

**UNIVERSIDAD GABRIELA MISTRAL
FACULTAD DE SALUD
CARRERA DE KINESIOLOGÍA**



**EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN PULMONAR EN
ADOLESCENTES SANOS EXPUESTOS A LA CONTAMINACIÓN
DE LA COMUNA DE CERRO NAVIA: ESTUDIO TRANSVERSAL.**

**FABIAN JAUREGUI ZURITA
DANIEL LOPEZ MARQUEZ
SANDY MILLÁN OLIVARES**

**PROYECTO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO
DE LICENCIADO EN KINESIOLOGÍA**

PIERY FREYHOFER RIVERA

ENERO - 2018

SANTIAGO DE CHILE

INDICE

Autorización.....	Pag.2
Identificación del proyecto.....	Pag.4
Resumen.....	Pag.4
Introducción.....	Pag.5
Objetivo General del estudio.....	Pag.6
Objetivo Especifico.....	Pag.6
Variable Dependiente.....	Pag.6
Variables Independientes.....	Pag.6
Materiales y métodos.....	Pag.7
Análisis estadístico.....	Pag.9
Resultados.....	Pag.10
Discusión.....	Pag.16
Limitantesdel estudio.....	Pag.18
Conclusión.....	Pag.18
Bibliografía.....	Pag.19
Anexos.....	Pag.21

AUTORIZACIÓN

En el marco de la Ley de Propiedad Intelectual, esta indicación permite proteger los derechos legales de propiedad intelectual del autor de la tesis o trabajo de titulación.

© FABIAN JAUREGUI ZURITA, DANIEL LOPEZ MARQUEZ, SANDY MILLÁN OLIVARES.

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando incluya la cita bibliográfica del documento.

I. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Nombre del proyecto: Evaluación de la función pulmonar en adolescentes sanos expuestos a la contaminación de la comuna de Cerro Navia: Estudio Transversal.

Pregunta de la investigación: ¿La exposición a la contaminación ambiental puede afectar la función pulmonar en adolescentes sanos de la comuna de Cerro Navia?

Enfoque de Investigación: Cuantitativo.

Tipo de Investigación: Observacional.

Diseño del Estudio: Transversal.

Duración del Estudio: 6 meses.

RESUMEN

Introducción: En Santiago una de las comunas más contaminadas ambientalmente es Cerro Navia, ya que presenta la mayor concentración hasta la fecha de material particulado (MP). Las partículas más perjudiciales para la salud son las de 10 y 2.5 micrones, ya que pueden penetrar profundamente en el sistema respiratorio, causando efectos agudos y crónicos por aumento del estrés oxidativo, inflamación y citotoxicidad.

Objetivo: Describir la función pulmonar en escolares adolescentes sanos de la comuna de Cerro Navia que han estado expuestos por al menos 10 años a partículas de polvo contaminantes con diferentes diámetros aerodinámicos.

Materiales y métodos: La muestra fue conformada por adolescentes entre 10 y 14 años estudiantes de los colegios “Presidente Roosevelt”, “República de Croacia”, “Neptuno” y “Ciudad Santo Domingo de Guzmán” de la comuna de Cerro Navia. A los participantes se les entregó una encuesta ISAAC modificada la cual debían responder previo a la prueba de espirometría. Se calculó IMC y se registraron los datos de las espirometrías basales y valores teóricos según Knudson. Se registraron las concentraciones diarias de MP10 y MP2.5 extraídos de la página de monitorización del aire SINCA.

Resultados: Se realizaron 309 espirometrías, de las cuales 164 pertenecen a mujeres y 145 a hombres, donde se encontró que los valores espirométricos basales tanto de VEF1, CVF y VEF1/CVF poseen diferencias significativas en relación a sus valores predictivos.

Conclusiones: La exposición a la contaminación ambiental mostró cambios significativos en la función pulmonar de los adolescentes de la comuna de Cerro Navia siendo urgente y necesaria la acción a corto plazo de disminuir los niveles de contaminación aérea en esta zona.

II. INTRODUCCIÓN

El aire de Santiago de Chile es uno de los más contaminados del mundo^{1,2}. Desde comienzos de la década de los sesenta, los habitantes de la ciudad se han visto expuestos en forma creciente a la acción de diversos agentes nocivos, los cuales son percibidos mayoritariamente en las vías respiratorias².

La contaminación se cuantifica a partir de la concentración atmosférica de diversos contaminantes. Si bien los contaminantes urbanos son múltiples, los más comunes son los denominados contaminantes criterio, en los cuales se han establecido efectos observados sobre la salud, según la concentración de cada uno^{1,2}. Estos incluyen al material particulado (MP) total en suspensión (PTS), que viene en variedades de tamaño, como el ozono (O₃), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO₂) y plomo (Pb)¹. Dentro de los componentes químicos del MP los NO₂ causan inflamación de las vías aéreas superiores, el SO₂ y el O₃ causan inflamación bronquial, este último por si solo en grandes concentraciones puede generar edema pulmonar³. Estos contaminantes alteran los mecanismos de defensa propios del sistema respiratorio, como el funcionamiento normal del sistema mucociliar, donde los cilios pueden ser paralizados por la inhalación de gases tóxicos como los SO₂ y NO₂, y tal vez por el humo del tabaco⁴. En las vías aéreas inferiores los contaminantes pueden afectar la línea secundaria de defensa que incluye a los macrófagos alveolares y la capa celular responsable del intercambio de gases⁴⁻⁵.

Las partículas más perjudiciales para la salud son las de 10 micrones de diámetro o menos (PM₁₀ y PM_{2.5}), ya que pueden penetrar profundamente en el sistema respiratorio, causando efectos agudos y crónicos por aumento del estrés oxidativo, inflamación y citotoxicidad⁶. La exposición crónica a las partículas agrava el riesgo de desarrollar cardiopatías y neumopatías, así como cáncer de pulmón, por lo que las altas concentraciones de estas partículas están en estrecha relación con el aumento de la mortalidad o morbilidad diaria y a largo plazo²⁻⁷.

En Santiago una de las comunas más contaminadas ambientalmente es Cerro Navia, que presenta la mayor concentración hasta la fecha de MP₁₀ y MP_{2.5} según datos de SINCA⁸. Por lo tanto, la atención del estudio se dirige hacia los jóvenes estudiantes entre 10 y 14 años, residentes de la comuna de Cerro Navia que han permanecido en exposición a la concentración de MP por al menos 10 años consecutivos.

III. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO

Describir la función pulmonar en escolares adolescentes sanos de la comuna de Cerro Navia que han estado expuestos por al menos 10 años a partículas de polvo contaminantes con diferentes diámetros aerodinámicos.

