

Universidad Católica de Santa María

“IN SCIENTIA ET FIDE ERIT FORTITUDO NOSTRA”

Facultad de Medicina Humana

Escuela Profesional de Medicina Humana



Evaluación de la función pulmonar en policías de tránsito de Arequipa Metropolitana, Enero 2017

Tesis presentado por la Bachiller:

JULIA MERCEDES OPPE ALVAREZ

Para obtener el título Profesional de:

Médica Cirujana

Asesor Externo:

AYME ESPINOZA CHAMA

Arequipa - Perú

2017

Agradezco a mis padres Alfredo y Roxana, a mi hermana Angela por su apoyo constante en: la realización de mis metas y en los momentos difíciles de mi vida. A todos ellos por sus sacrificios para brindarme la carrera y llenar mis días de felicidad.

A los docentes y médicos de la UCSM sobre todo por estimularme día a día a ser mejor estudiante y persona.

A los médicos y todo el personal del Hospital Regional PNP Arequipa, por sus consejos y conocimientos brindados en el año de mi internado.

A la Doctora Ayme Espinoza Chama por guiarme en el internado, ofrecerme su amistad y en especial por su interés y dedicación desde el principio en la realización de esta investigación.

Al Doctor Nelson Aspilcueta Rojas por sus consejos y conocimientos, por impulsarme a aprender algo nuevo cada día, por enseñarme que la felicidad está en hacer las cosas que te gustan, y demostrarme que todo el esfuerzo es por y para el paciente.

Dedicado a mí amorosa familia por su
comprensión y sacrificio.

A la memoria de mis amadas abuelitas Julia
Rodriguez y Angela Gamero por confiar en mí.

Y a mis amigos Sarah Fernández, Miguel
Salazar y Guillermo Villegas por haber
recorrido juntos nuestra formación profesional
y apoyarnos en este camino.



**¿Quién dijo que todo está perdido? Yo vengo a ofrecer
mi corazón.**

(Fito Paez)

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I MATERIAL Y MÉTODOS	4
CAPÍTULO II RESULTADOS	8
CAPÍTULO III. DISCUSIÓN Y COMENTARIOS	32
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXOS	44
- Anexo 1: Ficha de recolección de datos	45
- Anexo 2: Hoja de consentimiento informado	46
- Anexo 3: Proyecto de investigación	47

RESUMEN

Antecedentes: Los policías de tránsito pueden estar expuestos a gases y material particulado producto de la contaminación del aire y presentar alteraciones de la función pulmonar.

Objetivo: Evaluar la función pulmonar en policías de tránsito de Arequipa Metropolitana.

Métodos: Se realizó una entrevista para el llenado de una ficha de datos y una evaluación por espirometría de los policías de tránsito que cumplieron los criterios de selección. Se muestran resultados mediante estadística descriptiva.

Resultados: Se evaluó una muestra de 191 policías que cumplieron criterios de selección. De estos el 69. 63.35% de casos fueron varones y 36.65% mujeres, con una edad promedio para varones de 40.14 ± 10.61 años y para mujeres fue de 25.07 ± 4.02 años. El tiempo de trabajo como policía fue en promedio de 12.71 ± 10.78 años; el tiempo de trabajo como policía de tránsito con función en calle fue de 3.20 ± 4.23 años. El 27.75% tienen un índice de masa corporal normal, 51.31% tienen sobrepeso y 20.94% obesidad. El 7.33% de ellos refirieron algún antecedente, con predominio de bronquitis en 3.14%, asma en 2.09% o desviación de tabique en 1.57%. Se presentaron manifestaciones en 58.64% de casos, predominó la tos en 28.80% de policías, seguido de obstrucción nasal en 17.80% de casos, irritación de garganta en 15.18%, disnea en 8.90%, “ronquera” o estridor en 7.85%. Se excluyeron 43 espirometrías por mala calidad. Con la valoración espirométrica se encontró que 93.92% fueron normales, 4.05% mostraron un patrón de obstrucción leve, y 2.03% patrón restrictivo.

Conclusiones: Existe una alta frecuencia de síntomas respiratorios en policías de tránsito, aunque con una baja frecuencia de alteraciones espirométricas de tipo obstructivo.

PALABRAS CLAVE: policía de tránsito – función pulmonar – espirometría.

ABSTRACT

Background: Traffic policemen may be exposed to gases and particulate matter from air pollution and have abnormal lung function.

Objective: To evaluate pulmonary function in metropolitan transit policemen in Arequipa.

Methods: Policemen were interviewed and with the information gathered, and an spirometric test an information chart was filled, evaluation of the transit police lung function who met the selection criteria was performed. Results are shown using descriptive statistics.

Results: A sample of 191 police officers who met selection criteria were evaluated. The 69.59% were male and 36.65% female, with a mean age for men of 40.14 ± 10.61 years and for women of 25.07 ± 4.02 years. Working time as a policeman was on average 12.71 ± 10.78 years. The working time as traffic policemen was 3.20 ± 4.23 years. The 27.75% of police have normal IMC, 51.31% are overweight and 20.94% are obese. The 7.33% suffer from respiratory problems such as bronchitis in 3.14%, asthma in 2.09% or deviation of the septum in 1.57%. There were 58.64% of cases, coughing in 28.80% of police, followed by nasal obstruction in 17.80% of cases, throat irritation in 15.18%, dyspnea in 8.90%, hoarseness or stridor in 7.85%. 43 spirometric evaluations were excluded due to bad quality. With spirometric assessment, 93.92% were normal, 4.05% showed a mild obstruction pattern, and 2.03% restrictive pattern.

Conclusions: There is a high frequency of respiratory symptoms in traffic policemen, although with a low frequency of obstructive spirometric alterations.

KEY WORDS: traffic policemen - lung function - spirometry.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades ocupacionales constituyen un serio problema de salud pública, inherente a la actividad humana. Muchas de estas enfermedades se deben a factores propios del trabajo, como los problemas osteomusculares o el estrés inherente de la actividad laboral, pero muchas de ellas se deben a exposición a contaminantes ambientales como agentes físico, químico o biológico.

La contaminación del aire representa un importante riesgo ambiental para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma.

Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire, ofrecen una evaluación de los efectos sanitarios derivados de la contaminación del aire así como de los niveles de contaminación perjudiciales para la salud. Según estimaciones del 2012, la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 3 millones de defunciones prematuras. (1)

Entre el 1% y el 4% de la mortalidad de la población mundial se atribuye al material particulado suspendido en el aire según la Organización Mundial de la Salud (OMS). En las ciudades de América Latina, cerca de 200.000 personas mueren tempranamente cada año por la exposición a niveles altos de material que se encuentra particulado en el aire (2). La contaminación atmosférica por partículas constituye uno de los problemas más serios en los países en desarrollo que en los desarrollados, dada su proceso de rápida industrialización y cambio del uso del suelo (3). En nuestra ciudad, estudios realizados han demostrado una tendencia decreciente

de la contaminación por material particulado entre los años 2007-2012, pero aún con valores superiores a lo permitido, y concentraciones elevadas de gases como dióxido de azufre (4).

Un grupo en riesgo importante es el de los policías de tránsito. Su labor en las calles sobre todo con tráfico pesado los expone a los humos y gases contaminantes producto de la combustión de combustibles fósiles, entre otros factores como el ruido y la radiación solar. Aunque se han realizado estudios que han demostrado efectos negativos de la exposición a humos en este grupo ocupacional particular, específicamente en la fertilidad por exposición al plomo (5), son escasos los estudios locales que evalúan el impacto negativo de los materiales particulados, humos y gases producto de la contaminación ambiental vehicular sobre la salud de los policías de tránsito; Ross Mejía (6) en un estudio local en el 2005, identificó 20% de alteraciones espirométricas obstructivas en el grupo de policías de tránsito, y dado que se ha producido incremento del parque automotor y la aparente contaminación del aire, es importante contar con un estudio actualizado de las alteraciones respiratorias en el grupo ocupacional de policías de tránsito.

La presente investigación permitirá identificar el nivel de afectación de la contaminación ambiental sobre la salud de un grupo ocupacional en el que pueden diseñarse intervenciones destinadas a disminuir el impacto de su trabajo y evitar el efecto negativo de la contaminación ambiental.

Nuestros resultados, producto de la evaluación de un grupo importante de policías de tránsito que incluyó el estudio espirométrico, ha identificado una frecuencia importante de síntomas respiratorios relacionados a contaminación, como la presencia de tos y obstrucción nasal recurrentes y que producen alteraciones del

patrón espirométrico en un 6% de policías de tránsito, a predominio obstructivo, por lo que se requiere de vigilancia epidemiológica de este grupo para identificar la evolución de sus cuadros respiratorios y verificar si efectivamente existe una reducción de los efectos negativos de la contaminación ambiental con el tiempo, e identificar sus causas.



CAPÍTULO I

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación

Técnicas: En la presente investigación se realizó una entrevista para el llenado de una ficha de datos para luego proseguir con la evaluación por espirometría.

Instrumentos: Se emplearon dos espirómetros marca MIR SPIROBANK® y una ficha de evaluación policial (Anexo 1).

Materiales:

- Fichas de recolección de datos.
- Material de escritorio.
- Espirómetros.
- Computadora personal con programas de: Software Winspiro Pro para el espirómetro Spirobank II®, procesamiento de textos, bases de datos y estadísticos.
- Tallimetro.
- Balanza digital.

2. Campo de verificación

2.1. **Ubicación espacial:** El presente estudio se realizó en la ciudad de Arequipa (área metropolitana).

2.2. **Ubicación temporal:** El estudio se realizó en forma coyuntural durante el mes de enero del año 2017.

2.3. **Unidades de estudio:** Personal que labora en el departamento de tránsito de la Policía Nacional del Perú (PNP) de la ciudad de Arequipa.

Población: Todos los policías del departamento de tránsito de Arequipa (Sección de tránsito) en el periodo de estudio, en número aproximado 300.

Muestra: No se consideró el cálculo de un tamaño de muestra ya que se estudiará a todos los policías de tránsito de la ciudad de Arequipa que cumplieron los criterios de selección:

2.4. Criterios de selección:

▮ Criterios de Inclusión

- Participación voluntaria en el estudio.
- En trabajo operativo: calle.

▮ Criterios de Exclusión

- De licencia o vacaciones durante el periodo de estudio.
- Personal policial puesto a disposición de la Unidad de Servicios Especiales (USE).
- Trabajo administrativo.
- Criterios de exclusión de espirometría.

3. **Tipo de investigación:** Se trata de un estudio de campo.

4. **Nivel de investigación:** La presente investigación es un estudio observacional, prospectivo y de corte transversal.

5. Estrategia de Recolección de datos

5.1. Organización

Se realizaron las coordinaciones con el Hospital Regional PNP “JULIO PINTO MANRIQUE” en particular con el departamento de neumología y la Jefatura de la Sección de Tránsito para la autorización y realización de los estudios.

Se convocó a los policías de tránsito a una campaña de evaluación médica para realizar una evaluación que consistía en una entrevista para recoger antecedentes y datos epidemiológicos, para luego proceder a la evaluación por espirometría estándar.

Las espirometrías fueron realizadas por un médico neumólogo junto con la autora, hasta concluir con la evaluación de todos los policías que cumplieron los criterios de selección.

Una vez concluida la recolección de datos, éstos se organizaron en bases de datos para su posterior interpretación y análisis.

5.2. Validación de los instrumentos

La ficha de recolección de datos no requiere de validación ya que solo recoge información. Los espirómetros fueron calibrados antes del inicio de la campaña.

Los datos ingresados al espirómetro fueron procesados con el software Winspiro Pro para el espirómetro Spirobank II®.

5.3. Criterios para manejo de resultados

a) Plan de Recolección

La recolección de datos se realizó previa autorización para la aplicación del instrumento.

b) Plan de Procesamiento

Los datos registrados en el Anexo 1 fueron codificados de manera consecutiva y tabulados para su análisis e interpretación.

c) Plan de Clasificación:

Se empleó una matriz de sistematización de datos en la que se transcribieron los datos obtenidos en cada Ficha para facilitar su uso. La matriz fue diseñada en una hoja de cálculo electrónica (Excel 2016).

d) Plan de Codificación:

Se procedió a la codificación de los datos que contenían indicadores en la escala nominal y ordinal para facilitar el ingreso de datos.

e) Plan de Recuento.

El recuento de los datos fue electrónico, en base a la matriz diseñada en la hoja de cálculo.

f) Plan de análisis

Se empleó estadística descriptiva con distribución de frecuencias (absolutas y relativas), medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (rango, desviación estándar) para variables continuas; las variables categóricas se presentan como proporciones. Para el análisis de datos se empleó la hoja de cálculo Excel 2016 con su complemento analítico y el paquete SPSS v.22.0.



**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Tabla 1

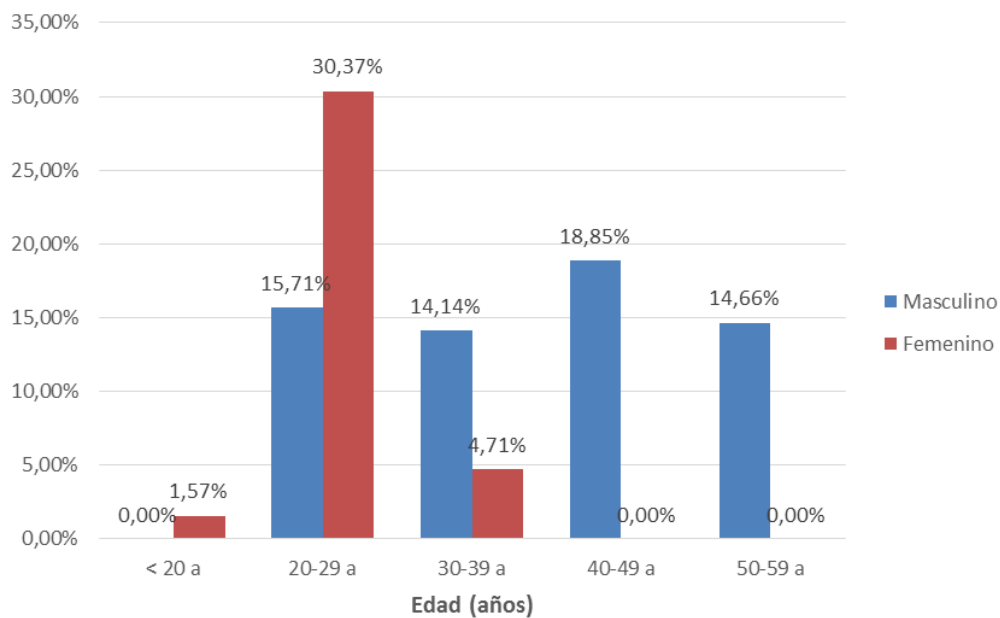
Distribución de policías de tránsito según edad y sexo

Edad (años)	Masculino		Femenino		Total	
	N°	%	N°	%	N°	%
< 20 a	0	0.00%	3	1.57%	3	1.57%
20-29 a	30	15.71%	58	30.37%	88	46.07%
30-39 a	27	14.14%	9	4.71%	36	18.85%
40-49 a	36	18.85%	0	0.00%	36	18.85%
50-59 a	28	14.66%	0	0.00%	28	14.66%
Total	121	63.35%	70	36.65%	191	100.00%

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Gráfico 1

Distribución de policías de tránsito según edad y sexo



Edad promedio \pm D. estándar (mín – máx):

- Masculino: 40.14 \pm 10.61 años (22 – 58 años)
- Femenino: 25.07 \pm 4.02 años (20 – 36 años)

La **Tabla y Gráfico 1** muestran la distribución de los participantes según edad y sexo; el 63.35% de casos fueron varones y 36.65% mujeres, con un 46.07% del total entre los 20 y 29 años; la edad promedio de los varones fue de 40.14 \pm 10.61 años y para las mujeres fue de 25.07 \pm 4.02 años.

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Tabla 2

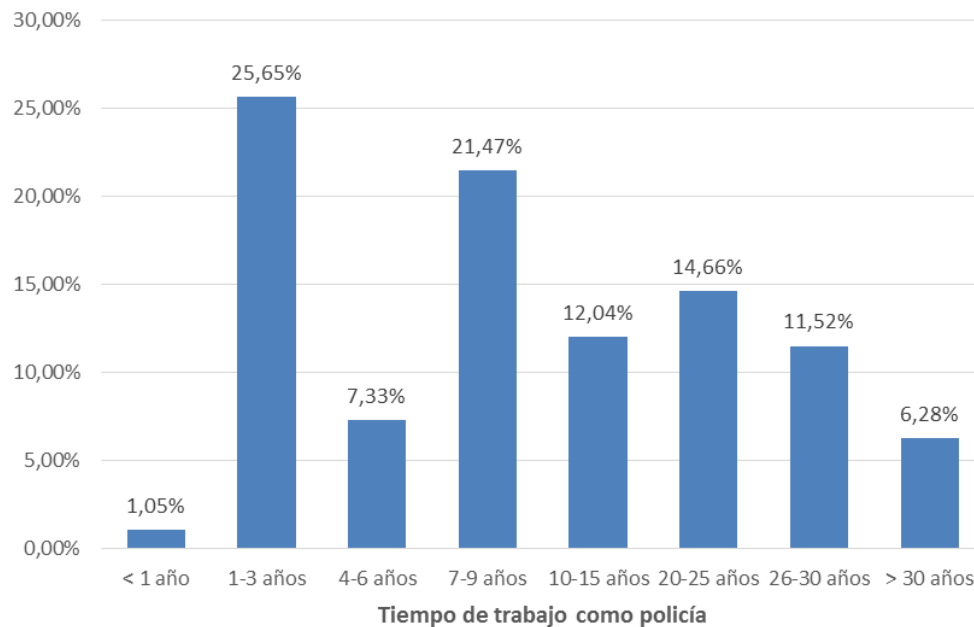
**Distribución de policías de tránsito según tiempo de trabajo como
policía**

	N°	%
< 1 año	2	1.05%
1-3 años	49	25.65%
4-6 años	14	7.33%
7-9 años	41	21.47%
10-15 años	23	12.04%
20-25 años	28	14.66%
26-30 años	22	11.52%
> 30 años	12	6.28%
Total	191	100.00%

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Gráfico 2

**Distribución de policías de tránsito según tiempo de trabajo como
policía**



Tiempo promedio \pm D. estándar: 12.71 \pm 10.78 años (2m - 37 a)

En la **Tabla y Gráfico 2** se muestra el tiempo de trabajo como policía en el personal evaluado; un 21.47% tiene entre 7 y 9 años, y 32.46% tiene más de 20 años de labor policial, con una duración promedio de 12.71 \pm 10.78 años.

