagnóstico y Tratamiento Clínicos por el Laboratorio. 9ª Edición. Ediciones Científicas y Técnicas S.A. México; 1994.
5. Beutler, E., West, C.1984.Simplified Determination of Carboxihemoglobin. Clin Chem 30(6) Castillo, A.1999.
6. Bev-Lorraine, Dreishbach R.: Manual de Toxicología clínica de Dreisbach. 7ª Edición. Manual Moderno. México; 2008
7. Carchipulla Cl., Escobar P. "Evaluación de la exposición de monóxido de carbono en conductores de buses de la empresa de transporte Transbañosa".Cuenca, Ecuador;2006
8. Ciril Rozman: Compendio de Medicina Interna, 2ª Edición. Ediciones Harcourt S.A; 2002
9. Cole Wald N. "Carboxihaemoglobin levels in smokers of filter and plain cigarretes"; 1998.
10. Colimon Kahl-Martin.: Fundamentos de Epidemiología. 1ª Edición. Editorial Diaz De Santos, España; 1990.
11. Dirección De Salud Ambiental. " El materia particulado en la ciudad de Arequipa"; 2011.
12. Engel, R., Rodkey, F., Krill, C. Carboxihemoglobin Levels as an Index of Hemolysis; 1971.
13. Frutos García J., Ángel Royo M.: Salud Pública y Epidemiología. 1ª Edición. Editorial Diaz De Santos, España.; 2006

14. Ganong William: Ganong Fisiología Médica. 23ª Edición. Editorial McGraw Hill-Interamericana. México; 2010.
15. Guyton Arthur: Tratado de Fisiología Médica. 20ª Edición. Editorial Elsevier. México; 2011.
16. Heredia Cabrera G. “Evaluación de la exposición al monóxido de carbono en habitantes de la ciudad de Azogues (Ecuador)”;
17. Hernández Ávila M.: Epidemiología Diseño y análisis de estudios. 1ª Edición. Editorial Médica Panamericana. España; 2009.
18. Jaramillo F., Rincón A., Posadas F.: Toxicología Básica. 1ª Edición. 2006. Ediciones Textos Universitarios. México; 2006.
19. Klaassen C., Watkins J.: Casarett y Doull Manual de Toxicología. 5ª Edición. Editorial MacGraw Hill Interamericana. México; 2001.
20. Mathews C., Van Holde K., Ahern K.: Bioquímica Médica. 3ª Edición. 2002. Editorial Pearson Educación, España; 2002.
21. Murray R., Bender D., Botham K., Kennelly P., Rodwell V., Weil P.: Harper Bioquímica Ilustrada. 29ª Edición. Editorial McGraw Hill, Mexico; 2013
22. Nelson D., Cox M.: Lehninger Principios de Bioquímica. 5ª Edición. Editorial Omega. Barcelona, España; 2009
23. Nufio, I. Determinación de niveles de contaminación producida por monóxido de carbono en trabajadores de parqueos en sótanos de edificios por vehículos automotores en la ciudad de Guatemala. Guatemala; 2005
24. Pino Gotuzzo Raúl.; Metodología de la Investigación, 1ª Edición. Editorial San Marcos. Lima, Perú; 2007
25. Polit Hungler: Investigación Científica en Ciencias de la Salud. Sexta Edición. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. México 2000.
26. Ramos pastor N., Garcia Aroyo A., Fernandez Testa A.et. al. Intoxicacion subclínica por monóxido de carbono en nuestra área sanitaria, Rev Clin, España; 2003.
27. Repetto M., Repetto G.: Toxicología Fundamental. 4ª Edición. Ediciones Diez de Santos. Barcelona, España; 2009.