IV. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir cambios en las variables VEF1, CVF, VEF1/CVF y FEF25-75 por medio de prueba espirométrica.
- Identificar los casos de Asma realizando un tamizaje por medio de la aplicación de la encuesta ISAAC modificada.

V. VARIABLE DEPENDIENTE

- Función pulmonar.

VI. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Exposición diaria a niveles de contaminación (PM10 y PM2.5).
- Temperatura.
- Humedad.
- Peso.
- Talla.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación posee un diseño de estudio es no experimental, descriptivo y trasversal, el cual se caracteriza por recolectar datos en un solo momento y tiempo determinado. Su propósito es describir las variables, y analizar su frecuencia e interrelación en un momento dado⁹.

Este estudio consta de un muestreo estratificado no probabilístico que estará conformado por adolescentes de los colegios “Presidente Roosevelt”, “República de Croacia”, “Neptuno” y “Ciudad Santo Domingo de Guzmán” de la comuna de Cerro Navia que cumplan con los siguientes criterios:

Criterios de inclusión

- Sujetos residentes de Cerro Navia o que estén expuestos por al menos 10 años a la contaminación de la comuna⁸.
- Sujetos adolescentes sanos entre 10 y 14 años.
- Sujetos que hayan leído y firmado el consentimiento y asentimiento informado junto a sus padres o apoderados (Anexo 1-2).

Criterios de exclusión

- Sujetos obesos mórbidos¹⁰.
- Sujetos que cursen con patología respiratoria crónica.
- Sujetos que hayan cursado con patología respiratoria en las últimas 2 semanas previas a la intervención¹¹.
- Sujetos fumadores activos (aquel que haya fumado al menos un cigarro en los últimos 6 meses¹²).
- Sujetos con sospecha de Asma según encuesta ISAAC modificada¹⁵ (Anexo 3).
- Sujetos que estén en ayunas previo a la espirometría¹⁶.
- Sujetos que hayan realizado ejercicio vigoroso al menos 30 minutos antes de la espirometría¹⁶.

De un universo de 17.680 adolescentes en la comuna de Cerro Navia¹³, se realizó un cálculo según la plataforma Herramienta calculo Muestral, la muestra estará conformada por 309 adolescentes¹⁴ de los colegios “Presidente Roosevelt”, “República de Croacia”, “Neptuno” y “Ciudad Santo Domingo de Guzmán” en la comuna de Cerro Navia, en donde el margen de error se estima con un 5% y con un nivel de confianza de un 95%¹⁴.

Los materiales a utilizar en este estudio constan de espirómetro portátil marca WelchAllyn^R, termómetro digital, balanza digital marca ADE, pinzas nasales, página web de monitoreo de contaminación aérea SINCA y la International Study on Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) modificada.

La función pulmonar será medida dentro del establecimiento educacional. Se registrarán a diario valores de temperatura y humedad del lugar en donde se realizarán las mediciones espirométricas junto con los valores comunales de contaminación ambiental.

El cuestionario ISAAC es un instrumento el cual permite investigar patologías tales como el asma y rinitis en la infancia¹⁵, por lo que cada participante deberá responder una encuesta ISAAC modificada previo a la toma del examen espirométrico. Se notificará a los padres en caso de sospecha de asma en el participante para que de este modo puedan tomar las debidas atenciones a la patología.

A los participantes que no tengan sospecha de asma se les registrará por nombre completo, edad y sexo en planilla Microsoft Excel (2007).

Se medirá talla y peso descalzo con ropa ligera y se evaluará índice de masa corporal (IMC = peso/talla²) según la norma técnica de evaluación nutricional de MINSAL para cada individuo¹⁶.

La espirometría se realizará de acuerdo al Manual de procedimientos de la Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias¹⁷, en donde el paciente debe estar sentado y relajado, al menos unos 5 a 10 minutos antes de la prueba. La posición para realizar la prueba espirométrica es en bípedo con cabeza y tórax rectos, y utilizando una pinza nasal.

La maniobra se realizará con una inspiración máxima y rápida hasta capacidad pulmonar total (CPT), seguida de un esfuerzo espiratorio máximo hasta obtener un plateau. Entre el término de la inspiración máxima y el inicio de la espiración forzada debe existir una pausa no mayor de 2 segundos. No se deben efectuar más de 8 maniobras¹⁸, por lo que se explicará y demostrará previamente la correcta ejecución de la prueba a cada uno de los participantes. El registro espirométrico nos entregará un informe numérico de capacidad vital forzada (CVF), volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1), su relación con la CVF (VEF1/CVF) y el flujo espiratorio forzado entre el 25 y 75% de la curva (FEF25-75). De 3 maniobras aceptables, al menos 2 de ellas deben ser reproducibles, o sea, con una variabilidad menor al 5% en la CVF y VEF1. El criterio de reproducibilidad no será utilizado para excluir resultados ni sujetos del estudio, solo servirá como guía para determinar si son necesarias más de 3 maniobras aceptables¹⁸⁻¹⁹. Se consideran los mejores valores CVF y VEF1 aunque provengan de curvas diferentes. La relación VEF1/CVF y FEF25-75 se obtendrán de la mejor curva, definida como la que tiene la mayor suma de CVF y VEF1¹⁹.

Para evaluar la función pulmonar se realizó un análisis descriptivo y se midió la concentración de partículas en el ambiente, ya que según estudios realizados en Santiago y Temuco⁷, han confirmado que por cada unidad sobre 50 µg/ m³ de elevación de los niveles de MP10 en 24 horas se produce en promedio un aumento de alrededor del 3% de la mortalidad general²⁰. También estos estudios han detectado que el aumento de MP10 y MP2.5 se asocia a la alteración de la función pulmonar aumento de la morbilidad y mortalidad tanto respiratoria como cardiovascular²¹⁻²².

En la tabla 4 se observa el nivel de material particulado PM10 y MP2.5 en los días de medición, los cuales en base al promedio no superaron los valores límite recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) por lo tanto es factible realizar la medición sin alterar los resultados espirométricos; ya que según la OMS el MP2.5 tiene un valor límite recomendado de 10 ug/m³ para la media anual y de 25 ug/m³ para la media en 24horas; y el PM10 un valor límite de 20 ug/m³ para la media anual y 50 ug/m³ para la media en 24horas. Se calculó una media para la temperatura de 22.28°C y humedad de 47.5% en el total de días medidos.

Variable	Media (24 h)	Desviación estándar	Recomendación Límite OMS (24 h)	Unidad de medida
MP10	40.333	5.137	50	ug/m ³
MP2.5	13.555	2.165	25	ug/m ³

Tabla 4: variables de contaminantes criterios según media y desviación estándar de los días medidos comparados con las recomendación de OMS.