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Tabla 3

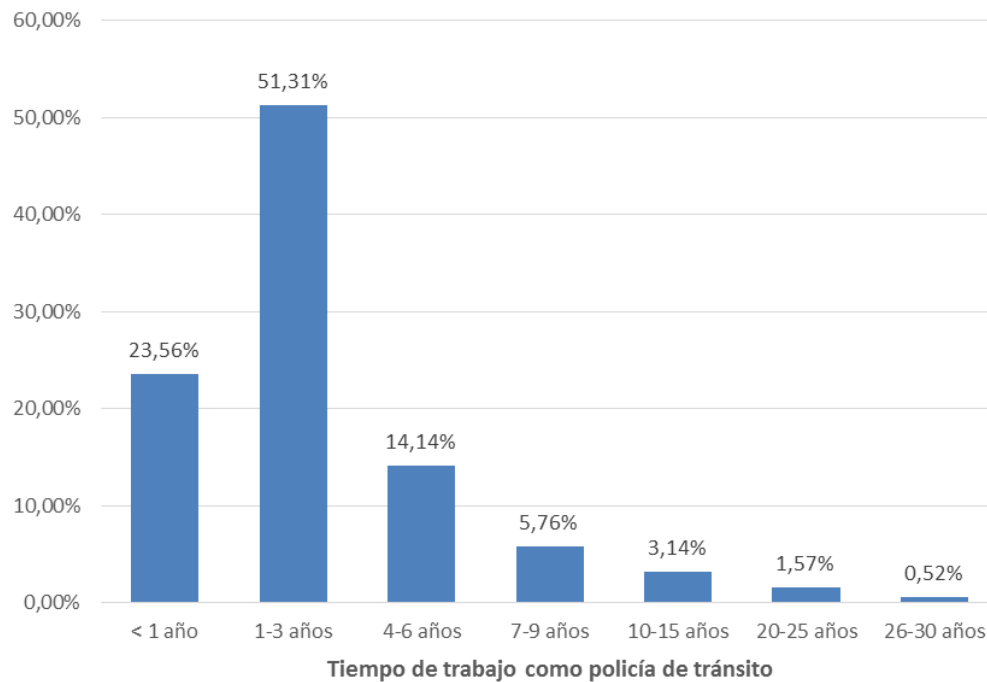
**Distribución de policías de tránsito según tiempo de trabajo como
policía de tránsito con trabajo en calle**

	N°	%
< 1 año	45	23.56%
1-3 años	98	51.31%
4-6 años	27	14.14%
7-9 años	11	5.76%
10-15 años	6	3.14%
20-25 años	3	1.57%
26-30 años	1	0.52%
Total	191	100.00%

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Gráfico 3

**Distribución de policías de tránsito según tiempo de trabajo como
policía de tránsito con función en calle**



T. promedio \pm D. estándar (mín – máx): 3.20 \pm 4.23 años (1 sem - 26 a)

Tabla y Gráfico 3 el tiempo de trabajo como policía de tránsito es de 1 a 3 años en 51.31% de casos; sólo 5.24% tiene más de 10 años de trabajo, siendo la duración promedio como policía de tránsito de 3.20 \pm 4.23 años.

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Tabla 4

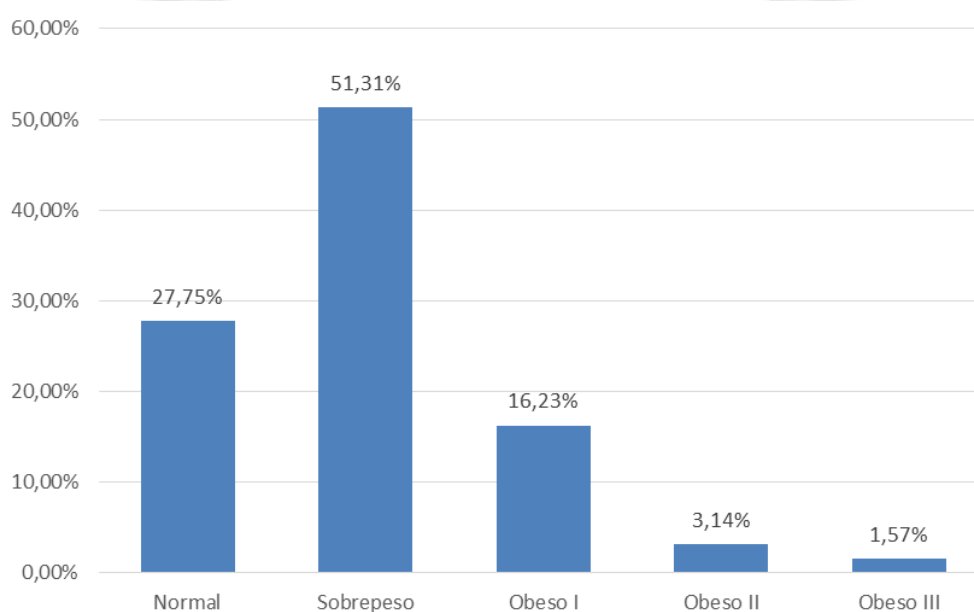
Distribución de policías de tránsito según estado nutricional

	N°	%
Normal	53	27.75%
Sobrepeso	98	51.31%
Obeso I	31	16.23%
Obeso II	6	3.14%
Obeso III	3	1.57%
Total	191	100.00%

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Gráfico 4

Distribución de policías de tránsito según estado nutricional



La **Tabla y Gráfico 4** muestran el estado nutricional de los policías de tránsito según el índice de masa corporal (IMC); el 27.75% tienen una nutrición normal, 51.31% tienen sobrepeso y 20.94% obesidad, sobre todo de tipo I (16.23%).

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Tabla 5

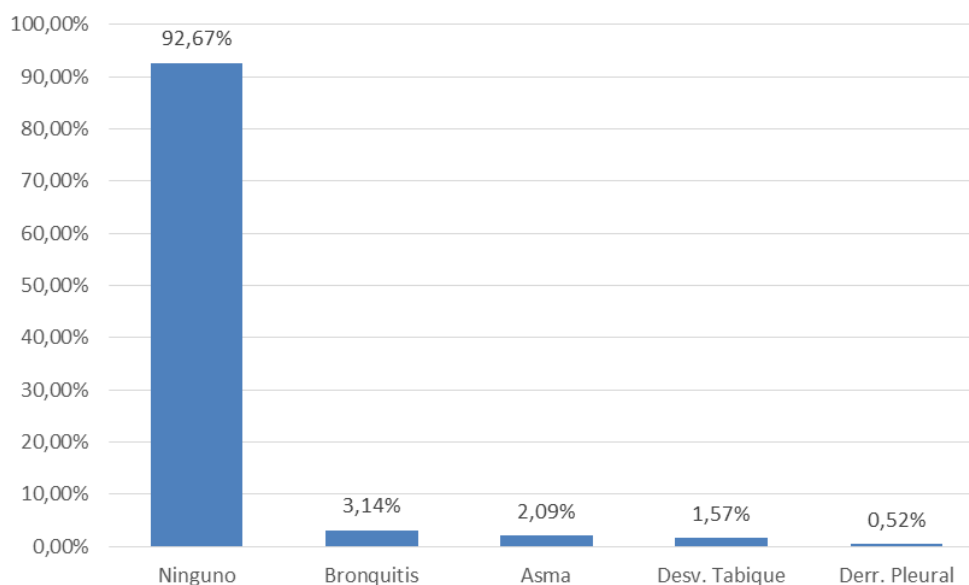
Distribución de policías de tránsito según antecedente de patología respiratoria

	N°	%
Ninguno	177	92.67%
Bronquitis	6	3.14%
Asma	4	2.09%
Desv. Tabique	3	1.57%
Derr. Pleural	1	0.52%
Total	191	100.00%

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Gráfico 5

Distribución de policías de tránsito según antecedente de patología respiratoria



Las patologías respiratorias referidas por los policías de tránsito se muestran en la **Tabla y Gráfico 5**; el 7.33% de ellos refirieron algún antecedente, con predominio de bronquitis en 3.14%, asma en 2.09% o desviación de tabique en 1.57%; un caso (0.52%) tuvo derrame pleural.

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Tabla 6

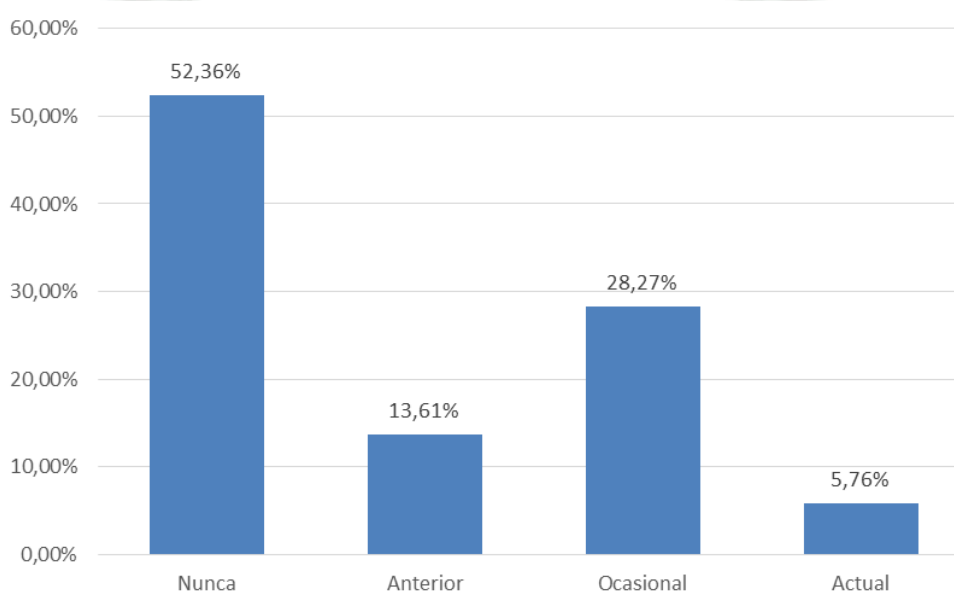
Distribución de policías de tránsito según consumo de tabaco

	N°	%
Nunca	100	52.36%
Anterior	26	13.61%
Ocasional	54	28.27%
Actual	11	5.76%
<i>< 5 cig/sem</i>	8	72.73%
<i>5-10 cig/sem</i>	1	9.09%
<i>> 10 cig/sem</i>	2	18.18%
Total	191	100.00%

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Gráfico 6

Distribución de policías de tránsito según consumo de tabaco



En la **Tabla y Gráfico 6** se muestra el consumo de tabaco referido por los policías; un 52.36% de ellos refiere nunca haber fumado, 13.61% dejó de fumar, y 34.03% tiene consumo actual, 28.27% esporádico (1-2 veces al mes) y 5.76% consumo continuo; de ellos el 72.73% fuma menos de 5 cigarrillos a la semana, 9.09% de 5 a 10 cigarrillos semanales y 18.18% más de 10 cigarrillos.

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Tabla 7

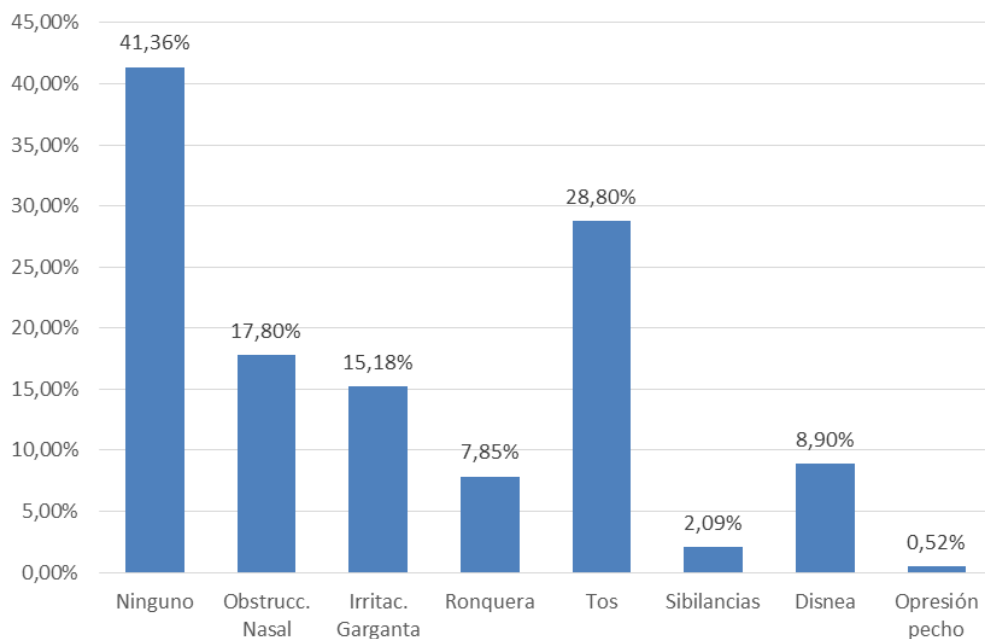
Distribución de policías de tránsito según síntomas respiratorios

	N°	%
Ninguno	79	41.36%
Obstrucc. Nasal	34	17.80%
Irritac. Garganta	29	15.18%
Ronquera	15	7.85%
Tos	55	28.80%
Sibilancias	4	2.09%
Disnea	17	8.90%
Opresión pecho	1	0.52%

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Gráfico 7

Distribución de policías de tránsito según síntomas respiratorios



Las manifestaciones respiratorias en los policías de tránsito se muestran en la **Tabla y Gráfico 7**; se presentaron manifestaciones en 58.64% de casos; predominó la tos en 28.80% de policías, seguido de obstrucción nasal en 17.80% de casos, irritación de garganta en 15.18%, disnea en 8.90%, “ronquera” o estridor en 7.85%, y en menor proporción se refirió sibilancias (2.09%) o en casos aislados “opresión de pecho” (0.52%). Los policías estudiados pueden presentar dos o más síntomas simultáneamente, por lo que la suma total puede superar el 100%.

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

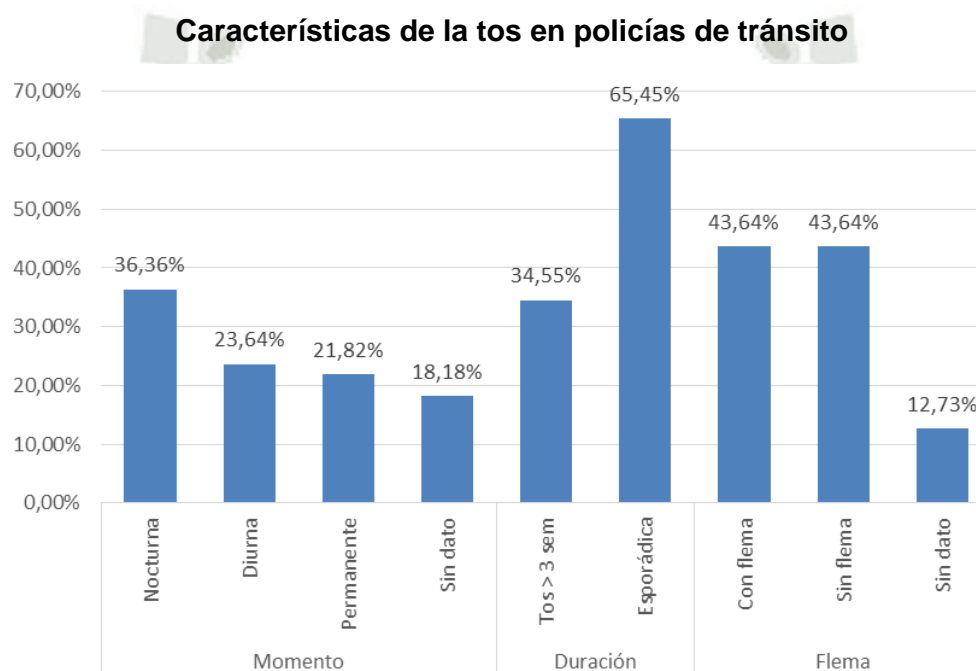
Tabla 8

Características de la tos en policías de tránsito

		N°	%
Momento	Nocturna	20	36.36%
	Diurna	13	23.64%
	Permanente	12	21.82%
	Sin dato	10	18.18%
Duración	Tos > 3 sem	19	34.55%
	Esporádica	36	65.45%
Flema	Con flema	24	43.64%
	Sin flema	24	43.64%
	Sin dato	7	12.73%
Total		55	100.00%

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Gráfico 8



Las características de la tos fueron su presentación nocturna en 36.36% o diurna en 23.64%; la tos duró más de 3 semanas en 34.55%, y mostró flema en 43.64% (**Tabla y Gráfico 8**).

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Tabla 9

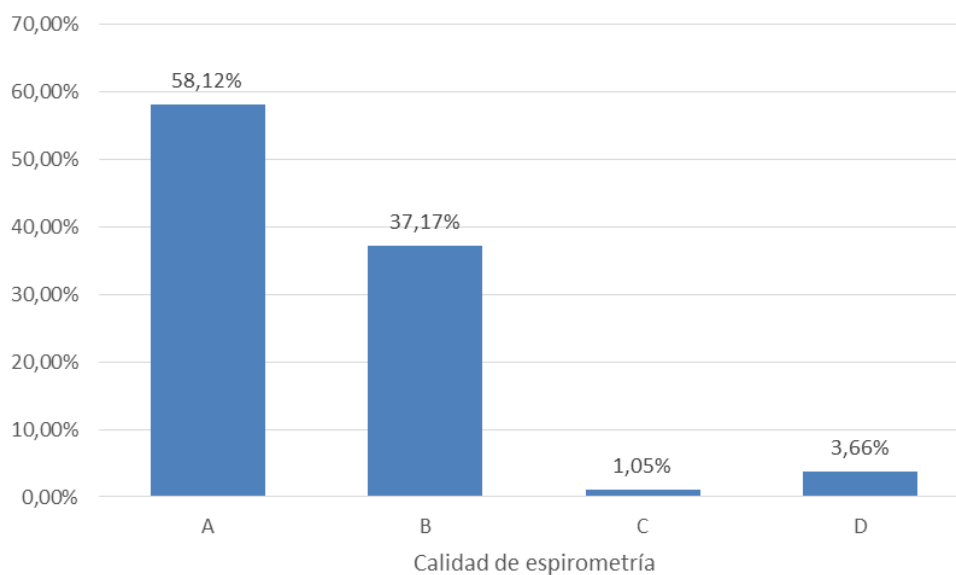
**Resultados de calidad de la evaluación de la espirometría en los
policías de tránsito en función a valor teórico**

Calidad	N°	%	Incluidos		Excluidos	
			N°	%	N°	%
A	111	58.12%	96	86.49%	15	13.51%
B	71	37.17%	52	73.24%	19	26.76%
C	2	1.05%	0	0.00%	2	100.00%
D	7	3.66%	0	0.00%	7	100.00%
Total	191	100.00%	148	77.49%	43	22.51%

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Gráfico 9a

**Resultados de calidad de la evaluación de la espirometría en los
policías de tránsito en función a valor teórico**

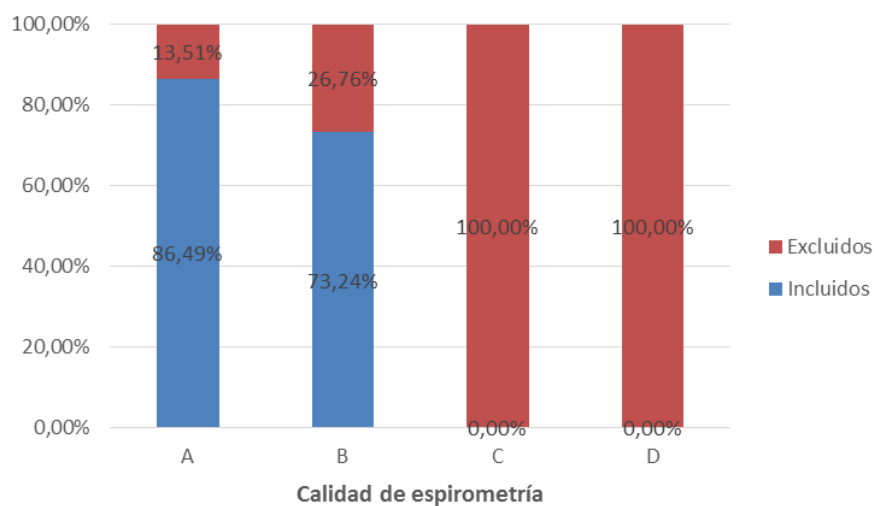


La **Tabla 9 y Gráfico 9a** muestra que el 58.12% del total de espirometrías tuvo calidad A, 37.17% fueron de calidad B, y 1.05% fueron de calidad C y 3.66 calidad D.