28. Rojas M, Dueñas A y Sidorovas “Evaluación de la exposición al monóxido de carbono en vendedores de quioscos”; 2001.
29. Rojas, M., Dueñas, A., Sidorovas L. Evaluación a la exposición al monóxido de carbono en vendedores de quioscos. Valencia, Venezuela. Rev Panam; 2001.
30. Sanchis, Casan P., Miranda R.M.: Concentracion de carboxihemoglobina (COHb) en una población urbana de pacientes no fumadores.
31. Saracco, S. Recomendaciones para la atención de las intoxicaciones por monóxido de carbono (CO). Barcelona: Masson; 2000
32. Sibon Olano A., Martínez García P., Vizcaya Rojas M. Intoxicación por monóxido de carbono .Cuaderno de medicina forense; 2007
33. Stuar Ira Fox: Fisiología Humana. 12ª Edición. Ediciones McGraw Hill. México;2011
34. Téllez, J., Rodríguez, A., Fajardo, A. Contaminación por monóxido de carbono: un problema de salud ambiental Fonte: Rev. sal; 2006.
35. Uría, S. Niveles de monóxido de carbono en empleados de estaciones de servicio en la ciudad de Cochabamba. Bolivia; 2002
36. Vargas, L. Toxicidad por monóxido de carbono. En Luis Eduardo Vargas (Comp.), Toxicología. (pp 583-586). Barcelona: Masson; 2006
37. Whincup, P, et. al. Los niveles de carboxihemoglobina (COHb) y sus factores determinantes mayores en los hombres británicos; 2006
38. William J. Marshall Stephen: Bioquímica Clínica. 7ª Edición. Editorial Elsevier, Barcelona, España; 2012.

ANEXOS



ANEXO 1: INSTRUMENTO DE ENCUESTA

APELLIDOS Y NOMBRES	
COD. ASIGNADO	

Sr.(a) Conductor (a):

El presente cuestionario tiene como objetivo recabar información con respecto a su actividad laboral, como tal, no hay respuestas buenas ni malas solo conteste con la verdad y en el menor tiempo posible, es un cuestionario anónimo que me permitirá mucho en la investigación cuyos resultados contribuirán en entender y posibilitar alternativas de solución a su problema.

INFORMACIÓN GENERAL

- | | |
|---|--|
| <p>1. SEXO</p> <p><input type="checkbox"/> Masculino</p> <p><input type="checkbox"/> Femenino</p> | <p>3. GRADO DE INSTRUCCIÓN</p> <p><input type="checkbox"/> Estudios secundarios</p> <p><input type="checkbox"/> Estudios primarios</p> <p><input type="checkbox"/> Superior</p> |
| <p>2. EDAD</p> <p><input type="checkbox"/> 18-30 años</p> <p><input type="checkbox"/> 31-45 años</p> <p><input type="checkbox"/> 46-60 años</p> <p><input type="checkbox"/> Mayor de 60 años</p> | <p>4. ESTADO CIVIL</p> <p><input type="checkbox"/> Soltero (a)</p> <p><input type="checkbox"/> Casado (a)</p> <p><input type="checkbox"/> Conviviente</p> <p><input type="checkbox"/> Viudo (a)</p> |

ASPECTOS LABORALES RELACIONADOS A CARBOXIHEMOGLOBINA

- Desde hace cuánto tiempo realiza transporte público en la ciudad
 - Menos de 2 años
 - 3 a 5 años
 - 6 a 10 años
 - Más de 10 años
- Durante la semana aproximadamente cuantas horas trabaja conduciendo una unidad de transporte público en la ciudad
 - 48 horas a la semana
 - Más de 48 horas a la semana
 - Menos de 48 horas a la semana
- Durante el día aproximadamente cuantas horas trabaja conduciendo un vehículo en la ciudad
 - 8 horas aprox.
 - Más de 8 horas

Menos de 8 horas

4. En cuanto al hábito de fumar responda por favor

- No fumo
- Fumo ocasionalmente en reuniones
- Fumo de uno a doce cigarrillos a la semana
- Presento el hábito de fumar (>2 cajetillas ala semana)