En el gráfico 5 se aprecian las concentraciones diarias de contaminantes atmosféricos MP10 y MP2.5 extraídos de la página web SINCA, a través de su estación de monitoreo ubicada en la esquina Paula Jaraquemada con Las siemprevivas, durante los días 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 20 y 21 de Noviembre en horario diurno.

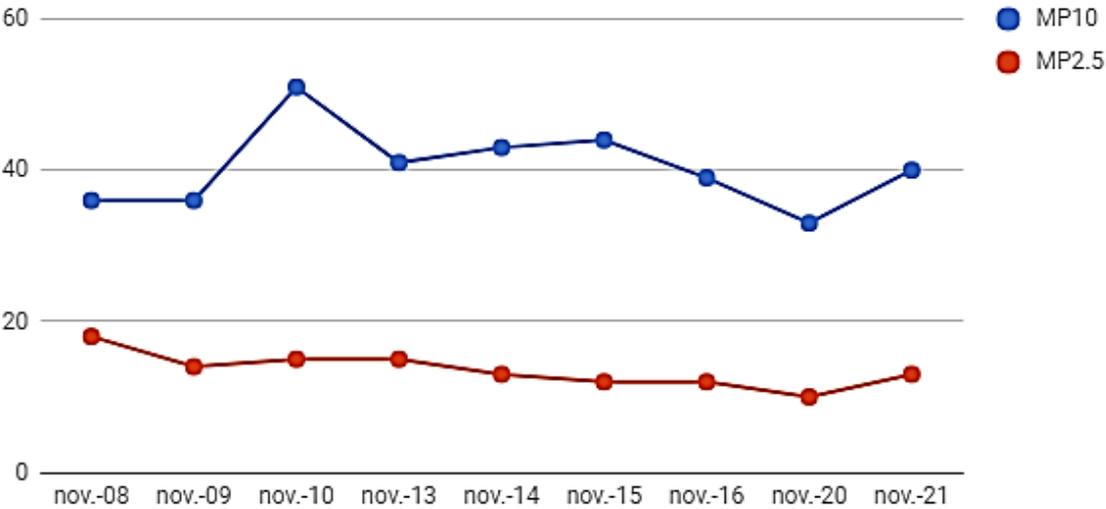


Grafico 5: Niveles de MP10 y MP2.5 registrados durante los días de mediciones espirométricas. CN: Cerro Navia; OMS: Organización Mundial de la Salud; CHILE: ley 19.300.

VII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos serán tabulados con el Microsoft Excel (2007) y se registrarán en el software SPSS IMB 22.

Los datos cuantitativos se presentarán en promedio y desviación estándar; para determinar la normalidad de los datos se aplicará el Test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y para determinar la significancia se utilizará el Test de Wilcoxon. Se realizará un análisis gráfico, para ver el grado de asociación de las variables dependientes (índices espirométricos) con las variables independientes (niveles de contaminación MP10 y MP2.5) a través de gráficos de dispersión. Se considera significativo un valor de $p < 0,05$ con intervalo de confianza de 95%.

VIII. RESULTADOS

La muestra está compuesta por 309 participantes, de los cuales 164 pertenecen a mujeres y 145 a hombres, con una media de edad de 12,07 años. El motivo de eliminación de 16 participantes fue por un IMC > 30 kg/m² y 7 participantes por presentar sospecha de asma en encuesta ISAAC modificado. Las características de los participantes de la muestra se presentan en la tabla 1.

Variabes	Media	Porcentaje	Desviación estándar
Edad	12,07	/	1,285
Mujeres	164	53,1%	/
Hombres	145	46,9%	/
VEF 1	2,6853	/	0,69049
CVF	3,0935	/	0,76899
VEF/CVF	86,81	/	7,536
FEF 25-75	3,1323	/	1,19564

Tabla 1. Caracterización en la línea de base de los datos de función pulmonar: Distribución de la población estudiada según la media y porcentaje para género; y según media y desviación estándar para edad, VEF1, CVF, VEF/CVF Y FEF 25-75.

En la tabla 2 se muestra el análisis de normalidad en donde se evaluaron las variables y sus respectivos valores basales a través del test de Kolmogorov-Smirnov^a para el tamaño muestral del estudio, en el cual se identifica que todos los valores de las variables presentan P < 0,05, por lo tanto no distribuyen normal ni son estadísticamente significativos.

Variabes	Valor P (Kolmogorov-Smirnov)
VEF 1	0,000
C VF	0,000
VEF/CVF	0,007
FEF 25-75	0,000
VEF 1 Predictivo	0,000
C VF Predictivo	0,000
VEF/CVF Predictivo	0,000
FEF 25-75 Predictivo	0,025

Tabla 2. Normalidad: Se identifica que todos los valores son menores a 0,05, por lo tanto no distribuyen normal. Se deben usar test no paramétricos para determinar diferencias significativas.

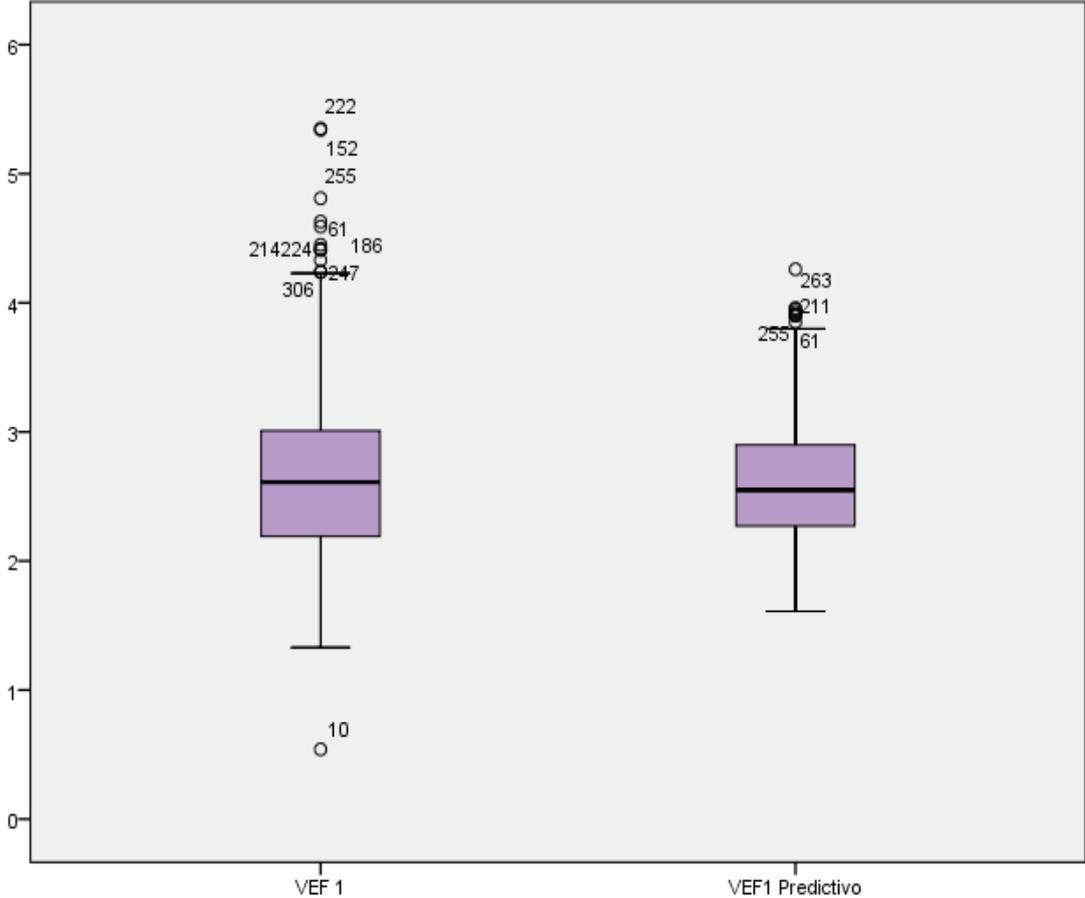
En la tabla 3 se muestra la distribución de los datos no-normal a los cuales se les aplica el test de Wilcoxon (no paramétrico) donde se encuentra que los valores espirometricos basales tanto de VEF1, CVF y VEF1/CVF poseen diferencias significativas en relación a sus valores