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Gráfico 9b

**Espirometrías excluidas según informe de calidad de espirometría en
los policías de tránsito en función a valor teórico**



En el **Gráfico 9a** del total de espirometrías se excluyeron 43, 13.51% de calidad A, 26.76% de calidad B, y todas las de calidad C y D.

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Tabla 10

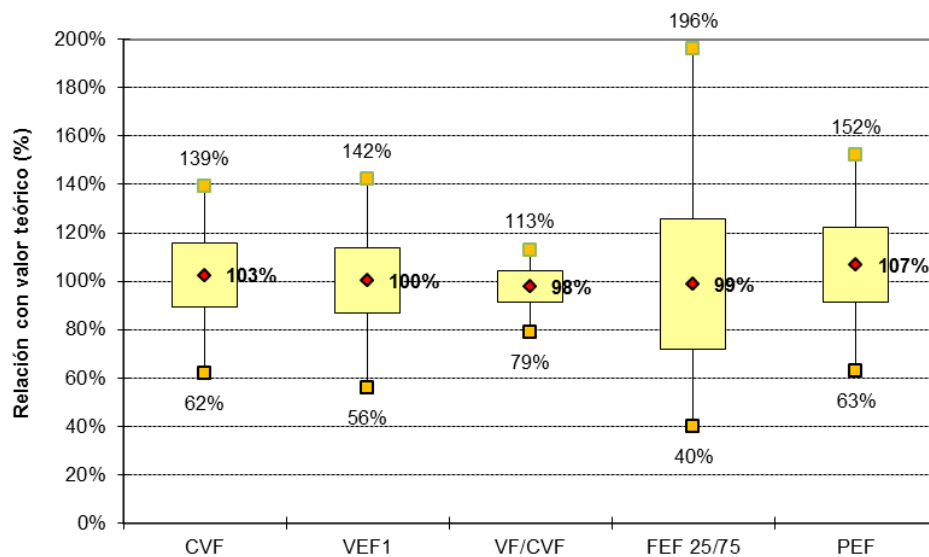
**Resultados de evaluación espirométrica en los policías de tránsito en
función a valor teórico de las espirometrías de buena calidad.**

	Promedio	D. estándar	Mínimo	Máximo
CVF	102.5%	13.3%	62%	139%
VEF ₁	100.4%	13.3%	56%	142%
VF/CVF	97.8%	6.6%	79%	113%
FEF _{25/75}	99.0%	26.9%	40%	196%
PEF	106.8%	15.3%	63%	152%
Calidad A:	96	(64.86%)		
Calidad B:	52	(35.14%)		

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Gráfico 10

**Resultados de evaluación espirométrica en los policías de tránsito en
función a valor teórico de las espirometrías de buena calidad**



En la **Tabla y Gráfico 10** se resumen las características de los valores de la espirometría en función a su valor teórico normal; en la capacidad vital forzada hubo valores dentro del 62 y 139% del valor esperado, el volumen espiratorio forzado (VEF)1 estuvo entre 56 y 142%, la relación VF/CVF entre el 79 y 113%, y el flujo espiratorio forzado (FEF) 25/75 se encontró entre 40 y 196%; el pico espiratorio forzado (PEF) estuvo entre 63 y 152%; todos los casos incluidos tuvieron espirometrías clase A (64.86%) o clase B (35.14%).

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Tabla 11

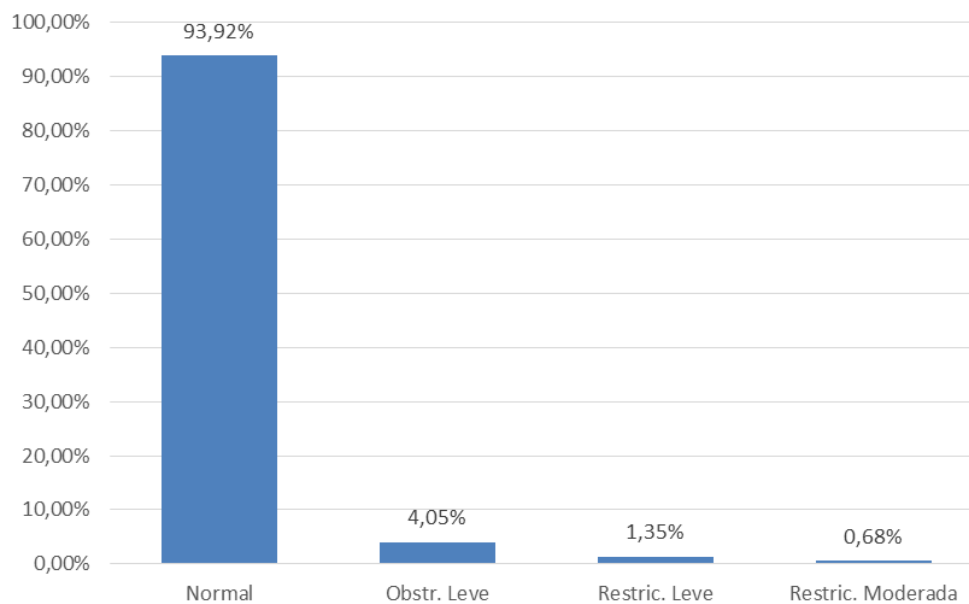
**Resultados de los patrones espirométricos de las espirometrías de
buena calidad en los policías de tránsito**

	N°	%
Normal	139	93.92%
Obstr. Leve	6	4.05%
Restric. Leve	2	1.35%
Restric. Moderada	1	0.68%
Total	148	100.00%

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN POLICÍAS DE TRÁNSITO DE AREQUIPA
METROPOLITANA, ENERO DEL 2017**

Gráfico 11

Resultados de los patrones espirométricos de las espirometrías de buena calidad en los policías de tránsito



En la **Tabla y Gráfico 11** se evidencia que el 93.92% de espirometrías tienen un patrón normal, el 4,05% tienen patrón obstructivo leve, y 2.03 tienen patrón restrictivo que en su mayoría es de tipo Leve.

CAPÍTULO III.
DISCUSIÓN Y COMENTARIOS



DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

El presente estudio se realizó para evaluar la función pulmonar en policías de tránsito de Arequipa Metropolitana, en Enero del 2017. Se llevó a cabo la presente investigación debido al interés por el impacto de la contaminación ambiental en la salud humana, y por la existencia de grupos específicos de riesgo con exposiciones particulares; en este contexto, el personal policial de tránsito se expone en forma continua a humo y gases de vehículos en el área metropolitana.

Para tal fin se realizó una entrevista para el llenado de una ficha de recolección de datos junto a la evaluación por espirometría de los policías de tránsito que cumplieron los criterios de selección. Se muestran resultados mediante estadística descriptiva.

De un total de 275 policías de la sección de tránsito, se evaluó una muestra de 191 policías que cumplieron los criterios de selección.

En el estudio realizado por Ross Mejía S (6) en el 2005 en personal policial en nuestro medio que cuenta con una pequeña muestra de 58 policías evaluados. Son pocos los estudios recientes publicados en este grupo peculiar de riesgo.

Ross Mejía (6) encontró una edad promedio de policías de tránsito de 37.96 años, que es similar a la edad de 40.14 años promedio en nuestros policías varones, esto considerando que la población evaluada por Ross fueron varones, debido a la gran escases de policías mujeres de tránsito, además de no diferenciar el tiempo total de trabajo como policía, el tiempo de trabajo como policía de tránsito con función es

calle (sólo lo considera de más de 5 años) y no segrega el tiempo de actividad policial del tiempo de trabajo como policía en la calle.

Otra forma de evaluar el impacto de la contaminación ambiental en la salud es el de las manifestaciones clínicas, aunque esto puede mostrar grandes confusiones, como la presencia de patologías alérgicas con manifestaciones respiratorias. Una forma más confiable además de la espirometría fue la desarrollada en un estudio en el área metropolitana de Lima por Villón y cols (24), quienes evaluaron el impacto bioquímico toxicológico del plomo como contaminante ambiental relacionado a enfermedades respiratorias en policías de tránsito; ellos evaluaron marcadores de estrés oxidativo como Glutacion (GSH), Glucosa 6 fosfato deshidrogenasa (G6PDH), Superóxidodismutasa (SOD) y otros, comparando el efecto de la contaminación en policías con menos de 3 años y mayor de 3 años de labor en tránsito; se identificó una diferencia significativa en los trabajadores con más tiempo de labor.

No podemos comparar con Ross Mejía (6) el IMC, ni los antecedentes de patología respiratoria, ni los síntomas respiratorios puesto que en su estudio no se evalúa dichos parámetros.

Los síntomas clínicos, aunque poco confiables también son motivo de preocupación en el personal policial. En el presente trabajo se encontró manifestaciones respiratorias en 58.64% de policías evaluados, con predominio de tos (28.80%), obstrucción nasal (17.80%) e irritación de garganta (15.18%) entre otros. La tos tuvo una presentación a predominio nocturno y de duración prolongada. Un estudio realizado por Estevez-Garcia JA y cols. (15) en policías de tránsito de la ciudad de Bogotá encontró que síntomas respiratorios como tos,

expectoración y rinosinusitis tuvieron mayor prevalencia en policías de tránsito comparados con policías del área administrativa, confirmado en un examen médico con mayor prevalencia de irritación nasal; en su estudio las pruebas de función pulmonar no mostraron diferencias significativas.

Un hecho que dificulta realizar comparaciones con el trabajo de Ross (6) también en policías, es que reporta los resultados de sus hallazgos espirométricos como promedios de las capacidades o flujos, que no pueden interpretarse directamente pues son valores en función de un teórico ideal, que en este trabajo se expresa como porcentaje del valor ideal teórico por peso, edad, sexo y etnia, no siendo lo mismo una CVF 4.96 L igual para una mujer que para un varón, o si es alto o de baja estatura, y de peso diferente. Los patrones espirométricos de los 50 policías evaluados en el estudio de Ross (6) fueron en 70% normales, obstructivos 30%; en nuestro estudio el 93.92% de las 148 espirometrías válidas mostraron un patrón normal, y 4.05% obstructivo, es el trabajo de Ross se encontró alteración espirométrica obstructiva del 3.57% en policías con trabajo administrativo, que podrían equipararse a la población general. Estos resultados serían un reflejo de lo encontrado en Arequipa en el periodo 2007-2012, que muestra una tendencia decreciente de la contaminación por agentes particulados (4). Aunque esto puede parecer alentador, los valores siguen estando por encima de los límites recomendados, por lo que es pronto para mostrar alegría. Es probable que a pesar del incremento en el parque automotor en Arequipa, tengan algún efecto el uso de gasolina sin plomo o de gas licuado de petróleo en los vehículos. Se debe continuar las monitorizaciones para verificar si este es un efecto permanente a largo plazo. Un dato de importancia en este trabajo de investigación, aunque no se pudo evaluar a

todos los integrantes del grupo policial de tránsito del sector de trabajo en calle, se evaluó al 70% de dicha población, aunque solo se obtuvieron espirometrías de buena calidad en el 88%. Una medida que puede mejorar el grado de participación es la evaluación periódica, puesto que el conocer el procedimiento de la espirometría por parte del personal policial puede ayudar a evitar las pérdidas por mala técnica de realización.

Otro aspecto importante de este estudio es que se encontraron patrones restrictivos en algunos policías, lo que probablemente esté relacionado con el hallazgo de sobrepeso y obesidad en más de las tres cuartas partes de los policías evaluados, lo que llama la atención al ser sometidos en forma periódica a evaluaciones físicas para ascenso. Se debe recomendar además que el personal policial que fuma trate de abandonar este mal hábito.



CONCLUSIONES

Primera. El 7.33% del personal PNP expuesto ocupacionalmente a materiales particulados respiratorios en Arequipa Metropolitana presenta trastornos respiratorios como la bronquitis (3.4%) o el asma (2.09%).

Segunda. Se identificaron síntomas respiratorios en 56.64% de policías de tránsito de Arequipa Metropolitana, con predominio de tos (28.80%), obstrucción nasal (17.80%) e irritación de garganta (15.18%).

Tercera.- Se presentaron alteraciones de la espirometría en el 6.08% de policías de tránsito de Arequipa Metropolitana, con patrón obstructivo en 4.05% y patrón restrictivo en 2.03%.

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda que el Comando policial realice evaluaciones periódicas de seguimiento para poder determinar el tiempo de trabajo máximo como policía de tránsito con trabajo en calle para evitar perjudicar la salud del personal, así mismo esto para considerar el traslado del personal más afectado por síntomas respiratorios y con patrones espirométricos alterados.
- 2) La Facultad de Medicina de la Universidad Católica de Santa María podría desarrollar una línea de investigación para evaluar el impacto en la salud respiratoria de la contaminación ambiental en otros grupos expuestos, como vendedores ambulantes, trabajadores de limpieza pública u otros en el área metropolitana.
- 3) Se recomienda a la Gerencia Regional de Salud del MINSA continuar con el monitoreo del aire y publicar periódicamente los resultados para diseñar políticas de restricción de tránsito en las áreas más contaminadas.
- 4) Se recomienda evaluaciones periódicas nutricionales en los policías de tránsito, incentivar una buena nutrición, junto a la motivación a realizar deportes aeróbicos para bajar el porcentaje de sobrepeso y obesidad.

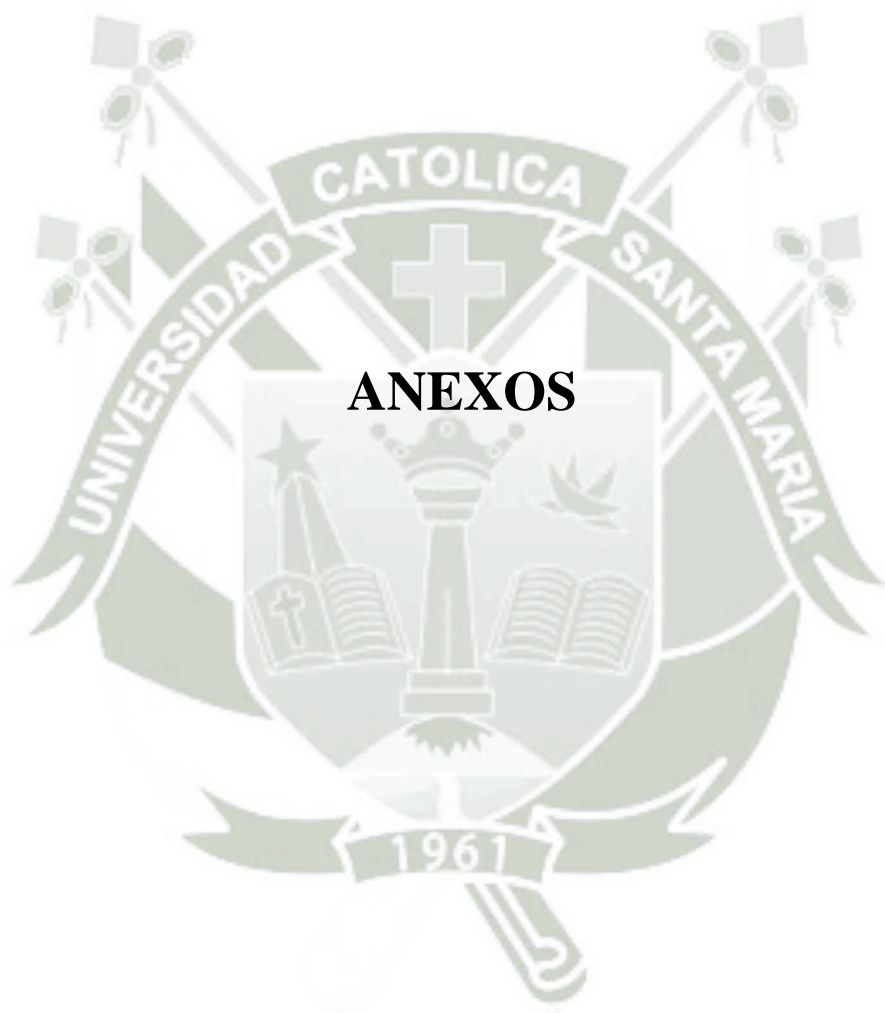
BIBLIOGRAFÍA

- 1) OMS, Organización Mundial de la Salud. “Calidad del aire ambiente (exterior) y salud”. Actualización de setiembre 2016 [En línea]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>
- 2) OPS, Organización Panamericana de la Salud. “Evaluación de los efectos de la Contaminación del aire en la Salud de América Latina y el Caribe” OPS, Editor. 2005, OPS: Washington D.C
- 3) Han, X. and L.P. Naeher, A Review “Traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world. Environment International”, 2006;32(1): 106-120.
- 4) Ministerio del Ambiente (MINAM). Informe Nacional de Calidad del Aire 2013-2014. Disponible en: <http://infoaire.minam.gob.pe:1013/INFOAIRE/archivos/zona-educativa/publicacion/Informe-Nacional-de-Calidad-del-Aire-2013-2014.pdf>
- 5) Del Carpio A, Gonzales G, Rodríguez L. “Exposición Ocupacional a Plomo y su Relación con Infertilidad Masculina”. Veritas, Investigación y desarrollo; 2002 (6).Disponible en: www.ucsm.edu.pe/catolica/index.php?Itemid=1015&id=839&option=com_content&view=article
- 6) Ross SM. Evaluación de la función pulmonar por espirometría entre policías de tránsito y policías de trabajo administrativo de Arequipa. Tesis de Bachiller. Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2005