5. Presenta usted síntomas en su salud que le hacen sospechar que es debido a la contaminación ambiental

- Si
- No

6. Solo si presenta síntomas, marque cuales (puede marcar varias)

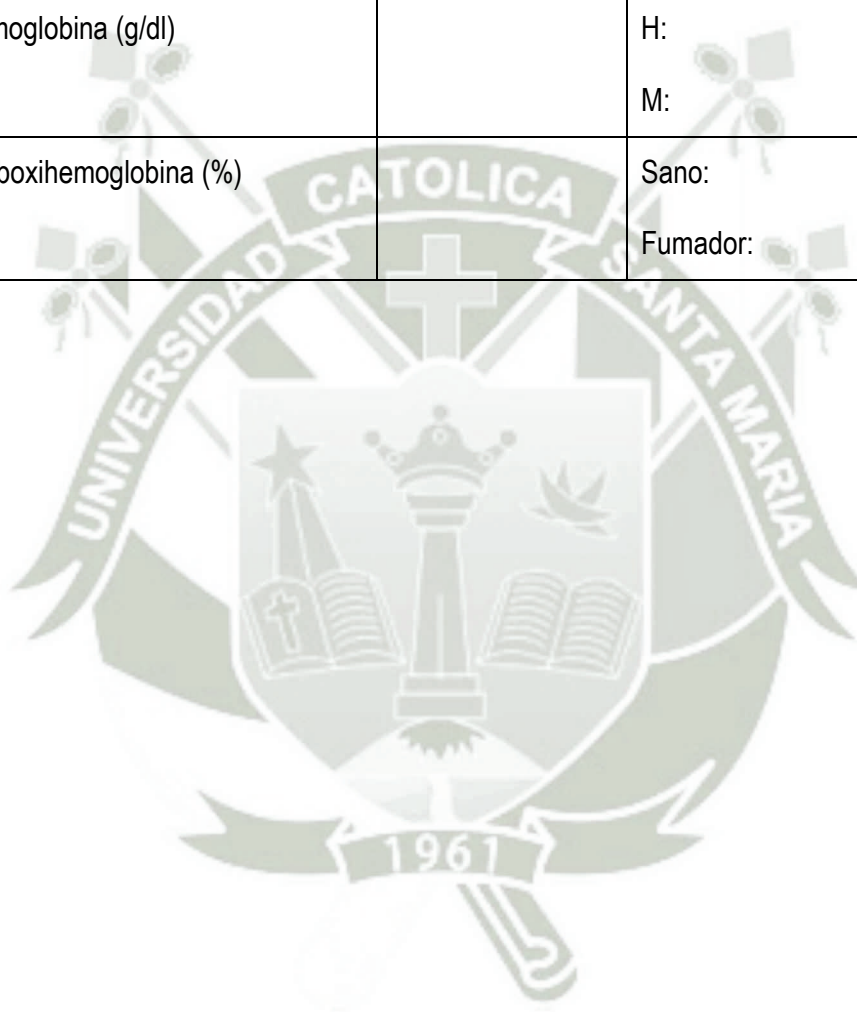
- Mareos
- Dolor de cabeza
- Debilidad muscular
- Nausea o vómitos
- Dificultar para respirar



ANEXO 2: FICHA DE RESULTADOS

COD. ASIGNADO	
----------------------	--

Descripción	Valor hallado	Valores de referencia
Hemoglobina (g/dl)		H: M:
Carboxihemoglobina (%)		Sano: Fumador:



ANEXO 3: SATURACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA PRIMERA MEDICIÓN