Variable	Media basal (DS)	Media Predictivo (DS)	Diferencia	P (0,05)
VEF 1	2,68 (0,69)*	2,61 (0,49)*	0,068	0,049
CVF	3,09 (0,76)*	3,00 (0,57)*	0,092	0,003
VEF/CVF	86,81 (7,53)*	88,30 (1,36)*	-1,49	0,002
FEF 25-75	3,13 (1,19)*	3,07 (0,50)*	0,06	0,330

Tabla 3. Resultados: A todas las variables se les aplico el Test de Wilcoxon en donde se encuentra que los valores espirométricos basales VEF1, CVF y VEF1/CVF tienen diferencias significativas en relación a sus valores predictivos respectivamente, no así el FEF25-75 ya que no presenta diferencia significativa. * Desviación estándar.

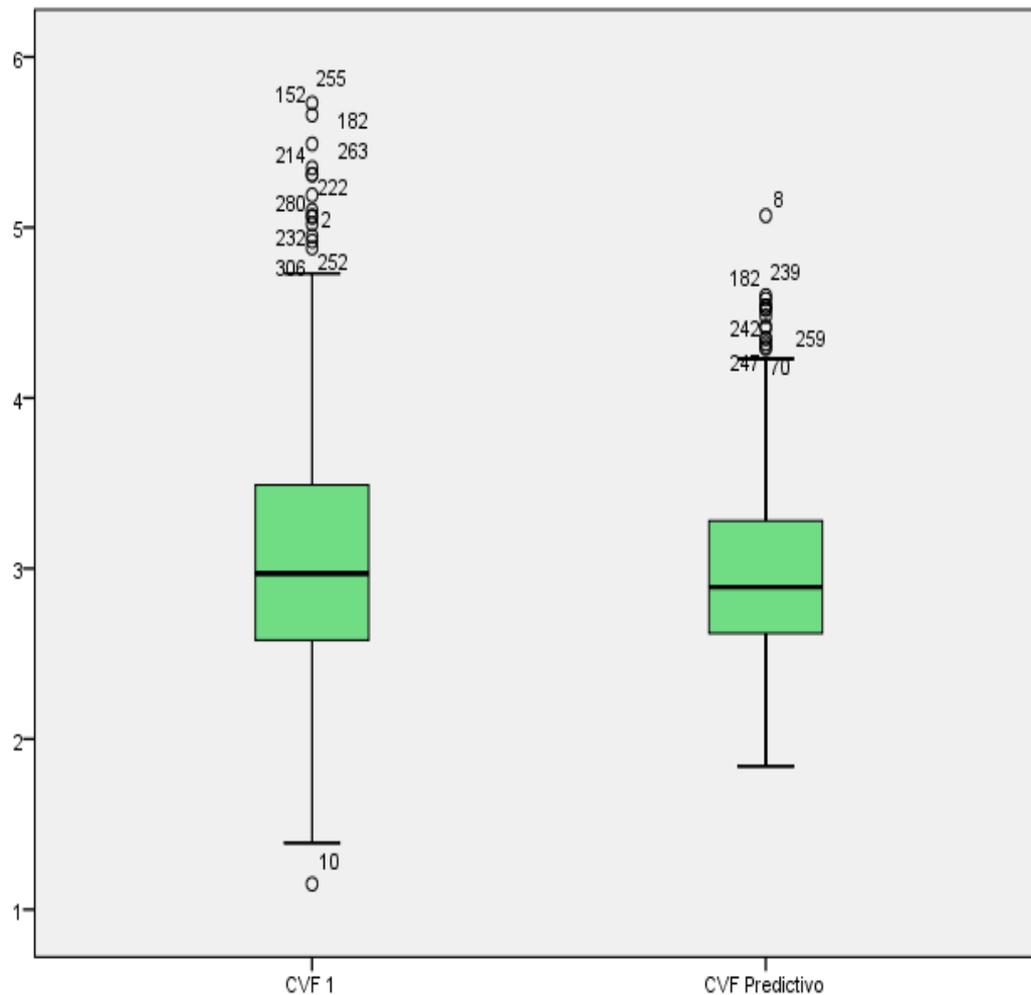
En el gráfico 1 de caja se observa que la media basal para el VEF1 es de 2,68L, en donde 9 de los participantes se escapan de la distribución basal normal sobrepasando el límite superior, y solo un participante sobrepasando el límite inferior. En los datos predictivos se observa una media de 2,61L, donde 4 participantes sobrepasan el límite superior. La relación de las variables VEF1 – VEF1 Predictivo, presenta una desviación media es de 0,067 y un valor $P=0,049$ el cual indica diferencias estadísticamente significativas.