- 7) Bernstein JA et al. Health effects of air pollution. *Revista Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2004. 114(5): 1116-1123.
- 8) Blanca Elena Jiménez. “Contaminación Ambiental en México” Causas Efectos y Tecnología apropiada. 2005.
- 9) Schwela D. Urbana S, Ginebra S. Guías para la calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud. OMS, Geneva, 2005.
- 10) Rojas N. “Material Particulado atmosférico y salud”. Editorial Universidad de los Andes, 2005.
- 11) Harrison RM, Yin J. “Particulate matter in the atmosphere: which particle properties are important for its effects on health?” *Review The Science of The Total Environment*, 2000; 249(1-3): 85-101
- 12) Karita K., et al., “Respiratory symptoms and pulmonary function among traffic police in Bangkok, Thailand”. *Review Archives of Environmental Health*, 2001; 56(5): 467
- 13) Gerencia Regional de Salud - Arequipa. Vigilancia de la Calidad del Aire. Disponible en: <http://www.saludarequipa.gob.pe/unidades-organicas-3/dir-ejec-de-salud-ambiental/ecologia-proteccion-del-ambiente-y-salud-ocupacional/vigilancia-de-la-calidad-del-aire>
- 14) Donaldson K, MacNee W. “Potential mechanisms of adverse pulmonary and cardiovascular effects of particulate air pollution (PM10)”. *Review International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 2001; 203(5-6): 411-415.
- 15) Estevez-García JA, Rojas-Roa NY, Rodríguez-Pulido AI. Exposición ocupacional a contaminantes atmosféricos: material particulado y síntomas

- respiratorios en policías de tránsito de Bogotá. Rev. salud pública, 2013;15(6):870-885.
- 16) Diociaiuti M et al. “The two PM2.5 (fine) and PM2.5-10 (coarse) Fractions: Evidence of different biological activity”. Review Environmental Research, 2001. 86: 254-262.
- 17) Bai N, et al., “The pharmacology of particulate matter air pollution-induced cardiovascular dysfunction.” Review Pharmacology and Therapeutics, 2007. 113(1): 16-29.
- 18) De Kok T et al. Toxicological assessment of ambient and traffic-related particulate matter: a review of recent studies. Mutation Research-Reviews in Mutation Research, 2006. 613(2-3): 103-122.
- 19) Fraser RS et al. Fundamentos de las enfermedades del tórax. Editorial Masson, 2006.
- 20) Benítez-Pérez RE, Torre-Bouscoulet L, Villca-Alá N, Del-Río-Hidalgo RF, Pérez-Padilla R y cols. Espirometría: recomendaciones y procedimiento. Neumol Cir Torax, 2016; 75(2):173-190.
- 21) National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). Respiratory Health. Spirometry procedures manual. Centers for Disease Control and Prevention, 2008. Disponible en: http://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes_07_08/spirometry.pdf
- 22) Tomei F et al. Work Exposure to urban pollutants and urinary Homovanillic Acid. Journal of Environmental Science and Health, 2003. 38A(12): 2999- 2918.

- 23) Violante FS et al. Urban atmospheric pollution: Personal exposure versus fixed monitoring station measurements. *Chemosphere*, 2006. 64(10): 1722-1729.
- 24) Villón MA, Lozano K. Impacto bioquímico toxicológico del plomo como contaminante ambiental relacionado a enfermedades respiratorias en policías de tránsito en Lima Metropolitana. Tesis para optar el título de Licenciado en Farmacia y Bioquímica. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de San Marcos, 2010
- 25) MINSA. GEMO-006/Guías de Evaluación Médico Ocupacional. Guía técnica para realizar espirometría ocupacional, 2011
- 26) Sociedad Castellano-Leonesa y Cántabra de Patología Respiratoria (SOCALPAR). Patrones diagnósticos en la espirometría. Disponible en: http://www.socalpar.es/cursos_documentos/patrones_diagnosticos_espirometria.htm



Anexo 1: Ficha de recolección de datos

Ficha N° _____

Datos Generales

Edad: _____ años Sexo: Varón Mujer

Años de servicio como policía de tránsito.....

Tiempo de trabajo como policía de tránsito en el campo _____ meses / años.

Tiempo de trabajo como policía de tránsito oficina (labor administrativa) _____
meses / años.

Enfermedad pulmonar previa:

Asma Bronquitis Rinitis Otro

Consumo de tabaco: Nunca Anterior Actual : Ocasional
 < 5 a la semana 5-10 a la semana 10 a más /semana

Cuestionario con síntomas respiratorios.

Síntomas respiratorios

1. Obstrucción nasal
2. Irritación de garganta
3. Estridor (ronquera)
4. Tos No Sí : Durante el día Durante la noche
 Más de 3 semanas de tos Sin flema Con flema
5. Sibilancias (silbidos) con o sin tos
6. Falta de aire
7. Otro _____ -

Prueba de Función Pulmonar

Espirometría

CVF(capacidad vital forzada) : _____ Litros

VEF₁(volumen espiratorio forzado en 1 segundo): _____ Litros

VEF1/CVF(relación entre Volumen Espiratorio Máximo en el primer Segundo y la
Capacidad Vital Forzada): _____%

FEF 25-75%(velocidad máxima del flujo mesoespiratorio) _____%

Observaciones:

.....

Anexo 2: Hoja de consentimiento informado

“Evaluación de la función pulmonar en policías de tránsito de Arequipa Metropolitana, 2017”

Instituciones : Universidad Católica de Santa María,-Hospital PNP Arequipa
Investigador : **Julia Mercedes Oppe Alvarez**
Título : “Evaluación de la función pulmonar en policías de tránsito de Arequipa Metropolitana, enero 2017”

Lo estamos invitando a participar en esta evaluación de la función pulmonar en policías de tránsito de Arequipa, el procedimiento consiste en realizar espirometría(soplar) y responder el cuestionario sobre síntomas respiratorios, no presenta riesgo para su salud, puede presentar molestias como tos que se autolimitara, no producirá beneficio económico, pero usted se beneficiara de la evaluación por espirometría, usted no debe pagar nada por participaren esta evaluación, igualmente no recibirá ningún incentivo económico, nosotros guardaremos su información con códigos sin nombres, no se mostrará ninguna información que permita su identificación. Los resultados serán totalmente anónimos. Los resultados obtenidos se utilizaran como datos epidemiológicos.

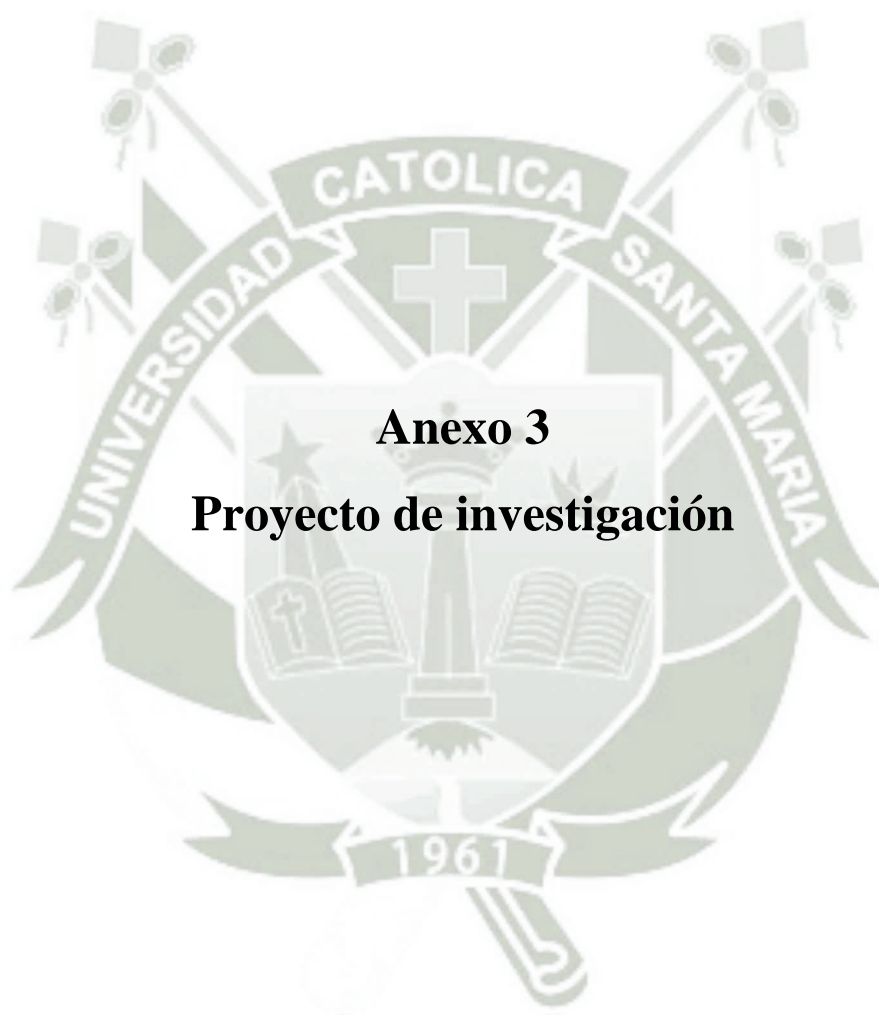
CONSENTIMIENTO

Acepto voluntariamente participar en esta evaluación, entiendo que puedo decidir no participar y que puedo retirarme de la evaluación en cualquier momento.

AUTORIZO SE ME ENTREGUE EL RESULTADO: (marque con un círculo) SI NO

Firma del Participante
Nombre:

fecha:



Anexo 3
Proyecto de investigación

Universidad Católica de Santa María

“IN SCIENTIA ET FIDE ERITFORTITUDONOSTRA”

Facultad de Medicina Humana

Escuela Profesional de Medicina Humana



Evaluación de la función pulmonar en policías de tránsito de Arequipa Metropolitana, Enero del 2017

Proyecto de tesis presentado por:
Julia Mercedes Oppe Alvarez
Asesor Externo:
Ayme Espinoza Chama

Arequipa - Perú
2017

I. PREÁMBULO

Las enfermedades ocupacionales constituyen un serio problema de salud pública, inherente a la actividad humana. Muchas de estas enfermedades se deben a factores propios del trabajo, como los problemas osteomusculares o el estrés inherente de la actividad laboral, pero muchas de ellas se deben a exposición a contaminantes ambientales como agentes físico, químico o biológico.

La contaminación del aire representa un importante riesgo ambiental para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma.

Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire ofrecen una evaluación de los efectos sanitarios derivados de la contaminación del aire, así como de los niveles de contaminación perjudiciales para la salud. Según estimaciones de 2012, la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 3 millones de defunciones prematuras. (1)

Entre el 1% y el 4% de la mortalidad de la población mundial se atribuye al material particulado suspendido en el aire, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). En las ciudades de América Latina, cerca de 200.000 personas mueren tempranamente cada año por la exposición a niveles altos de material particulado en el aire (2). La contaminación atmosférica por partículas se constituye en uno de los problemas más serios en los países en desarrollo que en los desarrollados, dada su proceso de rápida industrialización y cambio del uso del suelo (3). En nuestra ciudad, estudios realizados han demostrado una tendencia descendiente de la contaminación

por material particulado entre los años 2007-2012, pero aún con valores superiores a lo permitido, y concentraciones elevadas de case como dióxido de azufre (4).

Un grupo en riesgo importante es el de los policías de tránsito. Su labor en las calles sobre todo con tráfico pesado los expone a los humos y gases contaminantes producto de la combustión de combustibles fósiles, entre otros factores como el ruido y la radiación solar. Aunque se han realizado estudios que han demostrado efectos negativos de la exposición a humos en este grupo ocupacional particular, específicamente en la fertilidad por exposición al plomo (5), son escasos los estudios locales que evalúan el impacto negativo de los materiales particulados, humos y gases producto de la contaminación ambiental vehicular sobre la salud de los policías de tránsito; Ross Mejía (6) en un estudio local en el 2005, identificó 20% de alteraciones espirométricas obstructivas en el grupo de policías de tránsito, y dado que se ha producido incremento del parque automotor y la aparente contaminación del aire, es importante contar con un estudio actualizado de las alteraciones respiratorias en el grupo ocupacional de policías de tránsito.

Los resultados de la presente investigación permitirán identificar el nivel de afectación de la contaminación ambiental sobre la salud de un grupo ocupacional en el que pueden diseñarse intervenciones destinadas a disminuir el impacto de su trabajo y evitar el efecto negativo de la contaminación ambiental.

II. PLANTEAMIENTO TEORICO

1. Problema de investigación

1.1. Enunciado del Problema

¿Cuáles son las características de la función pulmonar del personal policial que labora en tránsito de Arequipa Metropolitana, Enero 2017?

1.2. Descripción del Problema

a) Área del conocimiento

- **Área general:** Ciencias de la Salud
- **Área específica:** Medicina Humana
- **Especialidad:** Salud Ocupacional
- **Línea:** Contaminación ambiental

b) Análisis de variables

DIMENSION	VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADORES DE VARIABLE	INSTRUMENTO
FUNCION RESPIRATORIA	FUNCION PULMONAR	CVF litros	Cualitativa	Nominal	Normal	Espirometría
		FEV 1			Patrón Obstructivo	
		FEV1/CVF				
		FEF25 -75			Patrón Restrictivo	
SÍNTOMAS RESPIRATORIOS	Tos	Son aquellas manifestaciones que pueden presentar los policías de tránsito	Cualitativa	Nominal	Si No -----	European Community Respiratory Health Survey questionnaire
	Sibilancias					
	Dificultad para respirar					
	Disnea					
	Opresión en el pecho					
	Dolor en la garganta					
Otros síntomas						
CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS	SEXO	Es el estado social y legal que nos identifica como hombre o mujer	Cualitativo	Nominal	Masculino Femenino	Ficha de recolección de datos
	Edad	Años cumplidos desde el nacimiento hasta la fecha de recolección	Cuantitativo	Razón	Años	
	Índice de Masa Corporal	Es un cociente que evalúa si el peso es saludable para la talla que se tiene	Cualitativa	Ordinal	Bajo peso: < 18.5	
					Peso normal: 18.5 –24.95 Sobrepeso:>25 Obesidad: >30	

PUESTO LABORAL	Tiempo de trabajo como policía		Es el tiempo trascurrido de labor como policía	Cualitativo	Razón	Años	Ficha de recolección de datos
	Tiempo de trabajo como policía de tránsito en calle		Es el tiempo trascurrido de labor como policía de tránsito en calle	Cuantitativo	Razón	Años	
ANTECEDENTES PATOLOGICOS Y HABITOS RESPIRATORIOS	Antecedente de enfermedad del aparato respiratorio	Asma	Son aquellos antecedentes de enfermedades respiratorias	Cualitativo	Nominal	Si /no	
		Bronquitis				Si /no	
		Otro				
	Mal hábito respiratorio: Consumo de tabaco		Es aquel hábito de fumar cigarrillos que afecta el sistema respiratorio	cualitativa	Ordinal	Nunca ha fumado	
					Ex fumador		
					Ocasional		
					Fumador activo		
VARIABLES CONFUSORAS	Asma		Son aquellas patologías del paciente que producirá resultados anormales en la espirometría	Cualitativo	Nominal	Si /no	
	Enfermedad obstructiva pulmonar crónica						
	Fibrosis pulmonar						

c) Interrogantes básicas

1. ¿Cuál es la frecuencia de trastornos respiratorios en el personal PNP expuestos ocupacionalmente a materiales particulados respiratorios de Arequipa Metropolitana?
2. ¿Cuáles son los síntomas respiratorios identificados en policías de tránsito de Arequipa Metropolitana?
3. ¿Cuáles son las alteraciones de la espirometría en policías de tránsito de Arequipa Metropolitana?

d) Tipo de estudio: De campo

e) Nivel de investigación: Estudio observacional, prospectivo, transversal.

1.3. Justificación del problema:

El presente estudio busca identificar la frecuencia de trastornos respiratorios, síntomas respiratorios y las alteraciones en la espirometría en policías de tránsito. El proyecto surge por la escases de estudios relacionados a este problema, siendo el último de ellos realizado en el 2005 por Ross Mejía (6), por lo que nuestros datos actualizados revisten originalidad.

Tiene relevancia científica porque relaciona la actividad ocupacional con la presencia de alteraciones respiratorias clínicas y espirométricas en un grupo de riesgo.

Tiene relevancia en el campo de la salud ocupacional, ya que claramente está establecido que la contaminación ambiental tiene efectos deletéreos en la función respiratoria, particularmente en la población, lo cual puede ser valorado en estudios epidemiológicos por el PEAK EXPIRATORY FLOW (PEF). Estudios epidemiológicos acerca de los efectos deletéreos indican que la contaminación ambiental es la mayor contribuyente al estado de tales efectos. Así mismo es importante relacionar y determinar la contribución de actividades con el tiempo de exposición de individuos en diferentes microambientes (casa, en tránsito).

Es relevante desde el punto de vista práctico, ya que se identificará los trastornos respiratorios que requieran de tratamiento y podrá recomendarse medidas específicas para tratamiento o cambio de área de trabajo en policías de tránsito. Como la exposición ambiental a contaminantes particulados o a humos y gases afecta un grupo

ocupacional de riesgo importante como los policías de tránsito, tiene relevancia social, por lo que se podrá mejorar la calidad de vida de este grupo ocupacional interviniendo tempranamente ante la detección de trastornos.

El estudio es contemporáneo, ya que hoy en día ha aumentado los niveles de contaminación ambiental a pesar de nuevas leyes creadas para disminuirla. El estudio es factible de realizar porque el director del área de tránsito y el departamento de neumología del hospital de la Sanidad han mostrado su interés y colaboración con el presente estudio. El presente estudio tiene una motivación personal de abordar el tema; en mi estancia por el servicio de medicina específicamente en el área de neumología pude evidenciar el caso de una policía de edad joven que actualmente trabaja en el área de tránsito que acude a emergencia por presentar síntomas respiratorias que impedían su cotidiano actuar, ella se dio cuenta que después de haber ingresado a dicha área de trabajo empezó a notar síntomas respiratorios que incluso la llevaron a estar en 2 oportunidades hospitalizada a cargo de neumología, y con los estudios realizados tratar de justificar su petitorio de cambio de área de trabajo. Decidí investigar este tema para concientizar y despertar interés en sociedad y especialmente en los altos mandos de la policía nacional sobre el impacto de la exposición continua de la contaminación ambiental y el personal de tránsito. Por último se propone el tema, ya que constituye una importante contribución académica al campo de la salud, ya que nos permitirá tener datos clínicos y valores espirométricos en una

población aún no estudiada como son los policías de tránsito de la región metropolitana de Arequipa.