Paciente	Abs 538	Abs 578	%	Abs 538	Abs 578	%	Abs 538	Abs 578	%
1	0.5258	0.553	5.97	0.5257	0.5531	5.92	0.5259	0.5532	5.94
2	0.5285	0.5572	5.63	0.5281	0.557	5.58	0.5286	0.5572	5.66
3	0.5432	0.5261	17.65	0.5431	0.5263	17.56	0.5432	0.5262	17.62
4	0.5247	0.5407	8.77	0.5293	0.5405	10.04	0.5248	0.5408	8.77
5	0.5985	0.532	30.88	0.5981	0.5321	30.74	0.5989	0.5325	30.83
6	0.5494	0.5241	19.9	0.5496	0.5247	19.79	0.5494	0.524	19.93
7	0.6023	0.5158	36.98	0.6022	0.5158	36.95	0.6025	0.5157	37.07
8	0.5003	0.5501	0.05	0.5002	0.5501	0.03	0.5003	0.5501	0.05
9	0.5154	0.5228	10.98	0.5153	0.5228	10.95	0.5155	0.5229	10.98
10	0.5442	0.5415	13.71	0.5443	0.5414	13.77	0.5443	0.5415	13.74
11	0.5925	0.5878	14.14	0.5925	0.5878	14.14	0.5925	0.5878	14.14
12	0.5193	0.5548	3.85	0.5192	0.5549	3.8	0.5193	0.5549	3.83
13	0.6413	0.5139	48.45	0.6413	0.5138	48.49	0.6413	0.5139	48.45
14	0.5465	0.5394	14.88	0.5466	0.5396	14.86	0.5466	0.5395	14.88
15	0.5696	0.568	13.4	0.5696	0.568	13.4	0.5696	0.5679	13.43
16	0.5201	0.5336	9.38	0.5201	0.5336	9.38	0.5202	0.5336	9.41
17	0.5839	0.5648	17.84	0.589	0.5647	19.15	0.5839	0.5647	17.86
18	0.5407	0.5388	13.5	0.5407	0.5388	13.5	0.5409	0.5388	13.56
19	0.5089	0.5143	11.5	0.509	0.5144	11.5	0.5089	0.5144	11.47
20	0.5432	0.5524	10.62	0.5432	0.5524	10.62	0.5431	0.5524	10.59
21	0.5366	0.5488	9.82	0.5365	0.5487	9.82	0.5366	0.5488	9.82
22	0.5252	0.5665	2.57	0.5252	0.5665	2.57	0.5253	0.5665	2.6
23	0.5345	0.5556	7.57	0.5345	0.5557	7.54	0.5345	0.5557	7.54
24	0.5513	0.5634	9.93	0.5513	0.5633	9.95	0.5513	0.5634	9.93
25	0.5036	0.5231	7.67	0.5036	0.523	7.7	0.5036	0.5231	7.67
26	0.5557	0.5633	11.07	0.5558	0.5633	11.1	0.5558	0.5633	11.1
27	0.5046	0.5515	0.84	0.5046	0.5515	0.84	0.5047	0.5515	0.87
28	0.5562	0.5662	10.47	0.5563	0.5661	10.52	0.5563	0.5662	10.5
29	0.5427	0.5698	6.2	0.5427	0.5697	6.22	0.5428	0.5698	6.22
30	0.5001	0.5391	2.65	0.5002	0.539	2.71	0.5002	0.5391	2.68

ANEXO 4: SATURACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA SEGUNDA MEDICIÓN

Paciente	Abs 538	Abs 578	%	Abs 538	Abs 578	%	Abs 538	Abs 578	%
1	0.5026	0.5135	9.96	0.5027	0.5135	9.99	0.5027	0.5135	9.99
2	0.5117	0.5161	11.78	0.5117	0.5161	11.78	0.5117	0.5162	11.75
3	0.5874	0.5677	17.96	0.5875	0.5677	17.99	0.5875	0.5678	17.96
4	0.509	0.5372	5.49	0.508	0.5372	5.23	0.509	0.5372	5.49
5	0.6134	0.5566	27.59	0.6135	0.5566	27.62	0.6135	0.5566	27.62
6	0.5646	0.5496	16.9	0.5646	0.5496	16.9	0.5646	0.5497	16.88
7	0.6297	0.5358	38.06	0.6297	0.5358	38.06	0.6298	0.5358	38.09
8	0.5102	0.5555	1.34	0.5103	0.5555	1.36	0.5103	0.5555	1.36
9	0.5411	0.5547	9.49	0.5411	0.5547	9.49	0.5411	0.5548	9.47
10	0.5316	0.5486	8.57	0.5316	0.5487	8.54	0.5316	0.5486	8.57
11	0.5507	0.5416	15.4	0.5507	0.5416	15.4	0.5508	0.5416	15.43
12	0.5386	0.5509	9.81	0.5387	0.5509	9.83	0.5387	0.5509	9.83
13	0.6431	0.5212	46.45	0.643	0.5212	46.42	0.643	0.5212	46.42
14	0.5604	0.5495	15.84	0.5601	0.5499	15.65	0.5604	0.5499	15.73
15	0.5308	0.5236	14.97	0.5309	0.5236	14.99	0.5309	0.5237	14.97
16	0.5205	0.5316	10.01	0.5205	0.5315	10.04	0.5205	0.5316	10.01
17	0.5887	0.5666	18.58	0.5886	0.5667	18.53	0.5886	0.5666	18.55
18	0.5507	0.5346	17.31	0.5508	0.5346	17.33	0.5506	0.5346	17.28
19	0.5127	0.5263	9.3	0.5126	0.5266	9.2	0.5127	0.5266	9.23
20	0.5345	0.5468	9.78	0.5345	0.546	9.99	0.5345	0.546	9.99
21	0.5181	0.5349	8.51	0.5181	0.534	8.74	0.5181	0.534	8.74
22	0.5117	0.5563	1.54	0.5117	0.5563	1.54	0.5116	0.5563	1.51
23	0.5171	0.5285	9.92	0.5171	0.5288	9.84	0.5171	0.5285	9.92
24	0.5244	0.5462	7.29	0.5244	0.5463	7.27	0.5244	0.5463	7.27
25	0.5094	0.5106	12.66	0.5094	0.5106	12.66	0.5094	0.5106	12.66
26	0.5525	0.5641	10.06	0.5521	0.5639	10.01	0.5525	0.5639	10.11
27	0.5176	0.5636	1.33	0.5175	0.5636	1.3	0.5176	0.5636	1.33
28	0.5702	0.5604	15.5	0.5701	0.5604	15.48	0.5703	0.5604	15.53
29	0.5428	0.5193	19.47	0.5427	0.5192	19.47	0.5428	0.5193	19.47
30	0.5114	0.5597	0.66	0.5114	0.5596	0.68	0.5114	0.5596	0.68