Gráfico 1: VEF1 / VEF1 predictivo



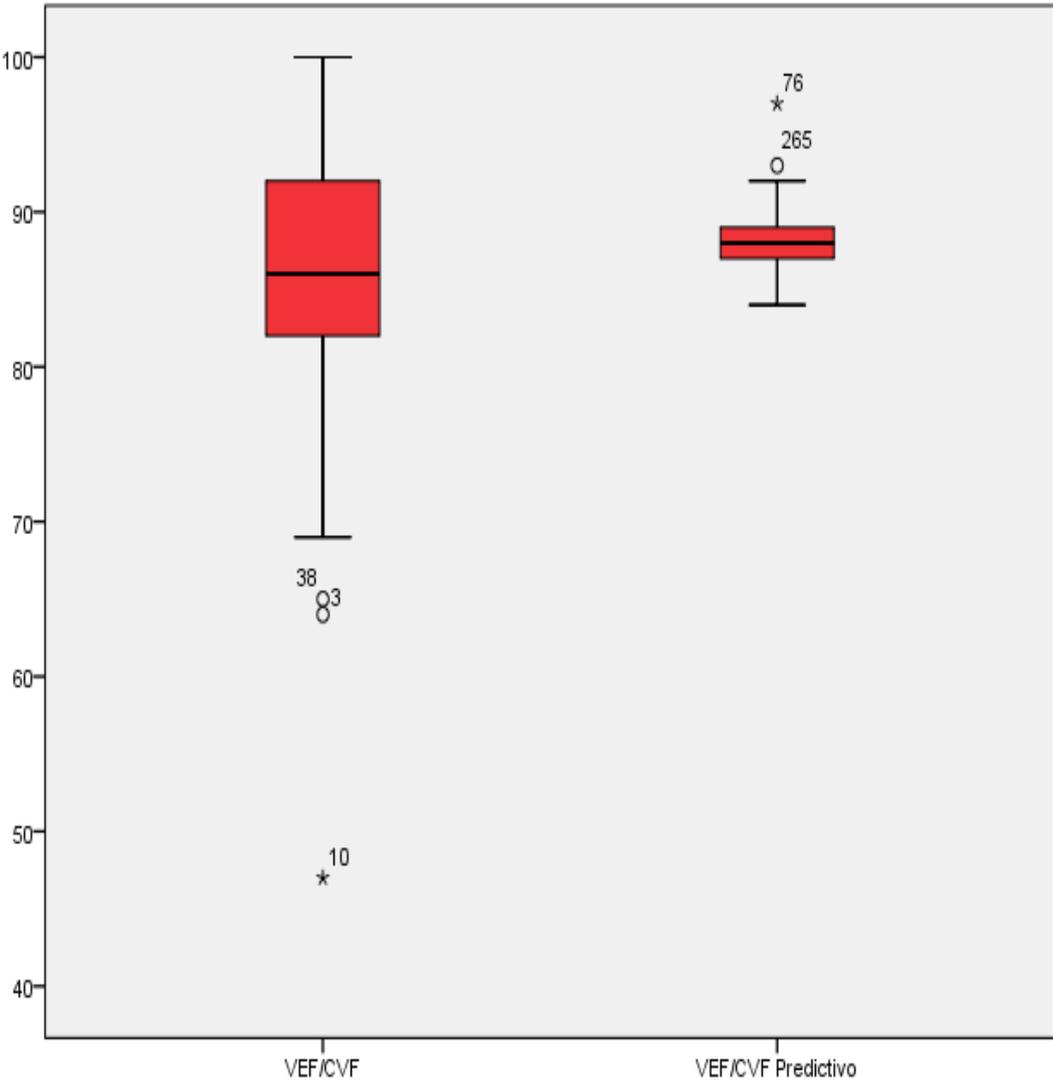
En el gráfico 2 de caja se observa que la media basal para la CVF es de 3.09L, en donde 11 de los participantes se escapan de la distribución basal normal sobrepasando el límite superior, y sólo un participante sobrepasando el límite inferior. En los datos predictivos se observa una media de 3,00L, donde 7 participantes sobrepasan el límite superior. La relación de las variables CVF – CVF Predictivo, presenta una desviación media es de 0,092 y un valor $P=0,003$ el cual indica diferencias estadísticamente significativas.

Gráfico 2. CVF / CVF predictivo



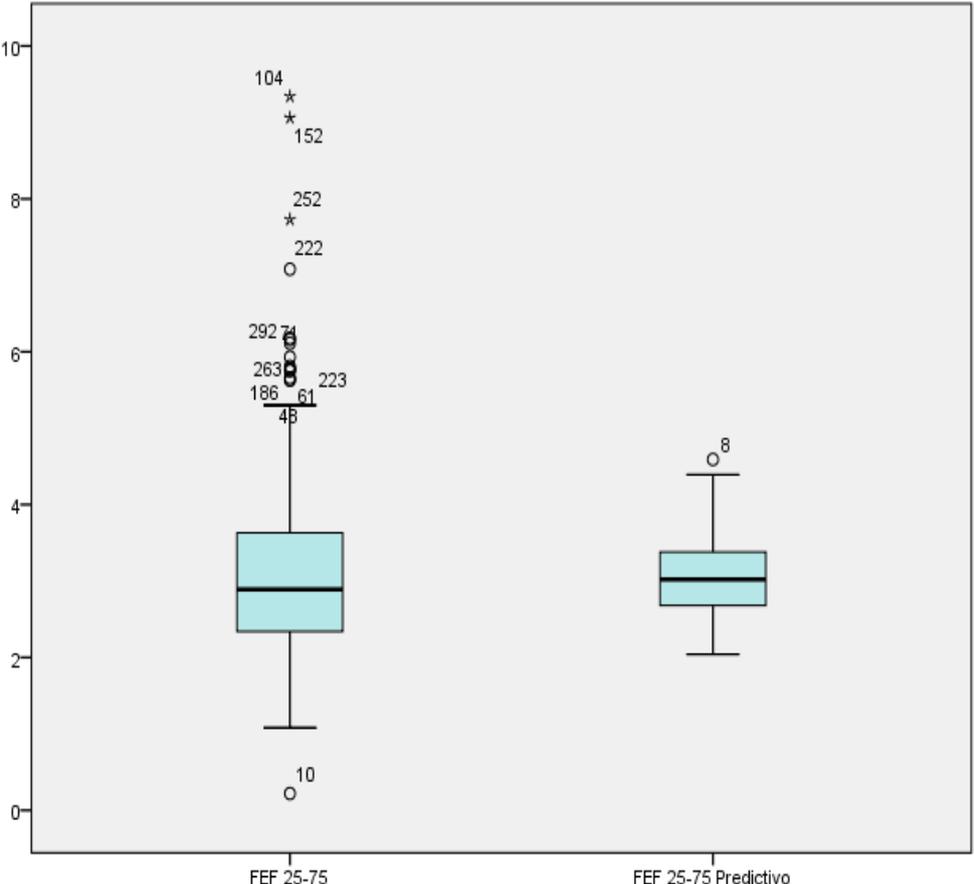
En el gráfico 3 de caja se observa que la media basal para la relación VEF1/CVF es de 86,8L, en donde dos de los participantes se escapan de la distribución basal normal sobrepasando el límite superior; y tres 3 participantes sobrepasando el límite inferior. En los datos predictivos se observa una media de 88,3L, donde dos participantes sobrepasan el límite superior. La relación de las variables VEF1/CVF – VEF1/CVF Predictivo, presenta una desviación media es de -1,492 y un valor P=0,002 el cual indica diferencias estadísticamente significativas.