Además se cumple con las políticas de investigación de la Universidad realizando un trabajo de investigación para obtener el título académico.



2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Contaminantes ambientales del aire.

2.1.1 Definición.

La contaminación es la presencia de impurezas en el aire que pueden provocar un perjuicio notable en la salud, la comodidad o los bienes humanos. Esta contaminación puede deberse a gases, vapores, partículas sólidas o líquidas e incluso radiaciones. (8)

Los contaminantes del aire derivan de una variedad de fuentes, principalmente del uso de combustibles fósiles. Los contaminantes del aire pueden clasificarse por su fuente, composición química, tamaño y modo de liberación en los ambientes interiores y exteriores.

Respecto a su origen pueden clasificarse como:

- Contaminantes primarios, siendo aquellos donde una fuente los emite directamente al ambiente.
- Contaminantes secundarios se forman en el ambiente a través de reacciones químicas y fotoquímicas de los contaminantes primarios e involucrando algunos componentes naturales de la atmósfera, especialmente el oxígeno y agua (2, 7).

Como contaminantes primarios están: el material particulado, el dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x) y el monóxido de carbono (CO). Las fuentes que originan estos compuestos conforman las fuentes primarias del inventario de emisiones (2, 7, 9). Los contaminantes secundarios como el ozono

y los aerosoles ácidos son también muy comunes en las áreas urbanas. En América Latina existen varias fuentes naturales contaminantes del aire. En su zona Central y del Sur está ubicado el “Círculo de fuego”, donde abundan volcanes activos que durante su erupción emiten dióxido de carbono y de azufre (9) La tala y quema de bosques es otra práctica común en la región de América Latina que genera material particulado y monóxido de carbono. Los inventarios de emisiones ofrecen un estimado relativo de las principales fuentes de emisión en una determinada localidad. Para América Latina, las fuentes móviles son responsables de la mayor parte de la contaminación del aire en las zonas urbanas de la región, llegando a ser de hasta 60% en algunos países. Se ha demostrado como la flota de vehículos de los países de América Latina está compuesta generalmente de automóviles y buses que usan tecnología antigua y diesel, considerándose como un factor importante en la mala calidad del aire exterior (2, 9).

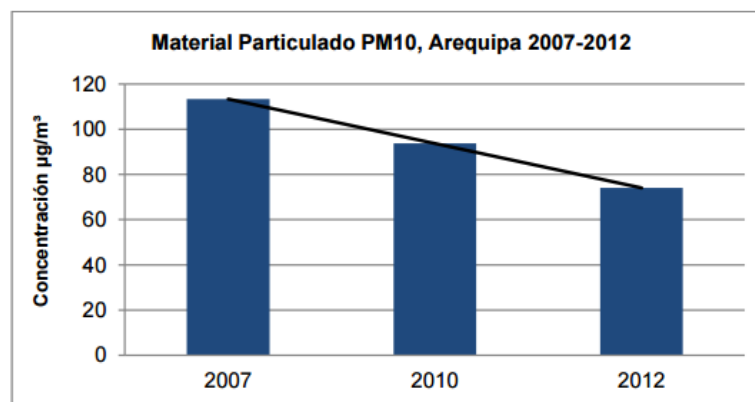
La OMS estima que un 72% de las defunciones prematuras relacionadas con la contaminación del aire exterior en 2012 se debieron a cardiopatía isquémica y accidente cerebrovascular, mientras que un 14% se debieron a neumopatía obstructiva crónica o infección aguda de las vías respiratorias inferiores, y un 14% a cáncer de pulmón. (1)

Según estimaciones de 2012, la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 3 millones de defunciones prematuras; esta mortalidad se debe a la exposición a pequeñas partículas de 10 micrones de diámetro (PM10) o menos, que pueden causar cardiopatías, neumopatías y cáncer. (1)

En Arequipa, la Dirección Regional de Salud de Arequipa, ha realizado monitoreos del aire, evaluando el parámetro PM10, durante los años 2007 al 2012 por métodos activos. Se han establecido 5 estaciones de monitoreo, en la Municipalidad de Arequipa, Miguel Grau, Cono Norte, Socabaya y Cerro Verde. Los resultados para PM10 muestran que si bien es cierto los valores promedio diario de cada año no sobrepasan el ECA (Estándar de Calidad Ambiental), sin embargo los valores máximos diarios registrados exceden en todos los años dicho valor, llegando a $342 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gráfico 1). Los valores promedio diario en los años 2007-2012 muestra una tendencia decreciente. Asimismo cabe señalar que en la Estación Cono Norte se han registrado los valores más altos de concentración promedio diaria de PM10, la cual en varios meses duplica y hasta triplica los valores detectados en las otras estaciones. La Estación Socabaya es la que presenta siempre los valores más bajos. En relación al dióxido de azufre (SO_2), Arequipa presenta concentraciones de $24.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (4)

Gráfico 1

Arequipa - Tendencia de la concentración promedio diario PM10, 2007-2012



Fuente: Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), 2007-2012

Tomado de: Ministerio del Ambiente (MINAM). Informe Nacional de Calidad del Aire 2013-2014.

2.1.1 Material particulado (MP)

El material particulado aéreo es una mezcla compleja de sustancias orgánicas e inorgánicas en forma de partículas sólidas y líquidas suspendidas de manera individual en la mezcla de gases de la atmósfera. Su complejidad radica en la diversidad tanto en composición, como en tamaño y concentración. En resumen, las partículas y gases forman el aerosol atmosférico (2, 10). Esas partículas varían en tamaño, composición y origen. Para clasificarlas se emplean sus propiedades o comportamiento aerodinámico porque: rigen el transporte y remoción de las partículas del aire; se relacionan con la deposición y eliminación dentro del sistema respiratorio; y además, se asocian con la composición química y origen (10, 11).

Las partículas más perjudiciales para la salud son las de 10 micrones de diámetro, o menos (\leq PM10), que pueden penetrar y alojarse en el interior profundo de los pulmones. La exposición crónica a las partículas agrava el riesgo de desarrollar cardiopatías y neumopatías, así como cáncer de pulmón. (1)

Dichas propiedades son resumidas por el diámetro aerodinámico, que es el diámetro de una esfera de densidad unitaria (1 g/cm^3) con las mismas características aerodinámicas en velocidad y sedimentación que una partícula en estudio. De tal manera dichas partículas son comúnmente denominadas en el grupo de su respectivo tamaño (11). Según su masa y composición se dividen en dos grandes grupos: partículas gruesas, cuyo tamaño es mayor a $2.5 \text{ }\mu\text{m}$ en diámetro aerodinámico, y las partículas finas cuyo diámetro aerodinámico es menor a $2.5 \text{ }\mu\text{m}$ (MP 2.5). Sin embargo, la mayor parte de las partículas tienen una corta existencia, debido a que rápidamente se precipitan por gravedad o se impactan por el viento en superficies. Así, en la práctica, en la atmósfera hay poca cantidad de partículas que exceden 20

μm en diámetro, excepto en áreas muy cercanas a las fuentes de emisión. El material particulado puede ser separado de los gases atmosféricos mediante la extracción con filtros finos o por aceleración del flujo del aire que se colectan a un plato por impactación (7, 10). Las partículas suspendidas en la atmósfera están distribuidas alrededor de tres modos de formación, originando partículas desde pocos nanómetros hasta 100 micrómetros. Las partículas grandes, llamadas fracción gruesa (o modo grueso) son producidas mecánicamente por el fraccionamiento de grandes partículas sólidas como materiales de la corteza removidas por el viento de procesos agrícolas, polvo erosionado de los caminos y generado de las operaciones de minería. Cerca de la costa, la evaporación del rocío marino produce partículas grandes; al igual que los granos de polen, esporas, partes de plantas e insectos, llegando a tener un tamaño mínimo de 1 μm hasta 100 μm . Su composición está dada por aluminosilicatos y otros óxidos de la corteza del suelo y del polvo fugitivo (2, 7).

Las partículas pequeñas o finas contienen aerosoles formados secundariamente (conversión de gas a partículas) de la combustión y vapores metálicos u orgánicos recondensados. Aquellas con tamaño cercano 0.1 μm , son formadas por condensación heterogénea de sustancias con baja presión de vapor posterior a altas temperaturas, o por reacciones químicas en la atmósfera formando núcleos de partículas, que aumentan su área. El tamaño máximo que alcanzan estas partículas es cercano a 1 μm . Estas partículas tienden a acumularse entre 0.1 y 1 μm , denominándose rango o modo de acumulación. Sus principales componentes son los sulfatos, material carbonáceo, nitratos, elementos traza y agua. La fracción fina contiene la mayor acidez y la actividad mutagénica del material particulado (9, 6). Posteriormente esta la fracción más fina o ultrafina, cuyo intervalo agrupa partículas

entre 0.03 a 0.1 μm , denominándose modo de nucleación, ya que se forman por condensación de metales o compuestos orgánicos que son vaporizados por procesos de combustión a altas temperaturas, o por condensación de gases que son convertidos en reacciones atmosféricas en sustancias de baja presión de vapor. Por ejemplo, el dióxido de Azufre es la atmósfera formando ácido sulfúrico (H_2SO_4). El dióxido de Nitrógeno se oxida formando ácido nítrico (HNO_3), cuáles reaccionan con el amonio (NH_3) formando nitrato de amonio (NH_4NO_3). Las partículas producidas por reacciones intermedias de los gases en la atmósfera son llamadas partículas secundarias (9, 10).

Otra clasificación planteada, según el diámetro aerodinámico es la siguiente: Un primer grupo que toma todas las partículas de tamaño menor a 10 μm , y que además son respirables por los humanos. Igualmente, se encuentra la fracción alveolar o MP2.5, que agrupa a todas las partículas de tamaño menor a 2.5 μm y no son retenidas en las vías respiratorias superiores. Posteriormente se encuentran partículas con tamaño menor a 0.1 μm denominadas partículas ultrafinas, y el último grupo o nanopartículas con tamaño menor a 0.05 μm . Todos estos grupos de partículas constituyen el conjunto de partículas suspendidas totales (PST) (2, 9, 10).

El MP10 es comúnmente usado por convención internacional para la medición de partículas en el aire ambiente y es un estándar que en una curva de muestreo representa el tamaño de partícula promedio cuyo diámetro es 10 μm . El MP10 puede subdividirse en base al tamaño en grueso (MP10-MP2.5), fino (MP2.5-MP0.1) y ultrafino ($< 20 \text{ nm}$) es mayor que para las finas, debido a que las primeras tienen mayor acceso al intersticio pulmonar. Los mecanismos de aclaramiento por si

mismos pueden afectarse por los tóxicos inhalados, haciéndose más largo por la influencia de co-contaminantes como el ozono (12).

Estándares de la Calidad del Aire:

ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE DECRETO SUPREMO N° 003-2008-MINAM * DECRETO SUPREMO N° 074-2001-PCM **		
PM10 (MATERIAL PARTICULADO) **	PM10	150 µg/m ³ – 24 Horas
PM2,5 (MATERIAL PARTICULADO) *	PM2.5	50 µg/m ³ – 24 Horas
MONÓXIDO DE CARBONO **	CO	10 000 µg/m ³ – 8 Horas
DIÓXIDO DE AZUFRE *	SO ₂	80 µg/m ³ – 24 Horas
DIÓXIDO DE NITRÓGENO **	NO ₂	100 µg/m ³ – Anual
PLOMO **	Pb	0,5 µg/m ³ – Anual
OZONO TROPOSFÉRICO **	O ₃	120 µg/m ³ – 8 Horas
BENCENO *	C ₆ H ₆	4 µg/m ³ – Anual
SULFURO DE HIDRÓGENO *	H ₂ S	150 µg/m ³ – 24 Horas
HEXANO HIDROCARBUROS TOTALES*	C ₆ H ₁₄	100 mg/m ³ – 24 Horas

Tomado de: Gerencia Regional de Salud - Arequipa. Vigilancia de la Calidad del Aire. Disponible en: <http://www.saludarequipa.gob.pe/unidades-organicas-3/dir-ejec-de-salud-ambiental/ecologia-proteccion-del-ambiente-y-salud-ocupacional/vigilancia-de-la-calidad-del-aire>

2.1.2 Características tóxicas del material particulado

Entre las características más relevantes del MP que están asociadas a su efecto toxicológico se encuentran:

a) Composición química de las partículas

Este aspecto se relaciona en gran manera a la toxicidad del MP, sin embargo no es la única que explica toda su acción y es muy variable de acuerdo a

la región donde se genere. La composición química del MP en sí es muy diversa, constituyéndose por sustancias de alta solubilidad como al sulfato de amonio, cloruro de sodio y carbón elemental asociado a compuestos orgánicos además de metales traza que explican el efecto tóxico a nivel pulmonar. La variedad de la composición también se relaciona con el tipo de fuente emisora. Entre los elementos traza descritos principalmente son: plomo, cadmio y mercurio (11). Respecto al contenido de ácidos fuertes, son formados a partir del dióxido de Nitrógeno y de Azufre, que se incorporan al MP y reducen su acidez al combinarse con sustancias como el Nitrato de sodio. El contenido de sulfatos a altas concentraciones de dichos han asociado con aumento en las tasas de mortalidad (11).

b) Tamaño de las partículas

Esta característica marca un importante impacto a la salud. La gran mayoría de los estudios epidemiológicos han empleado como medida de partículas el MP10, sin embargo se recientes estudios se plantea al MP2.5 como un componente importante en los efectos adversos a la salud por contaminación del aire, debido a su propiedad de penetrar hasta la región alveolar. A su vez las partículas ultrafinas han sido implicadas en una mayor acción tóxica por unidad de masa, es decir a menor tamaño mayor efecto por su gran área de superficie al penetrar al intersticio pulmonar, generando una gran respuesta inflamatoria intersticial y pro-agregante a nivel circulatorio (11).

2.2 Mecanismos de daño tóxico del material particulado

2.2.1 Definición Daño Tóxico.

Lesión o daño tóxico causado por el material tóxico en el aire y agua que puede ser encontrado en fábricas, basureros, y otros sitios de trabajo.

Los efectos del MP10 pueden dividirse en locales (a nivel pulmonar) y sistémicos (a nivel cardiovascular y otros órganos).

a) *Efectos locales*

La fracción gruesa del MP10, ha sido estudiada ampliamente y contiene componentes como cristales minerales, sulfatos y nitratos que no median un efecto toxicológico tan importante, como el descrito para la fracción fina y ultrafina, las cuales contienen compuestos derivados de la combustión como partículas carbonáceas, hidrocarburos aromáticos policíclicos, metales de transición, entre otros (13). Algunos estudios se han centrado en la importancia de las endotoxinas como componentes biológicos muy activos que median en la toxicidad del MP10. Respecto a la fracción ultrafina, tienen la propiedad de ser más inflamogénica que la fina, dado a la liberación de los metales de transición y adicionalmente está relacionada con el número de partículas y gran área superficial que involucra estrés oxidativo con incremento de la liberación de Ca^{2+} intracelular que promueve la transcripción de genes proinflamatorios como la IL-8, siendo un mecanismo relevante en la susceptibilidad individual (15). Los metales de transición como el hierro, el cobre y el vanadio, ha sido bien documentado que generan radicales libre, vía reacción de Fenton, como los radicales hidroxil que causan grandes daños en las macromoléculas y disminuye

las concentraciones de los reductores a nivel pulmonar como la glutatión superóxidoanion, NADH. Estos metales de transición son responsables de la activación de la transcripción de factores proinflamatorios como el factor de necrosis tumoral $\kappa\beta$ en las células epiteliales (13, 16).

Las endotoxinas son liberadas por bacterias gram negativas y son potentes factores de inflamación promoviendo la expresión de genes pro-inflamatorios y liberando especies reactivas de oxígeno y mediadores lipídicos. Estas sustancias, estimulan los macrófagos, a través de sus receptores. Los macrófagos interactúan de manera compleja con las células epiteliales debido a diferentes componentes del MP10 (16). Existen poblaciones susceptibles a los efectos del MP10, por lo tanto a nivel pulmonar estas personas pueden desarrollar infecciones microbianas con mayor probabilidad. Adicionalmente, los macrófagos alveolares y las células epiteliales, juegan un papel principal en la respuesta a las partículas inhaladas del ambiente. La deposición del MP10 en el espacio aéreo guía a la activación de dos vías inflamatorias. La primera, se generan citoquinas pro inflamatorias por los macrófagos durante la fagocitosis, y segundo, se induce la producción de quimioquinas por el epitelio. Los mediadores de la inflamación liberados durante la fagocitosis son de gran importancia en las respuestas local y sistémica (16). A su vez, las células epiteliales también fagocitan las partículas inhaladas y sintetizan una gran variedad de citoquinas proinflamatorias, que actúan sinérgicamente con las liberadas por los macrófagos.

b) Efectos sistémicos

Las hipótesis de como el MP10 induce respuesta sistémica son: las citoquinas y la quimoquinas derivadas del sistema pulmonar entran al torrente circulatorio y disparan una cascada de reacciones inflamatorias en otros órganos (13, 17). En la segunda la translocación extrapulmonar de MP ultrafino, induce inflamación en otros órganos. Un componente integral de la respuesta inflamatoria sistémica es el sistema hematopoyético, específicamente la médula ósea, quien incrementa la circulación de leucocitos. La leucocitosis secundaria a la estimulación de la médula ósea incluye liberación acelerada de polimorfonucleares (PMN) y monocitos (17). La estimulación hepática, genera la producción y liberación de proteínas de la fase aguda como una respuesta temprana a la inflamación sistémica. Esas proteínas son estimuladas por las citoquinas circulantes como las interleuquinas IL-1B, IL-6 y el factor de necrosis tumoral FNT- α . Otro importante mediador de inflamación asociado a la respuesta cardiovascular es la proteína C reactiva, como respuesta a la fase aguda de la inflamación (17). La translocación extrapulmonar del MP10, ha sido determinada mediante marcación radioactiva de las partículas en modelos animales, atravesando los espacios sinusoidales de la barrera alveolo-capilar, hematoencefálica y el bulbo olfatorio. Esto explica como el material particulado genera efectos adversos independientes de la inflamación sistémica (17). A nivel cardiovascular se ha demostrado que la exposición a MP genera incremento en la frecuencia cardiaca, incremento en el fibrinógeno y la viscosidad, así como induce la aterosclerosis, como producto de la liberación de proteína quimiotácticamonocítica por los macrófagos y acumulo de monocitos y linfocitos

T en las lesiones ateroscleróticas, acelerando la obstrucción sanguínea. El aumento de moléculas de adhesión intercelular ICAM-1 y activación de la expresión de metaloproteinasas, contribuyen a la desestabilización de las placas ateromatosas y favorece su ruptura. Esto conlleva a exposición de factor tisular, un potente factor coagulante, aumento de la producción de fibrinógeno e inducción de trombosis, favoreciendo la aparición clínica del síndrome agudo coronario (19, 20).