ANEXO 5: SATURACIÓN DE CARBOXIHEMOGLOBINA TERCERA MEDICIÓN

Paciente	Abs 538	Abs 578	%	Abs 538	Abs 578	%	Abs 538	Abs 578	%
1	0.5067	0.5283	7.15	0.5068	0.5281	7.23	0.5068	0.5283	7.18
2	0.5211	0.5402	7.94	0.5211	0.5401	7.97	0.5211	0.5402	7.94
3	0.5704	0.5585	16.05	0.5704	0.5584	16.07	0.5704	0.5585	16.05
4	0.5111	0.5391	5.57	0.5112	0.5391	5.6	0.5113	0.5391	5.63
5	0.5834	0.5273	28.21	0.5883	0.5274	29.51	0.5834	0.5274	28.18
6	0.5476	0.5196	20.71	0.5476	0.5196	20.71	0.5476	0.5197	20.68
7	0.5909	0.5229	31.6	0.5909	0.5228	31.63	0.5909	0.5229	31.6
8	0.5106	0.5561	1.3	0.5107	0.5562	1.3	0.5106	0.5561	1.3
9	0.5497	0.5509	12.69	0.5498	0.5508	12.74	0.5499	0.5509	12.74
10	0.5413	0.5545	9.6	0.5412	0.5545	9.57	0.5413	0.5545	9.6
11	0.5409	0.5433	12.37	0.5409	0.5433	12.37	0.5409	0.5433	12.37
12	0.5212	0.5411	7.74	0.5212	0.5413	7.69	0.5212	0.5413	7.69
13	0.5747	0.5111	30.79	0.5749	0.5111	30.85	0.5749	0.5111	30.85
14	0.5941	0.5637	20.71	0.5941	0.5637	20.71	0.5944	0.5637	20.79
15	0.5507	0.5354	17.09	0.5507	0.5351	17.17	0.5507	0.5352	17.14
16	0.547	0.5594	9.83	0.5471	0.5595	9.83	0.5471	0.5595	9.83
17	0.5355	0.5505	9.1	0.5351	0.5502	9.08	0.5355	0.5505	9.1
18	0.5617	0.5566	14.31	0.5612	0.5566	14.18	0.5617	0.5566	14.31
19	0.5315	0.5496	8.29	0.5315	0.5499	8.22	0.5315	0.5499	8.22
20	0.5728	0.5252	25.96	0.5728	0.5252	25.96	0.5729	0.5252	25.99
21	0.5202	0.5178	13.66	0.5201	0.5179	13.61	0.5202	0.5178	13.66
22	0.5102	0.5599	0.31	0.5104	0.5599	0.36	0.5103	0.5599	0.33
23	0.5147	0.5288	9.19	0.5146	0.5288	9.16	0.5148	0.5288	9.21
24	0.5586	0.5435	16.97	0.5584	0.5435	16.92	0.5586	0.5435	16.97
25	0.5301	0.5288	13.35	0.5304	0.5283	13.57	0.5301	0.5288	13.35
26	0.5201	0.5393	7.91	0.5204	0.5393	7.99	0.5204	0.5393	7.99
27	0.5017	0.5449	1.66	0.5017	0.5451	1.61	0.5017	0.5451	1.61
28	0.5247	0.5045	18.73	0.5247	0.5041	18.84	0.5247	0.5045	18.73
29	0.6041	0.5578	24.87	0.6041	0.5579	24.84	0.6041	0.5579	24.84
30	0.5002	0.5427	1.8	0.5006	0.5428	1.88	0.5006	0.5427	1.91