Grafico 3. VEF1/CVF y VEF1/CVF predictivo



En el gráfico 4 de caja se observa que la media basal para el FEF 25-75 es de 3,13 L, en donde once de los participantes se escapan de la distribución basal normal sobrepasando el límite superior, y sólo un participante sobrepasando el límite inferior. En los datos predictivos se observa una media de 3,07L, donde un participante sobrepasa el límite superior. La relación de las variables FEF 25-75 – FEF 25-75 Predictivo, presenta una desviación media es de 0,06 y un valor $P=0,330$ el cual indica que no hay diferencias estadísticamente significativas.

Gráfico 4. FEF 25-75



IX. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio mediante la prueba de espirometría muestran cambios con respecto a las variables de VEF1, CVF y la relación de ambas, ya que presentan una disminución significativa en relación a su valor teórico.

Según Ubilla²³ los contaminantes presentes en el aire inducen el estrés oxidativo, especialmente en individuos más susceptibles debido a su edad o variaciones genéticas en la defensa antioxidante; los niños son más vulnerables a los efectos del estrés oxidativo debido a que su sistema de defensa es aún inmaduro²³. Estos efectos fisiológicos en el sistema respiratorio provocan cambios en los valores de VEF1 y CVF los cuales representan la capacidad de retracción elástica del pulmón y la resistencia de las vías aéreas sobre el punto de colapso²⁴. Al verse alterados estos valores se puede evidenciar un aumento de la resistencia de las vías aéreas respiratorias así como la disminución de la retracción elástica del parénquima pulmonar el cual, en el futuro, podría favorecer al desarrollo de una limitación del flujo aéreo asociada a la respuesta inflamatoria pulmonar anormal a partículas o gases nocivos, ya descritos anteriormente, como sucede en los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)²⁴.

Al presentar valores disminuidos tanto el VEF1 como la CVF obtenidos de los participantes respecto a sus predictivos, se podría esperar que la relación VEF1/CVF sea normal, sin embargo, esta relación presenta diferencias significativas con respecto a su valor predictivo, esto se debe a que una de las variables se presenta más disminuida que la otra, para este caso se atribuye el menor valor a VEF1, lo que confirma el inicio de posibles enfermedades obstructivas como el asma bronquial o EPOC, ya que si el VEF1 está mucho más disminuido que la CVF, el cociente VEF1/CVF también será bajo.

La variable FEF25-75 no mostró diferencias significativas en las mediciones espirométricas de este estudio, lo cual infiere que no existe obstrucción de la vía aérea pequeña relacionada con la contaminación ambiental²⁵. La vía aérea pequeña es la encargada de procesar el intercambio de gases por la membrana alveolo-capilar a través de difusión simple, también es más susceptible al colapso⁴. Debido a esto podemos evidenciar que el cambio no se produce en la vía aérea de conducción, si no que en el área de difusión pulmonar, ya que al presentar alteración en el parénquima pulmonar se produce una disminución de la retracción elástica del pulmón, traduciéndose en valores VEF1 y CVF disminuidos con respecto a su predicho y un FEF25-75 sin alteraciones.

Otro punto que es importante destacar es que, según las directrices de la OMS la recomendación de valores límites de MP son de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para MP2.5; y de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para MP10 según la media anual y diaria respectivamente². Según los límites de normalidad en calidad primaria de Chile la recomendación del límite máximo de PM son 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para MP2.5; y 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de MP10 de media anual y diaria respectivamente²⁶. Al comparar los límites de la norma de calidad primaria de Chile con las

directrices de la OMS se puede observar que la norma de calidad primaria de Chile supera de manera extraordinaria a las directrices propuestas por la OMS con un 200% en la concentración anual y diaria del MP2.5; y en un 250% en la concentración anual y 300% en la concentración diaria del MP10. Durante las mediciones, solo un día el valor de MP10 sobrepasó el límite requerido según la ley de Chile, pero según la OMS todos los días el valor de MP10 se mantuvo por sobre el límite, entregándose de esta manera valores que claramente no reflejan la realidad comunal. Es necesaria la intervención gubernamental y la aplicación de políticas públicas para el control de estos parámetros de contaminación y disminuir la emisión de MP al mínimo, ya que no se ha establecido un valor mínimo de MP que no perjudique en alguna medida a la salud de la población²⁷⁻²⁸.

Con la información entregada se puede evidenciar que la población estudiada ha estado expuesta a la contaminación excesiva durante los últimos 10 años según los registros de monitorización del aire SINCA. En el gráfico 6 se muestran las concentraciones de MP ambiental en donde la comuna de Cerro Navia ha presentado valores por sobre el límite recomendado por las Directrices de la OMS e incluso por la ley chilena (19.300 sobre las bases generales del medio ambiente, artículo 19 N°8 sobre el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación). Debido a este incumplimiento Cerro Navia aún se mantiene como una de las comunas más contaminadas de Chile.