2.1.3 Efectos clínicos adversos del material particulado en la salud

Es clara la relación entre MP suspendido y su efecto en la salud humana de las poblaciones urbanas de todo el mundo. Sus efectos se manifiestan en varios sistemas: respiratorio, cardiovascular, neurológico, afecta a niños, adultos y varios grupos susceptibles dentro de la población general. Así a una mayor exposición, mayor riesgo de desarrollar dichas patologías sin que exista un valor umbral en el cual no hay efectos adversos para la salud, encontrándose en los países desarrollados que a concentraciones base estimadas en $3-5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de partículas de 2.5 micrómetros (MP2.5) ya se producen alteraciones en los individuos expuestos tanto a corto como a largo plazo (9). Los estudios de inhalación controlada a material particulado han sido limitados a ácido sulfúrico y sulfatos en sujetos asmáticos. Factores como el tamaño de las partículas, propiedades higroscópicas y concentración adecuada, dificultan técnicamente los estudios conllevando a hallazgos inconsistentes. Partículas higroscópicamente finas pueden penetrar a profundidad en el tracto respiratorio pero ellas crecen en tamaño y diluyen el proceso. La neutralización de los ácidos sulfúricos mediante

fuentes endógenas buffer como gas amoníaco en el moco de la vía aérea y la partición del flujo de aire entre nariz y boca disminuyen su efecto nocivo (7, 9). Existen grupos con mayor susceptibilidad a la exposición a dichos contaminantes como las personas con antecedentes de hiperreactividad bronquial, produciendo pequeñas alteraciones en la función pulmonar (máximo cambio en Volumen Espiratorio Forzado en primer segundo (VEF1) en 0,2 litros) a ciertas concentraciones de ácido sulfúrico en el aire respirado. Muchos estudios epidemiológicos relacionan los efectos de la contaminación del aire en la salud humana, algunos de estos estudios concluyen que está asociado a variaciones en las funciones fisiológicas y síntomas subclínicos (ej. Variaciones en el ritmo cardiaco, disminución en la función pulmonar), manifestación de enfermedades clínicas (ej. Asma, obstrucción crónica pulmonar, ataque cardiaco, cáncer pulmonar y leucemia), nacimientos y muertes prematuras (3, 18).

La frecuencia de ocurrencia de efectos en la salud asociados con exposición a contaminación atmosférica está inversamente relacionada con su severidad. A su vez es dependiente del tiempo de exposición, encontrándose los siguientes efectos (9):

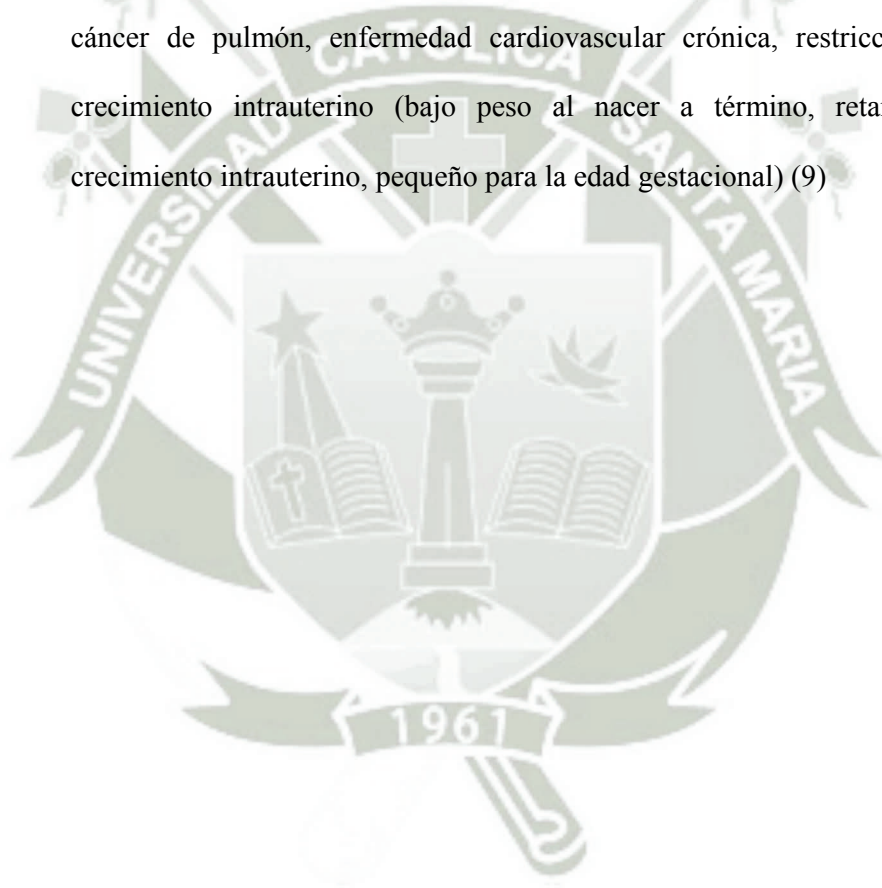
a) Efectos atribuidos a exposición aguda o corto plazo:

Mortalidad diaria, admisiones hospitalarias cardiovasculares y respiratorias, consultas a urgencias por eventos cardiovasculares y respiratorios, consultas a centros de primer nivel por dichos eventos, uso de medicaciones respiratorias y cardiovasculares, días de restricción de actividad, ausentismo laboral, ausentismo escolar, síntomas agudos

(sibilancias, tos, producción expectoración, infecciones respiratorias), cambios fisiológicos (Ej.: en la función pulmonar) (9, 11).

b) Efectos atribuidos por exposición crónica o largo plazo:

Mortalidad debida enfermedad cardiovascular y respiratoria, prevalencia e incidencia de enfermedad crónica respiratoria (asma, EPOC, cambios patológicos crónicos), cambios crónicos en las funciones fisiológicas, cáncer de pulmón, enfermedad cardiovascular crónica, restricción del crecimiento intrauterino (bajo peso al nacer a término, retardo del crecimiento intrauterino, pequeño para la edad gestacional) (9)



Daños que produce a la salud la contaminación del aire:		
Contaminante	Origen	Efectos sobre la salud
Monóxido de Carbono (CO)	Combustión Incompleta	Disminuye la absorción del oxígeno en las células rojas, afecta la percepción y la capacidad de pensar, disminuye los reflejos y puede causar inconciencia. Afecta el crecimiento fetal en mujeres embarazadas. Genera enfermedades en personas con problemas respiratorios, circulatorios y el agravamiento de los problemas cardiovasculares.
Benceno y otros hidrocarburos (C6H6)	Combustión Incompleta o Evaporación	Irritación de los ojos, cansancio y tendencia a toser. Puede tener efecto carcinogénico, así como causar enfermedades pulmonares.
Material Particulado (PTS)	Combustión incompleta	Puede iniciar enfermedades respiratorias (afectando más a niños y ancianos) afecta a los pulmones
Óxidos de Nitrógeno (NOx)	Altas temperaturas de combustión	Irrita los ojos, nariz, garganta y causa dolores de cabeza.
Dióxido de Azufre (SO2)	Contenido de azufre en el diesel y fundición de minerales	Irrita las membranas del sistema respiratorio y causa inflamación en la garganta y alergias sobre el sistema inmunológico.
Ozono (O3)	Reacción de gases NOx y HC con la luz solar	Produce alergias del sistema inmunológico, efectos irritantes y además sobre a piel y los tejidos mucosos de los ojos, nariz y garganta.

Tomado de: Gerencia Regional de Salud - Arequipa. Vigilancia de la Calidad del Aire. Disponible en: <http://www.saludarequipa.gob.pe/unidades-organicas-3/dir-ejec-de-salud-ambiental/ecologia-proteccion-del-ambiente-y-salud-ocupacional/vigilancia-de-la-calidad-del-aire>

2.1.4 Síntomas relacionados a la exposición ambiental a aire contaminado

Los síntomas respiratorios debidos a exposición ambiental a aire contaminado

pueden variar en intensidad y frecuencia en función a la severidad y duración de la exposición, y pueden ser influidos por el trasfondo alérgico o no del paciente.

El estornudo y la tos con flemas son los síntomas más frecuentes reportados por exposición a aire contaminado, La necesidad de uso de dispositivos de inhalación y los estornudos se reportan significativamente más en la zona de más contaminación. Por el contrario, la asfixia y las sibilancias se reportan en las zonas de menor contaminación (15).

2.3 Impacto de los contaminantes atmosféricos en la salud de los policías de tránsito.

El personal de la Policía de Tránsito se encuentra expuesto diariamente a un aire contaminado en la medida en que la mayor parte de su trabajo se realiza en la vía pública y, especialmente, en las áreas que soportan mayor tráfico vehicular.

Una investigación realizada en el 1998 por Estrella R. sobre el estado de salud asociado con enfermedades respiratorias en los Policías de Tránsito que laboran en el Área de Lima Metropolitana señala que el 51% de la muestra posee o ha desarrollado alguna patología respiratoria. Estos datos indican que la salud de los policías estaría siendo seriamente afectada por la contaminación atmosférica.

Según la Oficina de Estadística de la Dirección de Salud de la Policía Nacional del Perú, en la Posta Médica de Seguridad Vial de la ciudad de Lima, en el 2005, se atendieron 1,110 casos de enfermedades respiratorias en el personal policial. Si sabemos que el total de policías de tránsito es de 2,200

efectivos, entenderemos que la situación no ha variado desde 1998, manteniéndose la morbilidad respiratoria policial en altísimos niveles (uno de cada dos policías).

Sin embargo, la Secretaría General de la Policía Nacional del Perú informa que las atenciones de salud se registran en una hoja médica en la cual no se menciona a la unidad en la cual presta servicio el personal, siendo imposible identificar cuáles de los efectivos enfermos prestan servicios en la Policía de Tránsito.

Se debe señalar que pese a que los policías de tránsito, muchos de los cuales son hombres, se encuentran expuestos directamente a las fuentes de la contaminación, no se ha implementado en la institución policial un sistema de información que permita hacer el seguimiento de las principales patologías relacionadas con la contaminación del aire, tales como las enfermedades cardiovasculares y enfermedades pulmonares. Atendiendo a las condiciones de trabajo del personal policial de tránsito, resulta necesario implementar un sistema que les garantice no sólo atención por los impactos de corto plazo, sino sobre todo para las enfermedades crónicas derivadas de la contaminación atmosférica a la que se encuentran expuestos, que se podrían presentar cuando el efectivo se encuentre en situación de retiro.

Ross Mejía (6) en el 2005 evaluó la función pulmonar por espirometría en policías de tránsito y de labor administrativa de la ciudad de Arequipa. Encontró que la frecuencia de alteraciones espirométricas obstructivas en el grupo de policías de tránsito es de 20% y en el grupo de policías de trabajo administrativo es de 3.57%. El tipo de curva espirométrica en el grupo de policías de tránsito es

un 30% obstructiva y para el grupo de policías de trabajo administrativo es un 14.29% obstructiva.

Tomei F. en el 2003 realizó un estudio en el cual evaluó policías de tránsito expuestos a contaminantes urbanos que podían estar en riesgo de alteraciones en el ácido uranino-homovanílico en los niveles de excreción de 24 HVA (U), un producto final del catabolismo de dopamina en comparación con un grupo control. Los niveles de excreción de HVA (U) fueron significativamente mayores en policías de tráfico masculino y femenino en comparación con sujetos no expuestos (22)

Francesco S. Violante realiza el proyecto PETER (investigación de exposición a contaminantes de tráfico peatonal) para investigar la exposición de peatones a contaminantes atmosféricos relacionados con el tránsito, sobre la base de datos obtenidos con la colaboración de categorías seleccionadas de trabajadores urbanos peatones. Se investigaron las relaciones entre los niveles de exposición personal en carretera de hidrocarburos aromáticos volátiles (incluyendo el benceno) y partículas <10 micras (PM10) entre la policía de tráfico (n = 126) y guardias de aparcamiento (n = 50) que trabajan en el centro de Bolonia, Italia. Los datos se obtuvieron de los turnos de trabajo a lo largo de cuatro períodos de 1 semana en diferentes temporadas de 2000-2001. Para el benceno y PM10, se hicieron comparaciones con mediciones efectuadas por estaciones de monitoreo fijas, y se examinó la influencia de la intensidad de tráfico localizada y los parámetros meteorológicos. La exposición personal en el borde del camino al benceno se correlacionó más fuertemente con otros hidrocarburos aromáticos volátiles (tolueno, xilenos y etilbenceno) que con

PM10. Los niveles de exposición personal de benceno y PM10 fueron más altos que los valores de estación de monitoreo fijos ($p < 0,0001$). En el análisis multivariante, los datos de benceno y PM10 de estaciones de monitoreo fijas se correlacionaron con variables meteorológicas y también fueron influenciados por la intensidad de tráfico localizada. Posiblemente debido a las calles del cañón central las condiciones climáticas (durante un período de sequía) sólo afectaron marginalmente la exposición personal al benceno y moderadamente afectaron la exposición personal de las PM10. Estos hallazgos refuerzan el concepto de que los datos de contaminación atmosférica urbana procedentes de estaciones fijas de vigilancia del aire no pueden tomarse automáticamente como indicaciones de exposiciones en carretera (23)

En el 2010 en Lima Villon MA. evaluó el impacto bioquímico toxicológico del plomo como contaminante ambiental en relación a enfermedades respiratorias y estrés oxidativo en mujeres policías de tránsito, expuestas a la contaminación ambiental en el Centro de Lima Metropolitana. Los valores promedio de plomo en sangre, de G6PDH, niveles MDA GSH en el grupo ≤ 3 años en Tránsito vs. el grupo > 3 años en Tránsito, se encontró diferencia significativa entre estos .(24)

Resulta fundamental que la PNP implemente medidas efectivas y de corto plazo para reducir la exposición de sus efectivos a tan severas condiciones de calidad de aire, mediante el uso de dispositivos de protección contra la contaminación, la disminución del tiempo de exposición, además de medidas preventivas como estudios médicos más frecuentes y una alimentación especial.

2.4 Medición de efectos en la función respiratoria de los contaminantes atmosféricos.

2.3.1 Definición de Medición.

Una medición es el resultado de la acción de medir. Este verbo, con origen en el término latino *metiri*, se refiere a la comparación que se establece entre una cierta cantidad y su correspondiente unidad para determinar cuántas veces dicha unidad se encuentra contenida en la cantidad en cuestión.

Las pruebas utilizadas para medir el funcionamiento pulmonar, proporcionan información objetiva acerca de las funciones respiratorias. Esta información se puede usar, junto con otros datos clínicos de laboratorio para elaborar el diagnóstico clínico, para estudios epidemiológicos y para valorar el grado de disfunción pulmonar. Las pruebas de medición del funcionamiento pulmonar son las siguientes (19):

- Espirometría.
- Curva Flujo volumen
- Ventilación voluntaria máxima o flujo máximo.
- Prueba de la capacidad de difusión.
- Pruebas para determinar los volúmenes pulmonares totales.
- Determinación de gases en sangre arterial.
- Prueba de provocación por inhalación para evaluar hipersensibilidad de la vía aérea.

Valores normales previstos de la función pulmonar

La interpretación de los resultados de las pruebas funcionales pulmonares se basa en el grado de desvío de los valores normales calculados por ecuaciones de regresión que toman en cuenta atributos como la edad, sexo, altura, peso y raza, que se sabe contribuyen con las variaciones de la función del pulmón. El rango normal de una prueba puede definirse al calcular los límites de confianza del 95%, como alternativa se puede definir el 5% inferior de una población de referencia como debajo del límite inferior de lo normal (19).

Las ecuaciones de predicción para la función pulmonar a menudo son inexactas en las edades extremas; para los individuos de más edad debido a que se analizaron muestras más pequeñas de sujetos normales y para los más jóvenes, debido a que su función pulmonar varía según la variabilidad de su crecimiento. En sujetos de mayor edad la declinación de la función pulmonar no empieza al mismo tiempo para todos los parámetros, lo que hace que el cálculo de valores normales por extrapolación hacia atrás o hacia adelante sea inexacto (19).

2.5 Valoración de la función pulmonar mediante espirometría

La espirometría es una prueba que mide la función mecánica respiratoria. La espirometría mide los flujos y volúmenes respiratorios útiles para el diagnóstico y seguimiento de patologías respiratorias.

Existen dos modalidades de la espirometría:

- a. **La espirometría simple:** consiste en solicitar al trabajador que, tras una inspiración máxima, expulse todo el aire de sus pulmones durante el tiempo que necesite para ello. Así se obtiene los siguientes volúmenes y capacidades:
1. Volumen normal o corriente: (V_t). Corresponde al aire que se utiliza en cada respiración.
 2. Volumen de reserva inspiratoria: (VRI). Corresponde al máximo volumen inspirado a partir del volumen corriente.
 3. Volumen de reserva espiratoria: (VRE). Corresponde al máximo volumen espiratorio a partir del volumen corriente.
 4. Capacidad vital: (CV). Es el volumen total que movilizan los pulmones, es decir, sería la suma de los tres volúmenes anteriores.
 5. Volumen residual: (VR). Es el volumen de aire que queda tras una espiración máxima. Para determinarlo, no se puede hacerlo con una espirometría, sino que habría que utilizar la técnica de dilución de gases o la plestimografía corporal.
 6. Capacidad pulmonar total: (TLC). Es la suma de la capacidad vital y el volumen residual. (20)
- b. **Espirometría Forzada:** es aquella en que, tras una inspiración máxima, se le pide al trabajador que realice una espiración de todo el aire, en el menor tiempo posible. Es más útil que la anterior, ya que nos permite establecer diagnósticos de la patología respiratoria. Los valores de flujos y volúmenes que más nos interesan son:

1. Volumen Espiratorio Forzado (VE1): es la cantidad de aire expulsado durante el primer segundo de la espiración máxima, realizada tras una inspiración máxima.
2. Capacidad Vital Forzada (FVC): similar a la capacidad vital (VC), pero la maniobra es forzada y con la máxima rapidez que el trabajador pueda producir. Se emplea esta capacidad debido a que en ciertas patologías, es posible que la capacidad de aire forzada de los pulmones puede ser menor a la capacidad vital durante una exhalación más lenta.
3. VE1/FVC: es la relación, en porcentaje, de la capacidad forzada que se espira en el primer segundo, del total exhalado para la capacidad vital forzada. Su valor normal es de 80%.
4. Flujo espiratorio forzado entre el 25% y el 75% de la capacidad vital forzada (FEF25-75): es un cálculo obtenido de dividir la línea en la gráfica de la espiración forzada total en cuatro partes y seleccionar la mitad media, es decir, entre el punto del 25% hasta el 75% de dicha línea. También se calcula dividiendo el volumen (L) entre el tiempo en segundos de la FVC.(20)

2.6 Procedimiento de calibración (21)

Previo a la realización de la espirometría, se debe realizar una calibración del aparato. La calibración es el procedimiento por el cual se establece una relación entre el volumen o flujo medido por el sensor y el flujo o volumen real del calibrador (jeringa) en condiciones ATPS. Esta maniobra se refiere a un ajuste de ganancia eléctrica del dispositivo. La verificación de la calibración es el procedimiento para comprobar que el equipo (espirómetro) se encuentre dentro de los límites de exactitud ($\pm 3\%$).