ANEXO 6: FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACION COMO SUJETO DE EXPERIMENTACION EN INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Yo, identificado con DNI, autorizo al Señor Bachiller en Farmacia Waldo José Luis Reyes Valdivia, para que realice el siguiente procedimiento: *Extracciones de sangre venosa*; dentro de la investigación denominada: “Determinación de Carboxihemoglobina en los conductores de transporte público del Cercado de la ciudad de Arequipa”.

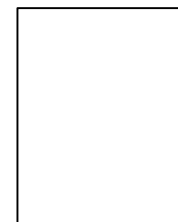
Habiendo recibido la información siguiente:

1. Sobre el objetivo principal de la investigación, y de los potenciales riesgos durante la ejecución del procedimiento descrito.
2. También he realizado todas las preguntas que considere necesarias para tomar total conocimiento sobre dicho procedimiento, las que han sido absueltas por el autor de la investigación.
3. También autorizo para que los resultados de los procedimientos y técnicas utilizadas sean divulgadas con finalidades científicas y académicas por cualquier medio, respetando mi identidad y mi imagen.

De manera voluntaria, sin mediar intimidación, desconocimiento o violencia y en pleno uso de mis facultades mentales y físicas, y luego de haber sido suficientemente informado sobre el procedimiento investigativo del cual formo parte rubrico dando conformidad.

En Arequipa, a los ____ días, del mes de _____ del 2016.

Nombre:.....
DNI °.....



ANEXO 7: HOJA TÉCNICA DEL HIDROSULFITO DE SODIO



OFICINAS Y PLANTA
Calle El Engranaje N° 116 - Urb. La Milla
San Martín de Porres - Lima
Telefax: (01) 534-2868 / (01) 534-2923
(01) 534-2869 / (01) 719-1672
RPC: 9837-43960 / 9837-43160
Nextel Ventas: 99631*5004 / 99400*2373
E-mail: ventas@quimexsa.com
E-mail: quimex@quimexsa.com
Web: www.quimexsa.com

PRODUCTOS QUIMICOS INDUSTRIALES

HOJA TÉCNICA

HIDROSULFITO DE SODIO

Identificación del Producto

Nombre Químico: Hidrosulfito de sodio
Fórmula Química: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$
Fabricante: BASF

Nombre Comercial: Ditionito de sodio
Número UN: 1384
Clase: 4.2 Sólido espontáneamente inflamable

Especificaciones Técnicas

Parámetro	Límite Inferior	Límite Superior	Unidad
Pureza	88	...	%w/w
Insolubles en agua	...	0.1	%w/w
Aspecto	Polvo		
Color	Blanco		
Tiempo de Vida	2 años a partir de la fecha de producción		

Propiedades

Peso Molecular: 174.10
Densidad: 2.25 – 2.38 g/cm³ (20°C)
Punto de ebullición/campo de ebullición: Indeterminado
Punto de fusión/campo de fusión: 300°C
Temperatura de descomposición: >80°C
Solubilidad en agua: >150 g/l (20°C)
Apariencia: Polvo granular blanco o grisáceo con olor penetrante.