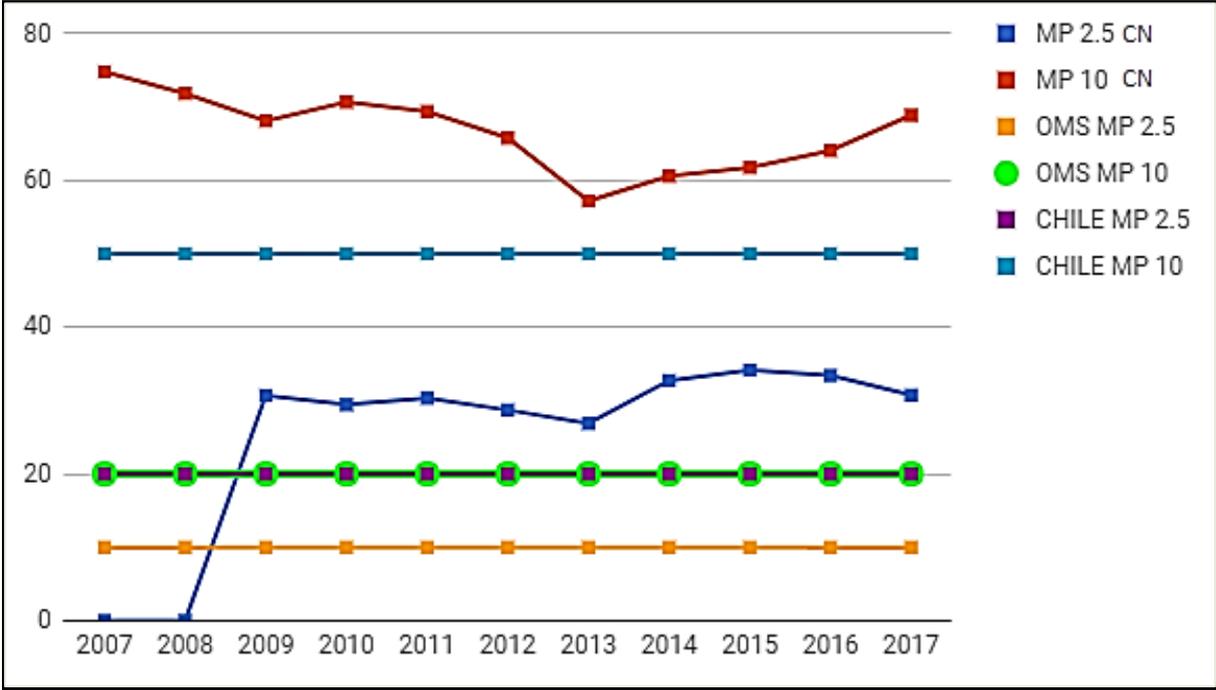


Gráfico 6: Registro de media anual de MP10 y MP2.5, según parámetros recomendados por la OMS y por la ley 19.300 de Chile comparados con media anual de Cerro Navia en registro de los últimos 10 años por SINCA.

CN: Cerro Navia; OMS: Organización Mundial de la Salud; CHILE: ley 19.300

X. LIMITANTES DEL ESTUDIO

Una de las limitantes del estudio es que no se alcanzó el número de muestra indicado, ya que del 100% del universo de participantes (370 en total), se midió a 309 equivalente al 83.5%. El nivel de confianza acorde para el universo de personas del rango etario estudiado de Cerro Navia debió ser del 95%, con un margen de error del 5%, comparado con el obtenido en este estudio el cual resultó en un 92.4% y 5.5% respectivamente.

No haber medido el tórax en posición sentado fue una de las debilidades, ya que las diferencias con los predictivos según otros autores podrían deberse al mayor tamaño del tórax²⁹, especialmente en los adolescentes que durante el brote de estatura cambia la relación entre talla de pie y función pulmonar³⁰.

Otra limitante importante para este estudio es la aplicación de ecuaciones espirométricas, ya que la Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias en el año 1988 recomendó utilizar en adultos y niños los valores espirométricos normales de referencia de Knudson y cols.³¹ obtenidos de población anglosajona, al no contar con valores de referencia nacionales. Posteriormente, Gutiérrez y cols.³² en el año 1996 publicaron valores espirométricos normales en población chilena sana mayor de 5 años, demostrando valores significativamente superiores a los de Knudson dependiendo del sexo y la edad. El cual demostró que los valores de población chilena para CVF y VEF1 fueron 9-18% y 10-15% respectivamente más altos que los reportados por Knudson y cols. Sin embargo, en la actualidad las ecuaciones de Knudson aún son ampliamente utilizadas en Chile a pesar de las proposiciones de nuevas ecuaciones más acordes a la población³³ y también, debido a que los espirómetros utilizados en los servicios de salud no poseen las actualizaciones debidas ni cuentan con las ecuaciones de Gutiérrez en sus programas. Esto podría explicar la alta cantidad de valores outliers presente en los gráficos de caja al agrupar los valores espirométricos, ya que los valores de Knudson subestiman los valores espirométricos de la población chilena, lo cual dejaría esta última como obsoleta.

XI. CONCLUSIÓN

La exposición a la contaminación ambiental mostró cambios significativos en la función pulmonar de los adolescentes sanos de la comuna de Cerro Navia.

XII. BIBLIOGRAFÍA

1. O’Ryan R, Larraguibel L. Contaminación del aire en Santiago: ¿qué es, qué se ha hecho, qué falta?. Revista perspectiva vol 4; 153-191. 2000.
2. Adhanom T. Calidad del aire ambiente exterior y salud. Organización Mundial de la Salud. 2017.
3. Liu S., Cai S., Chen Y., Xiao B., Chen P., Xiang X. El efecto de la neblina de contaminación en la función pulmonar. 2015.
4. West J. fisiología respiratoria fundamentos. 9ª Edición. 2012.
5. Postiaux G. Fisioterapia respiratoria en el niño. 1ª Edición. 2000.
6. Andreau K, Leroux M, Bouharrou A. Health and Cellular Impacts of Air Pollutants: From Cytoprotection to Cytotoxicity. Biochemistry Research International, vol 10; 18 pág.2012.
7. Sanhueza P., Vargas P., Mellado P. Impacto de la contaminación del aire por PM10 sobre la mortalidad diaria en Temuco. RevMéd Chile, vol134: 754-761. 2006.
8. SINCA. Estación Cerro Navia - Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire. Sinca.mma.gob.cl. 2017.
9. Hernández R. Metodología de la investigación .Cuarta edición. 2006.
10. Kongkiattikul L, Sritipayawan S, Chomtho S, Deerojanawong J, Prapphal N. Relationship between Obesity Indices and Pulmonary Function Parameters in Obese Thai Children and Adolescents. Indian J Pediatr, vol 82; 1112-1116. 2015.
11. Aranda C, Lina M, Herrera Ó, Kogan R, Lozano J, Mancilla P, Mercado R, Pérez M, Valdés I, Norma técnica para el manejo de las Enfermedades Respiratorias del Niño. MINSAL, 2003.
12. Muñoz M., Fernández M., Basso J. Manual nacional de abordaje del tabaquismo en el primer nivel de atención. Ministerio de salud pública. 2015
13. Municipalidad de Cerro Navia. Plan de desarrollo comunal Cerro Navia. Antecedentes Diagnósticos: Global, Sectorial y Cualitativo. 2017.
14. PubMed. Herramienta calculo Muestral. 2017.
15. Krause E., Grob K., Barria M, Calvo M. Asociación del índice predictivo de asma y presencia de la enfermedad en niños de la comuna de Valdivia. Revchilenfermrespir, vol 31; N° 1.2015.
16. Adhanom T., 10 datos sobre la obesidad, Organización mundial de la salud. 2017.
17. Gutiérrez N. Espirometría: Manual de procedimientos. Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias. Revchilenfermrespir. Vol 23; N° 1. 2006.
18. Linares P, M., Sánchez D, I. Corrales V, R. Díaz C, A. Escobar. Pruebas de función pulmonar en el niño. Revchilpediatr. Vol 7; N° 3. 2000.
19. Quadrelli S., Montiel G., Roncori A. Análisis de los factores de error en la espirometría. Medicina (Buenos Aires).Vol. 54, N° 1. 69-81.1994.