Si el dispositivo falla, la verificación debe repetirse, en caso de que el equipo no se encuentre dentro de los límites permitidos, el equipo debe enviarse a mantenimiento o revisión. La verificación de la calibración debe realizarse diariamente.

El instrumento de calibración estandarizado es una jeringa de 3 litros con exactitud de ± 15 mL o $\pm 0.5\%$, con certificado vigente. Debe verificarse periódicamente para prevenir posibles fugas y resguardarse lejos de la humedad o calor. Una jeringa dañada o golpeada se considera potencialmente fuera de calibración y no debe usarse para este procedimiento. Se debe asegurar una conexión firme y hermética entre la jeringa y el espirómetro; especialmente, cuando no se utilice la jeringa original del equipo. Se pueden utilizar filtros de línea para evitar la contaminación cruzada; en tal caso, las calibraciones se harán con un filtro muestra y las especificaciones del fabricante deben asegurar que no afecta las mediciones espirométricas. El uso del filtro es opcional y no sustituye la descontaminación y limpieza diaria del equipo.

La calibración de los equipos se realiza tomando en cuenta las condiciones ATPS y BTPS:

- Condiciones ATPS: temperatura atmosférica, presión barométrica y la saturación de vapor de agua ambiental.
- Condiciones BTPS: dado que el aire exhalado se encuentra a una temperatura corporal de 37 °C y saturado a una presión de vapor de agua de 47 mmHg a nivel del mar, la presión parcial en los pulmones es de 760 mmHg-47 mmHg = 713 mmHg. El aire, al salir de los pulmones y entrar al espirómetro se enfría (temperatura ambiental) y por lo tanto disminuye su volumen; por lo tanto, el espirómetro cuantifica un volumen de aire menor que el que realmente tiene el paciente. Utilizando la ley de los gases ideales ($\text{Presión} \times \text{Volumen} = n \times \text{Constante de gas ideal} \times \text{temperatura en grados Kelvin}$) se puede calcular el cambio en el volumen de aire entre los pulmones y las condiciones ambientales; a esto le llamamos factor de corrección a unidades BTPS. De esta forma, el volumen de aire que mide el espirómetro se multiplica por este factor de corrección y se obtiene el volumen de aire que verdaderamente tiene el paciente, este cálculo (factor de corrección a unidades BTPS) lo realizan actualmente de forma automática todos los espirómetros.

En los espirómetros de volumen se debe revisar la exactitud de la medición de volumen diariamente. En caso de que se realicen muchas mediciones en un día o cuando la temperatura ambiental cambia constantemente, la exactitud del equipo debe verificarse con más frecuencia y debe actualizarse el factor de corrección BTPS. La exactitud que debe mostrar el espirómetro debe mantenerse en $\pm 3\%$; es decir, utilizando una jeringa de 3 L los límites de error son 2.910 L a 3.090 L.

También deben revisarse las fugas en el sistema del espirómetro diariamente, esto se realiza aplicando una presión positiva ≥ 3.0 cmH₂O (0.3 kPa), con la salida de aire del espirómetro ocluida por espacio de un minuto; si se observa que existe una pérdida de volumen > 30 mL, significa que existen fugas.

Trimestralmente debe realizarse una revisión de la calibración en todo el rango de volumen que tiene el espirómetro utilizando una jeringa. El volumen medido debe encontrarse en $\pm 3.5\%$ de la lectura o 65 mL. Esta revisión de la linealidad se considera aceptable si el espirómetro mide con exactitud todos los volúmenes probados.

En los espirómetros de flujo se debe revisar la calibración de volumen diariamente mediante una jeringa de 3 L. La jeringa debe descargarse tres veces a diferentes flujos los cuales pueden variar de 0.5 L/s a 12 L/s. El volumen que registre el espirómetro debe tener una exactitud de $\pm 3\%$.

Para revisar la linealidad del sensor, se revisa la calibración de volumen cada semana utilizando una jeringa de 3 L, la cual se va a descargar en el espirómetro a un flujo constante; tres veces a un flujo bajo, tres a flujo medio y tres a flujo alto. La exactitud del volumen que debe mostrar el espirómetro debe encontrarse en $\pm 3\%$.

El control biológico se realiza con la participación de un sujeto sano pulmonar, sin factores de riesgo, con espirometría normal; usualmente se trata de un técnico del laboratorio. Al sujeto que será el control biológico se le realizan espirometrías seriadas durante 10 días a la misma hora; de esta manera, se obtiene el promedio de los valores más altos de FEV₁ y FVC y se calcula la

desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (DE/promedio). Posteriormente, el sujeto debe realizar una espirometría semanalmente para comparar el valor medido contra el error máximo esperado.

2.7 Procedimiento de la espirometría (20)

2.7.1 Recomendaciones para el paciente antes de la prueba

- Evitar fumar 2 horas antes de la prueba.
- No se recomienda el uso de prendas restrictivas de tórax o abdomen como chalecos, corsés o ropa muy apretada.
- Si se va a aplicar broncodilatador y el paciente ya usa medicamentos broncodilatadores, se debe suspender la última dosis previa a la prueba (un mínimo de 4 horas para broncodilatadores de corta duración y 12 a 24 horas para broncodilatadores de larga duración), previa autorización del médico tratante.
- Los pacientes deben mantener cualquier otra medicación de base.
- No se requiere de ayuno para la prueba, pero se recomienda alimentación ligera.
- Evitar ejercicio intenso antes de la prueba.

2.7.2 Preparación del equipo antes de la prueba

- Todos los componentes (mangueras, sensores, conectores, etc.) deben estar debidamente desinfectados y deberán ser ensamblados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

- De acuerdo al tipo de espirómetro, se debe encender y dar tiempo suficiente para el calentamiento del mismo.
- La espirometría diagnóstica se debe realizar en ambientes de temperatura controlada entre 17 y 40°C.
- Calibrar o verificar la calibración con jeringa de 3 L.
- Los sensores de los espirómetros de flujo deben limpiarse siguiendo las recomendaciones del fabricante; además, deben estar libres de partículas que obstruyan el sensor.
- Si el espirómetro no cuenta con termómetro interno, se requiere medición de temperatura ambiental antes de la calibración y antes de cada prueba.
- El espirómetro debe estar codificado a la altitud o presión barométrica y humedad relativa promedio del sitio donde se realiza el estudio.

2.7.3 Preparación del paciente para la prueba

- El encargado de realizar la prueba recibe y se presenta con el paciente.
- Revisar la solicitud médica y confirmar el nombre completo, la fecha de nacimiento y el número de registro.
- Se debe explicar al paciente el objetivo de la prueba y la posibilidad de aplicar un broncodilatador.
- Revisar las contraindicaciones de la prueba para decidir su realización
- Registrar el consumo de tabaco, el ejercicio físico intenso antes de la prueba y el uso de broncodilatadores.

- Medir la estatura y el peso de forma estandarizada.
- La prueba debe realizarse con el sujeto sentado. Se debe utilizar silla sin ruedas y con soporte para brazos. Se coloca al sujeto sentado con el tórax y cuello en posición recta y con ambos pies apoyados sobre el piso.

2.7.4 Maniobra de la espirometría (21)

Una vez que el paciente ha sido preparado para la prueba, se procede a instruir al paciente sobre el procedimiento. Se le debe explicar que se encontrará sentado (de preferencia en una silla fija y con soporte de brazos), con el tronco erguido y con la cabeza ligeramente elevada; además se le expresa que utilizará una boquilla y una pinza nasal y que realizará una inhalación máxima y posteriormente una exhalación con inicio explosivo y sostenido. La maniobra puede realizarse en circuito abierto o circuito cerrado. Es recomendable demostrar la maniobra, poniendo especial atención en la inhalación máxima y la exhalación explosiva y sostenida. Se procede entonces a que el paciente realice la maniobra la cual puede ser en circuito abierto o circuito cerrado.

Después de cada maniobra se deben revisar los siguientes criterios de aceptabilidad:

Criterios de aceptabilidad:

- a) Inicio adecuado:
 - Elevación abrupta y vertical en la curva F/V y de forma triangular.

- Volumen extrapolado <0.15 L o 5% de la FVC.
- b) Terminación adecuada:
- Exhalación de al menos 6 segundos (en ≥ 10 años de edad) y al menos 3 segundos (en niños < 10 años de edad).
 - Lograr una meseta de un segundo: sin cambios > 0.025 L (25 mL) por al menos 1 segundo en la curva V/T.
- c) Libre de artefactos; es decir, no debe haber evidencia de:
- Terminación temprana
 - Esfuerzo variable
 - Tos en el primer segundo
 - Cierre glótico
 - Exhalaciones repetidas
 - Obstrucción en boquilla o fuga alrededor de la misma
 - Errores de línea de base (sensores de flujo)
 - Fugas en el sistema (espirómetros de volumen) (21)

Criterios de repetibilidad: Una vez que se logran obtener tres maniobras aceptables, se debe evaluar la repetibilidad de la prueba bajo los siguientes criterios: la diferencia entre los dos valores más altos de FEV_1 y los dos valores más altos de FVC debe ser ≤ 200 mL (idealmente ≤ 150 mL); cuando el volumen pulmonar es bajo ($FVC < 1.00$ L), como en las enfermedades graves o en los niños, la

repetibilidad deberá ser de ≤ 100 mL.

La repetibilidad debe ser utilizada sólo para decidir si se necesitan más de tres maniobras aceptables de FVC. La repetibilidad se analiza hasta haber completado tres esfuerzos aceptables. Ocho maniobras es un límite práctico, pero algunas personas pueden requerir hasta 15 maniobras para obtener tres de buena calidad. En pacientes con hiperreactividad bronquial las maniobras repetidas de FVC pueden causar disminución de los flujos. (21)

Administración del broncodilatador

- La administración del medicamento debe realizarse con una cámara espaciadora, la cual debe ser adecuada a la edad y tamaño del paciente.
- El medicamento recomendado es salbutamol y se administrará la dosis recomendada de:
 - a. Niños: 200 μ g
 - b. Adultos: 400 μ g
- Una vez administrado el medicamento, el paciente permanecerá sentado y en reposo durante 20 minutos.
- Pasados esos 20 minutos se procederá a realizar nuevamente la espirometría cumpliendo los mismos criterios de aceptabilidad y repetibilidad.

2.8 Indicaciones y contraindicaciones de la espirometría . (21)

2.8.1 Indicaciones para la realización de una espirometría.

a) Diagnóstica

- Evaluación de pacientes con sospecha de patología respiratoria que presenten:
 - a. Síntomas: disnea, tos, sibilancias, estridor
 - b. Signos: estertores, deformidad torácica
 - c. Estudios de gabinete y laboratorio anormales: hipoxemia, hipercapnia, policitemia, radiografía de tórax anormal
- Evaluación del impacto pulmonar de una enfermedad sistémica:
 - a. En todo paciente con sospecha de enfermedad pulmonar intersticial (acompañada de la prueba de difusión de monóxido de carbono [DLCO])
 - b. En todo paciente con enfermedad neuromuscular y sospecha de debilidad de músculos respiratorios
- Escrutinio de individuos con factores de riesgo de enfermedad pulmonar:
 - a. Sujetos con síntomas o signos respiratorios y factores de riesgo (> 35 años e índice tabáquico > 10 paquetes/año, exposición laboral u ocupacional a biomasa o sustancias tóxicas)
- Evaluación de riesgo preoperatorio:
 - a. Pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y asma para definir si requieren modificaciones en el tratamiento

- b. Pacientes no conocidos con enfermedad pulmonar pero con disnea o intolerancia al ejercicio no explicable por la clínica
- c. Indispensable antes de cirugía de resección pulmonar
- Valoración del estado de salud antes de programas de actividad física intensa
- Examen físico rutinario
- b) Monitorización
 - Antes y después de intervenciones terapéuticas en enfermedades pulmonares
 - Seguimiento y pronóstico en enfermedades pulmonares:
 - a. En EPOC, por lo menos una vez al año para identificar a los «declinadores rápidos» (caída de FEV1 >50 mL por año)
 - b. En asma, al inicio del tratamiento y 3 a 6 meses después de alcanzar el control. Diferencia mínima clínicamente importante: caída en FEV1 > 10%¹⁵
 - c. En crisis asmáticas, si el FEV1 < 60% del predicho 1 hora después del tratamiento inicial en la sala de urgencias, se debe valorar hospitalización
 - d. En fibrosis quística, gradúa la gravedad de la enfermedad en leve: FEV1 (%p: porcentaje del predicho) y FVC%p normal, leve-moderada: FEV1 < 75%p y grave: FEV1 < 30%p y FVC < 40%p^{16,17}

- e. En fibrosis pulmonar idiopática, cada 6 meses para identificar a los «declinadores rápidos». Diferencia mínima clínicamente importante: caída en FVC >10%¹⁸
- f. En distrofias musculares; si el paciente aún camina y es < 12 años, se recomienda anual. Si el paciente es > 12 años, usa silla de ruedas o tiene una FVC < 80% del predicho, se recomienda cada 6 meses.¹⁹ (Si la FVC < 40% predicho se recomiendan maniobras de reclutamiento de volumen y tos asistida y en FVC < 30% predicho uso de ventilación mecánica no invasiva)
- g. Indicación de trasplante pulmonar
- En salud ocupacional:
 - a. Se recomienda al ingreso al trabajo y posteriormente anual. La caída del FEV1 >15% del predicho calculado de la espirometría basal sugiere una evaluación más detallada del trabajador⁽²⁵⁾
 - Seguimiento de sujetos expuestos tóxicos pulmonares conocidos, incluyendo fármacos
 - Pacientes en régimen de quimioterapia (bleomicina, gemcitabina, paclitaxel, platinos, ciclofosfamida, doxorubicina). La presencia de patrón espirométrico sugerente de restricción suele presentarse en casos avanzados por lo que se sugiere realizar DLCO seriada en conjunto con la espirometría

- c) Evaluación de discapacidad
 - Pacientes candidatos a programas de rehabilitación
 - Seguros médicos y evaluaciones legales

- d) Salud pública
 - Estudios epidemiológicos
 - Generación de ecuaciones de referencia poblacionales
 - Investigación clínica

2.8.2 **Contraindicaciones para la realización de una espirometría.**

- a) Relativas
 - Cirugía reciente (en general dependerán de la técnica quirúrgica y las complicaciones de la misma):
 - a. Abdominal o **torácica**: 1 semana posterior (con técnica abierta o laparoscópica)
 - b. Cesárea: 6-8 semanas
 - c. Cirugía ocular: 1 semana-3 meses, dependiendo de la técnica quirúrgica
 - d. Neurocirugía: 3-6 semanas
 - e. Vascular: 4-6 semanas
 - f. Colocación de marcapasos: 2 semanas
 - Infecciones:
 - a. Óticas

- b. Respiratorias activas
- Otras:
 - a. Embarazo complicado.
 - b. Derrame pleural: 24 horas posteriores a la **toraxocentesis**
 - c. Neumotórax: 2 semanas posterior a la resolución y tratamiento
 - d. Infarto al miocardio: 1 semana posterior y con tratamiento antiisquémico óptimo
 - e. Angina estable: con uso previo de nitroglicerina sublingual
 - f. Vigilar estrechamente la aplicación de broncodilatador en las siguientes patologías: hipertiroidismo, insuficiencia cardíaca compensada, hipertensión arterial sistémica controlada, arritmias cardíacas, diabetes mellitus mal controlada

b) Absolutas

- Preeclampsia: en caso de requerirse se puede realizar una maniobra de capacidad vital lenta
- Hipertensión arterial sistémica descontrolada (PAM > 130 mmHg)
- Inestabilidad hemodinámica: tromboembolia pulmonar masiva (hasta encontrarse bajo anticoagulación)
- Hemoptisis
- Aneurisma aórtico > 6 cm
- Síndrome coronario agudo
- Hipertensión intracraneal
- Desprendimiento agudo de retina

2.9 Indicadores/clasificación de calidad de las medidas (21)

Se ha propuesto la utilización de un sistema de graduación para valorar la calidad de la espirometría en función del número de maniobras aceptables y la repetibilidad del FEV1 y la FVC. Se consideran espirometrías de buena calidad las de los grados A y B, de calidad suficiente las C. Las espirometrías de los grados D y superiores no son válidas para interpretación.

Esta clasificación de la calidad se ha mostrado útil tanto en estudios epidemiológicos como en la práctica clínica, habiéndose implementado de forma automática en algunos espirómetros.

Tabla. Grados de calidad de la espirometría forzada

Grado	Descripción
A	Tres maniobras aceptables (sin errores) y entre las 2 mejores FVC y FEV1 una diferencia igual o inferior a 0,15
B	Tres maniobras aceptables (sin errores) y entre las 2 mejores FVC y FEV1 una diferencia igual o inferior a 0,2
C	Dos maniobras aceptables (sin errores) y entre las 2 mejores FVC y FEV1 una diferencia igual o inferior a 0,2
D	Dos o 3 maniobras aceptables (sin errores) y entre las 2 mejores FVC y FEV1 una diferencia igual o inferior a 0,25
E	Una maniobra aceptable (sin errores)
F	Ninguna maniobra aceptable (sin errores)

No obstante, se debe tener en cuenta que en torno al 10-20% de los casos no es posible conseguir maniobras con buena calidad a pesar del esfuerzo del técnico y la buena colaboración del paciente (24).

2.10 Interpretación de la espirometría (26)

El análisis de la espirometría, hoy en día inseparable de la curva flujo/volumen, nos permite distinguir dos grandes síndromes: la afectación ventilatoria obstructiva y la afectación ventilatoria restrictiva.

2.10.1 Patrón espirométrico obstructivo

La limitación ventilatoria obstructiva se caracteriza por la afectación de las tasas de volumen-tiempo de los flujos espiratorios y de las relaciones volumen/flujo, encontrándose normales o escasamente alterados los volúmenes pulmonares. Consideraremos el comportamiento de los diferentes parámetros, la morfología de la curva flujo/volumen y las entidades más frecuentemente responsables de esta alteración.