Presentación

Tambores x 90 Kg.

Usos

Agente reductor, agente sulfonante, en el teñido de textiles, blanqueo de pulpa y kaolin, preservante de comidas y bebidas, fuente de cationes, en polímeros, procesos químicos, tratamiento de agua y purificación de gases.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Soledad Barrientos Q.	Yadira Tello P.	Haydee Mantilla S.

CAL-FOR-002 / Ver.02

Fecha de Revisión: 09.10.2013

Prohibida cualquier reproducción parcial o total de este documento sin autorización

ANEXO 8: VALORES DE HEMOGLOBINA

Sujeto	Abs	Hemoglobina
1	0.3482	13.11
2	0.4193	15.72
3	0.4695	17.56
4	0.4703	17.59
5	0.4635	17.34
6	0.4133	15.50
7	0.4253	15.94
8	0.3934	14.77
9	0.3904	14.66
10	0.4242	15.90
11	0.4002	15.02
12	0.3874	14.55
13	0.3852	14.47
14	0.3983	14.95
15	0.4242	15.90
16	0.4193	15.72
17	0.3894	14.62
18	0.3934	14.77
19	0.4545	17.01
20	0.4324	15.87
21	0.4163	15.61
22	0.4534	16.97
23	0.4804	17.96
24	0.4013	15.06
25	0.4414	16.53
26	0.4395	16.46
27	0.4744	17.74
28	0.4384	16.42
29	0.4272	16.01
30	0.3373	12.71
Total	N	30

ANEXO 9: EVALUACIÓN DE LOS VALORES DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN CONDUCTORES DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

CHO-FERES	PROMEDIO COHb (%)	VALORES NORMALES (0-2%)	TIEMPO DE TRABAJO				HORAS DE TRABAJO A LA SEMANA			HORAS DE TRABAJO AL DÍA			HÁBITO TABAQUICO				SINTOMATOLOGÍA		SOLO SI MARCÓ SI EN SÍNTOMAS (OPCIÓN MÚLTIPLE)				
			>2 AÑOS	3 A 5 AÑOS	6 A 10 AÑOS	>10 AÑOS	48 Hrs.	+48 Hrs.	-48 Hrs.	8 Hrs.	+8 Hrs.	-8 Hrs.	NO FUMO	FUMO SOLO EN REUNIONES	FUMO EN FORMA REGULAR	SI FUMO	SI	NO	MAREOS	DOLOR DE CABEZA	DEBILIDAD	NÁUSEAS	DISNEA
1	0.9	Si			-			-	-		-				-	-							
2	1.27	Si			-			-	-		-				-	-					-		
3	1.48	Si			-			-	-		-				-	-							
4	1.74	Si		-				-	-		-				-	-				-			
5	6.73	No			-			-	-		-				-	-							
6	7.12	No			-			-	-		-				-	-					-		
7	7.7	No			-			-	-		-				-	-					-		
8	8.45	No	-					-	-		-				-	-					-		
9	8.88	No			-			-	-		-				-	-							
10	9.66	No		-				-	-		-				-	-							
11	9.7	No			-			-	-		-				-	-					-		
12	9.75	No			-			-	-		-				-	-							
13	10.63	No	-					-	-		-				-	-							
14	10.71	No	-					-	-		-				-	-				-			
15	11.06	No			-			-	-		-				-	-							
16	11.25	No		-				-	-		-				-	-							
17	11.39	No			-			-	-		-				-	-					-		
18	13.97	No	-					-	-		-				-	-							
19	14.92	No			-			-	-		-				-	-				-			
20	15.03	No			-			-	-		-				-	-				-			
21	15.17	No	-					-	-		-				-	-							
22	15.31	No		-				-	-		-				-	-				-			
23	15.5	No			-			-	-		-				-	-							
24	16.84	No	-					-	-		-				-	-				-			
25	17.12	No			-			-	-		-				-	-					-		
26	17.21	No		-				-	-		-				-	-							
27	19.16	No			-			-	-		-				-	-							
28	29.02	No	-					-	-		-				-	-				-			
29	35.56	No	-					-	-		-				-	-							
30	41.91	No			-			-	-		-				-	-					-		