En la limitación ventilatoria obstructiva característicamente existe:

- FEV₁ disminuido
- PEF reducido, o normal.
- MMEF, MEF50 Y MEF 25 reducidos.
- VC normal o ligeramente reducida
- FVC moderadamente reducida.
- FVC/FVC reducida, por debajo del 70%.

Aunque de menor interés, se suele encontrar un ERV disminuido como consecuencia del cierre de las vías aéreas pequeñas durante la espiración forzada.

El valor del FEV₁ resulta fundamental no solo para establecer el diagnóstico sino también para establecer el grado de severidad de la enfermedad.

Según la Sociedad Española de Patología Respiratoria (SEPAR), se considera leve

una reducción de hasta el 65%, moderada entre 45 y 65%, y severa a una disminución por debajo de 45%.

El hallazgo de una espirometría obstructiva obliga siempre a la realización de una prueba broncodilatadora, esto es la realización de una nueva curva flujo/volumen después de la inhalación de un broncodilatador, beta-2 agonista de acción corta. Se recomienda la utilización de 400 μg de salbutamol. Se considera que existe una respuesta significativa siempre que el FEV_1 aumente por encima del 12% del valor basal, a condición que el valor absoluto supere los 200 cc.

Característicamente, la morfología de la curva flujo/volumen en las alteraciones obstructivas muestra, tras la aparición de un PEF que puede ser normal o estar reducido, una caída brusca y una incurvación de concavidad hacia arriba (Figura 1b).

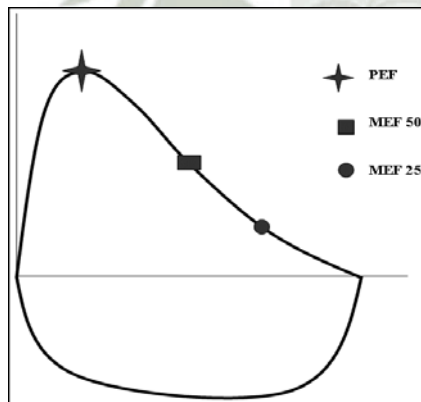


Figura 1. a. Registro gráfico de la curva flujo volumen (Velocidad de flujo instantáneo en un momento de volumen dado). PEF: Flujo espiratorio máximo o pico. MEF50: Flujo máximo al 50% de capacidad vital. MEF25: Flujo máximo al 25% de capacidad vital.

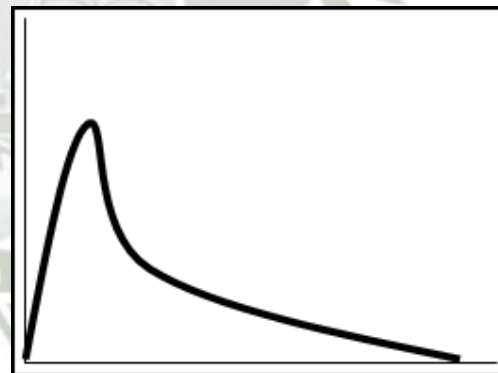


Figura 1. b. Patrón obstructivo

Entidades nosológicas.- Las enfermedades que cursan con limitación ventilatoria obstructiva son, fundamentalmente, las que afectan a las vías aéreas, pero también las enfermedades granulomatosas y algunas enfermedades intersticiales se asocian a obstrucción al flujo aéreo. Dentro de las vías aéreas hay que considerar: la EPOC, el asma bronquial, la enfermedad de pequeñas vías y las bronquiolitis. Entre las enfermedades granulomatosas, la sarcoidosis y, sobre todo la histiocitosis X suele cursar con limitación ventilatoria obstructiva. En cuanto a otras enfermedades intersticiales, la obstrucción severa al flujo aéreo es característica de la linfangioleiomiomatosis pulmonar.

2.10.2 Patrón espirométrico restrictivo

La limitación ventilatoria restrictiva se caracteriza por la reducción de los volúmenes pulmonares, mientras que las tasas de volumen-tiempo de los flujos espiratorios las relaciones volumen/flujo pueden encontrarse no solo normales sino incluso elevadas. Como hicimos con las alteraciones obstructivas analizaremos los valores más importantes, la morfología de la curva flujo/volumen y las entidades más frecuentemente responsables de esta alteración.

En la limitación ventilatoria restrictiva encontramos:

- VC disminuida
- FVC disminuida.
- FEV1 normal, aumentado, o ligeramente disminuido
- PEF normal, elevado o ligeramente disminuida..
- MMEF, MEF50 Y MEF 25 elevados (o ligeramente disminuidos)
- FVC/FVC superior al 75% e incluso en torno al 90%.

Morfología de la curva.- En los procesos restrictivos encontramos una curva flujo/volumen de morfología muy picuda, debido a la disminución de la FVC con unos flujos normales o incluso elevados(Figura 2).

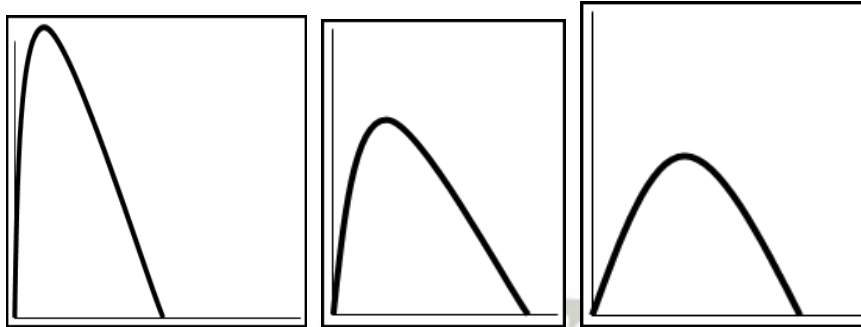


Figura 2.
Restricción parenquimatosa Restricc. de pared Restr. neuromuscular

Entidades nosológicas.- Dentro de las enfermedades que cursan con limitación ventilatoria restrictiva hemos de distinguir tres grupos:

- **Enfermedad restrictiva por afectación parenquimatosa pulmonar.**

Dentro de este grupo los procesos más importantes a considerar serán: fibrosis pulmonar idiopática, enfermedades por inhalación de polvos orgánicos e inorgánicos, (aunque ya hemos dicho que en estas se puede asociar obstrucción al flujo aéreo, al igual que en la sarcoidosis), enfermedad pulmonar secundaria a medicamentos o a radioterapia, sarcoidosis, enfermedades del colágeno, amiloidosis, proteinosis alveolar, etc.

- **Enfermedad restrictiva por afectación por afectación, de la caja torácica o enfermedad neuromuscular:** fibrotorax, cifosis, escoliosis, espondilitis anquilopoyética, distrofias musculares, afectaciones del diafragma, miastenia gravis, ELA. Mientras que el

patrón ventilatorio que hemos descrito caracteriza a la enfermedad restrictiva parenquimatosa, en el caso de la limitación ventilatoria restrictiva extraparenquimatosa existen algunas desviaciones. Así, en las enfermedades esqueléticas, la morfología de la curva puede ser normal y los flujos no se elevan. En la enfermedad neuromuscular la curva es redondeada por disminución selectiva del PEF. La diferenciación de los distintos procesos será establecida por el resto de exploraciones de la mecánica ventilatoria.



ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

A nivel local

- **Autor:** Del Carpio A, Gonzales G, Rodríguez L. (4)

Título: Exposición Ocupacional a Plomo y su Relación con Infertilidad Masculina.

Fuente: Veritas, Investigación y desarrollo; 2002 (6).

Resumen: El presente estudio se realizó con el fin de evaluar la capacidad reproductiva en una población expuesta ocupacionalmente a plomo, como son los policías de tránsito de la ciudad de Arequipa, donde existe altos niveles de plomo producido por el parque automotor, constituido por vehículos que utilizan gasolina con plomo. Un grupo de 50 policías de tránsito con más de tres años de servicio fueron encuestados y comprometidos para participar en el estudio consistente en determinar concentraciones de plomo en sangre por espectrofotometría de absorción atómica y estudio de líquido seminal, 50 muestras de sangre y semen fueron recolectadas. En las primeras se analizó concentraciones de plomo en sangre total, en las de semen se analizó tiempo de licuefacción, volumen, pH, conteo espermático, motilidad, viabilidad y morfología. Los resultados de concentraciones de plomo en sangre oscilan entre 250-800ug/l por encima de los valores normales de 200ug/l . Referente a los parámetros seminales se pudo observar una relación inversa entre los niveles de plomo sanguíneo y la morfología, viabilidad, densidad, conteo y motilidad. Sin embargo, nuestros resultados no pueden ser concluyentes debido a la falta del estudio de los controles que se vienen realizando.

- **Autor:** Ross SM.

Título: Evaluación de la función pulmonar por espirometría entre policías de tránsito y policías de trabajo administrativo de Arequipa.

Fuente: Tesis de Bachiller. Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2005

Resumen: Se buscó determinar la función pulmonar por espirometría en policías de tránsito y de función administrativa de la ciudad de Arequipa. La diferencia de la función pulmonar por espirometría entre 30 policías de tránsito y 28 policías de trabajo administrativo de la ciudad de Arequipa es estadísticamente significativa. La frecuencia de alteraciones espirométricas obstructivas en el grupo de policías de tránsito es de 20% y en el grupo de policías de trabajo administrativo es de 3.57%. Finalmente las frecuencias del tipo de curva espirométrica en el grupo de policías de tránsito es un 30% obstructiva y para el grupo de policías de trabajo administrativo es un 14.29% obstructiva.

A nivel nacional

- **Autor:** Villón MA, Lozano K. (22)

Título: Impacto bioquímico toxicológico del plomo como contaminante ambiental relacionado a enfermedades respiratorias en policías de tránsito en Lima Metropolitana.

Fuente: Tesis para optar el título de Licenciado en Farmacia y Bioquímica. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de San Marcos, 2010

Resumen: Se evaluó el impacto bioquímico toxicológico del plomo como contaminante ambiental en relación a enfermedades respiratorias y estrés

oxidativo en mujeres policías de tránsito, cuyas edades estaban entre los 20 y 35 años de edad, y expuestas a la contaminación ambiental en el Centro de Lima Metropolitana por ≤ 3 y >3 años en Tránsito. Para el efecto se obtuvo información sobre la frecuencia de enfermedades respiratorias revisando los expedientes clínicos y aplicando una encuesta; se determinaron los niveles sanguíneos de plomo por espectrofotometría de absorción atómica por horno de grafito, y el estrés oxidativo (EO) se evaluó midiendo por métodos espectrofotométricos los antioxidantes celulares: Glutathion (GSH), Glucosa 6 fosfato deshidrogenasa (G6PDH), Superóxidodismutasa (SOD) y la peroxidación lipídica determinando malondialdehído (MDA) en plasma. Los valores promedio de plomo en sangre fueron: $(4.2 \pm 3 \mu\text{g/dL})$, en el grupo ≤ 3 años en Tránsito y $(6.5 \pm 2.5 \mu\text{g/dL})$, en el grupo > 3 años en Tránsito, se encontró diferencia estadísticamente significativa (p menor 0.05) entre los grupos, aunque los resultados se encuentran dentro de las concentraciones permisibles según la OMS. Los niveles de MDA y GSH se analizaron por espectrofotometría visible y las actividades de SOD y G6PDH por espectrofotometría UV. Los resultados para la actividad de la G6PDH fueron: $(2.4 \pm 1.2 \text{ UG6PDH/gHb})$, en el grupo ≤ 3 años en Tránsito vs. $(4.1 \pm 3.7 \text{ UG6PDH/gHb})$, (p menor 0.05), en el grupo > 3 años en Tránsito y se encontró diferencia significativa entre los grupos estudiados. Los resultados para los niveles de MDA fueron: $(2.1 \pm 1.1 \text{ nmol/mL})$, en el grupo ≤ 3 años en Tránsito vs. $(2.5 \pm 1.1 \text{ nmol/mL})$, (p menor 0.05) en el grupo > 3 años en Tránsito. Los resultados de los niveles de GSH fueron: $(9.9 \pm 1.8 \mu\text{mol/mL.gHb})$, en el grupo ≤ 3 años en Tránsito vs. $(9.5 \pm 3.1 \mu\text{mol/mL.gHb})$, (p menor 0.05) en el grupo $>$

3 años en Tránsito. Los resultados para la actividad de SOD fueron: $(5038.1 \pm 582.6 \text{ USOD/gHb})$, en el grupo ≤ 3 años en Tránsito vs. $(4825.8 \pm 839.9 \text{ USOD/gHb})$, (p menor 0.05) en el grupo > 3 años en Tránsito.

A nivel internacional

- **Autor:** Estevez-Garcia JA, Rojas-Roa NY, Rodriguez-Pulido AI. (23)

Título: Exposición ocupacional a contaminantes atmosféricos: material particulado y síntomas respiratorios en policías de tránsito de Bogotá.

Fuente: Rev. salud pública, 2013;15(6):870-885.

Resumen: Estudio transversal de 574 policías divididos en dos grupos (477 policías de tránsito y 97 policías de oficina). Se les aplicó cuestionario sobre síntomas respiratorios, evaluación médica toxicológica, pruebas de función pulmonar y monitoreo personal a PM_{10} . Las diferencias entre los grupos se hallaron mediante análisis estratificado y calculo Odds Ratio. Se realizó análisis multivariado de factores relacionados con los síntomas y diagnósticos de alteración respiratoria. Se encontró que síntomas respiratorios como tos, expectoración y rinosinusitis tuvieron mayor prevalencia en los policías de tránsito. El examen médico mostró mayor prevalencia de signos de irritación nasal en los policías de tránsito. Pruebas de función pulmonar no mostraron diferencias. Los niveles promedio de PM_{10} fueron mayores en el grupo de tránsito ($139,4 \text{ g/m}^3$) comparados con el de oficina ($86,03 \text{ g/m}^3$).

3. **Objetivos.**

- **General**

Evaluar la función pulmonar en policías de tránsito de Arequipa Metropolitana, Enero del 2017.

- **Específicos**

- 1) Conocer la frecuencia de trastornos respiratorios en el personal PNP expuestos ocupacionalmente a materiales particulados respiratorios de Arequipa Metropolitana.
- 2) Describir los síntomas respiratorios identificados en policías de tránsito de Arequipa Metropolitana.
- 3) Identificar las alteraciones de la espirometría en policías de tránsito de Arequipa Metropolitana.

4. **Hipótesis**

Dado que el siguiente estudio es un trabajo descriptivo no precisa de hipótesis.

III. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación

Técnica: Para la realización del estudio se empleará la técnica entrevista para llenado de una ficha de datos para luego proseguir con la realización de la evaluación por espirometría.

Instrumentos: Se empleará dos espirómetros MIR SPIROBANK II ®y una ficha de evaluación policial (Anexo 1).

Materiales:

- Fichas de investigación: Datos generales.
 - Antecedentes de patologías pulmonares
 - Cuestionario de síntomas respiratorios.
 - Prueba de función pulmonar (espirometría)
- Tallimetro
- Balanza digital
- Espirómetro
- Ficha de consentimiento Informado.
- Computadora personal con software para espirómetro Winspiro Pro, programas de procesamiento de textos, bases de datos y estadísticos.
- Material de escritorio

2. Campo de verificación

2.1. **Ubicación espacial:** La presente investigación se realizará en la ciudad de Arequipa (área metropolitana).

2.2. **Ubicación temporal:** El estudio se realizará en forma coyuntural durante el primer bimestre del año 2017.

2.3. **Unidades de estudio:** Personal que labora en el departamento de tránsito de la ciudad de Arequipa, de la sección de tránsito.

2.4. **Población:** Todos los policías de tránsito de la ciudad de Arequipa en el periodo de estudio, en número aproximado 300 policías.

Muestra: No se considerará el cálculo de un tamaño de muestra ya que se estudiará a todos los policías de tránsito de la ciudad de Arequipa que cumplan los criterios de selección:

Criterios de selección:

- **Criterios de Inclusión**

- Participación voluntaria en el estudio.
- En trabajo operativo: calle

- **Criterios de Exclusión**

- De licencia o vacaciones durante el periodo de estudio.
- Trabajo administrativo

- Policías puestos a disposición de la USE
- Contradicciones para la espirometría

3. Estrategia de Recolección de datos

3.1. Organización

Se realizarán las coordinaciones con el Hospital Regional PNP Julio Pinto Manrique específicamente con el departamento de neumología y la Jefatura de la Sección de Tránsito para la coordinación y realización de los estudios.

Se convocó a los policías de tránsito a participar en una campaña de salud para realizar una evaluación clínica con entrevista para recoger antecedentes y datos epidemiológicos, y para realizar una evaluación clínica y luego con espirometría estándar.

Las espirometrías serán realizadas por un médico neumólogo junto con la autora, hasta concluir con la evaluación de todos los policías que cumplan los criterios de selección.

Una vez concluida la recolección de datos, éstos serán organizados en bases de datos para su posterior interpretación y análisis.

3.2. Recursos

- a) Humanos
 - Investigadora
 - Asesor

- Especialistas en neumología
- Policías de tránsito

b) Materiales

- Ficha de entrevista
- Espirómetro marca MIR Spirobank II ®
- Computadora personal con programas para : Software WinspiroPRO para espirómetro MIR Spirobank II, procesamiento de textos y bases de datos
- Tallimetro
- Balanza digital
- Material de escritorio.

c) Financieros

- Autofinanciado

3.3. Validación de los instrumentos

No se requiere de validación por tratarse de una ficha para recolectar información.

3.4. Criterios para manejo de resultados

a) Plan de Procesamiento

Los datos registrados en el Anexo 1 serán luego codificados y tabulados para su análisis e interpretación.

b) Plan de Clasificación:

Se empleará una matriz de sistematización de datos en la que se transcribieron los datos obtenidos en cada Ficha para facilitar su uso. La matriz fue diseñada en una hoja de cálculo electrónica (Excel 2016).

c) Plan de Codificación:

Se procederá a la codificación de los datos que contenían indicadores en la escala continua y categórica para facilitar el ingreso de datos.

d) Plan de Recuento.

El recuento de los datos será electrónico, en base a la matriz diseñada en la hoja de cálculo.

e) Plan de análisis

Se empleará estadística descriptiva con distribución de frecuencias (absolutas y relativas), medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (rango, desviación estándar) para variables continuas; las variables categóricas se presentarán como proporciones. Para el análisis de datos se empleará la hoja de cálculo de Excel 2016 con su complemento analítico y el paquete SPSSv.24.0.

IV. Cronograma de Trabajo

Actividades	Diciembre 16				Enero 17				Febrero 17				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1. Elección del tema													
2. Revisión bibliográfica													
3. Aprobación del proyecto													
4. Ejecución													
5. Análisis e interpretación							-						
6. Informe final													

Fecha de inicio: 01 de Diciembre 16

Fecha probable de término: 28 de febrero 17