20. Oyarzún M. Contaminación aérea y sus efectos en la salud. Rev Chil Enf Respir, Vol 26; n.1 Santiago mar. 2010.
21. Amato G., Holgate S. The impact of air pollution on respiratory health. European Respiratory Monograph 2002; Vol 7: 1-282.
22. American Thoracic Society Committee of The Environmental and Occupational Health Assembly. Health effects of outdoor air pollution. Am J Respir Crit Care Med. 1996; Vol 153: 3-50 (Part 1), Vol 153: 477-98 (Part 2).
23. Ubilla C., Yohannessen K. Contaminación atmosférica efectos en la salud respiratoria en el niño. Rev Med Clin Condes, vol28; 111-118. 2017.
24. Garcia F., Lores V., Rojo B. Evaluación funcional respiratoria (obstrucción y atrapamiento). SEPAR. Vol 43; 8-14. 2008.
25. West J. Fisiopatología pulmonar. 6ª Edición. 2004.
26. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Ley 19.300. Sobre bases generales del medio ambiente. Leychile.cl. 1994.
27. Gavidia T., Pronczuk J., Sly P. Impactos ambientales sobre la salud respiratoria de los niños. Carga global de las enfermedades respiratorias pediátricas ligada al ambiente. Rev Chil Enf Respir. Vol 25, N°2; 99-108. 2009.
28. Álvarez C., Brockmann P., Bertrand P., Caussade S., Campos E., Sánchez I. Aplicación clínica de los valores de referencia de espirometría realizados en niños chilenos. Rev Med Chile. Vol 132; 1205-1210. 2004.
29. Schader P., Quanjer P., van Zomenen B., Wise M. Changes in the FEV1 height relationship during pubertal growth. Bull Eur Physiopathol Respir. Vol 20; 381-8. 1984.
30. Caussade S., Contreras I., Villarroel L., Fierro L., Sánchez I., Bertrand P., Holmgren N. Valores espirométricos en niños y adolescentes chilenos sanos. Rev Med Chile. Vol 143; N°11.2015.
31. Knudson R., Lebowitz M., Holberg C., Borrows B., Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. Am. Rev. Respir. Dis. Vol127; 725-34. 1983.
32. Gutiérrez M, Ríoseco F, Rojas A, Casanova D. Determinación de valores espirométricos en una población chilena normal mayor de 5 años, a nivel del mar. Rev Med Chile. Vol 124; 1295-1306.1996.
33. Gutiérrez M, Valdivia G., Villarroel L. Contreras G., Cartagena C., Lisboa C. Proposición de nuevas ecuaciones para calcular valores espirométricos de referencia en población chilena adulta. Sociedad Chilena de Enfermedades Respiratorias (SER). Rev Med Chile. Vol 142; N°2.2014.

XIII. ANEXOS

1. CONSENTIMIENTO INFORMADO.

El presente documento de consentimiento informado está dirigido a los apoderados de los estudiantes de los colegios “Presidente Roosevelt”, “República de Croacia”, “Neptuno” y “Ciudad Santo Domingo de Guzmán” de la comuna de Cerro Navia, quienes están invitados junto a sus hijos a participar en la investigación titulada:

Evaluación de la función pulmonar en adolescentes sanos expuestos a la contaminación de la comuna de Cerro Navia: Estudio Transversal.

Nombre investigador principal: -Piery Freyhofer Rivera.

Nombre de investigadores secundarios: -Fabián Jáuregui.

-Daniel López.

-Sandy Millán.

Patrocinador: Universidad Gabriela Mistral.

Organización: Universidad UCINF.

La presente investigación será realizada por estudiantes de último año de la carrera de Kinesiología de la universidad UCINF.

A continuación se le hará entrega de información sobre el estudio y los procedimientos a realizar.

Existe la posibilidad de que haya conceptos que no comprenda del todo, por lo tanto, siéntase en la total libertad de aclarar sus dudas a cualquiera de los investigadores a cargo.

La contaminación ambiental es una de las causas más habituales de patologías respiratorias. Debido a esto, la investigación se enfoca en la comuna de Cerro Navia, ya que cuenta con los valores de contaminación tipo MP10 y MP2.5 más altos registrados en la Región Metropolitana. Por lo tanto, esta investigación tiene una finalidad preventiva para la población juvenil.

Esta investigación contara con una única instancia de medición por participante, la cual consiste en realizar una espirometría, para evaluar función pulmonar. Su finalidad es comparar los resultados con valores estandarizados para el rango etario de la población a evaluar.

Se invita a todos los jóvenes que cumplan con los siguientes criterios:

Criterios de inclusión.

- Sujetos adolescentes sanos entre los 13 y 17 años.
- Sujetos estudiantes del colegio x de la comuna de Cerro Navia.

- Sujetos que hayan leído y firmado el consentimiento informado junto a sus padres o apoderados.
- Sujetos residentes por más de 10 años de la comuna de Cerro Navia.

Criterios de exclusión.

- Sujetos fumadores activos.
- Sujetos obesos mórbidos.
- Sujetos que cursen con patología respiratoria crónica.
- Sujetos que hayan cursado con patología respiratoria en las últimas dos semanas previas a la intervención.

Cabe destacar que la participación de su pupilo en esta investigación es de carácter totalmente voluntario y sin fines de lucro. Usted puede elegir participar o no hacerlo.

Procedimiento y protocolo:

- Las mediciones se llevaran a cabo dentro del establecimiento educacional.
- Se recomienda a los participantes no estar en ayunas previo al examen.
- No haber realizado ejercicio vigoroso en al menos 30 minutos antes de la intervención.
- Se medirá peso y talla el participante para determinar estado nutricional
- Antes del examen, el sujeto estará sentado y relajado por al menos 5 minutos antes de la prueba.
- Para la maniobra se solicitara una inspiración máxima lo más rápido posible, seguida de una espiración sostenida por 6 segundos. Se elegirá la mejor marca de 3 repeticiones.

La evaluación de esta investigación se realizara solo una vez, con una duración aproximada de 15 minutos por participante.

Al finalizar el procedimiento su pupilo podría experimentar mareos momentáneos si no sigue las recomendaciones descritas en este documento al pie de la letra.

No se compartirá información acerca de la identidad de aquellos que participen en esta investigación, contando con un protocolo de confidencialidad. Cualquier información acerca del participante será expresado a través de estadísticas en vez de, por ejemplo, su nombre.

El conocimiento que se obtenga por realizar esta investigación se compartirá con usted antes de que se haga disponible al público. No se compartirá información confidencial. Se publicaran los resultados para que otras personas interesadas puedan aprender de esta investigación.

Ésta propuesta ha sido revisada y aprobada por [nombre del comité de evaluación ética institucional local], que es un comité cuya tarea es asegurarse de que se proteja de daños a los participantes en la investigación. Si usted desea averiguar más sobre este comité, contacte [nombre, dirección, número de teléfono).

Contacto:

dazyel@gmail.com / fabian_jauregui@live.cl / Sandy.karina6857@gmail.com

He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente que mi pupilo participe en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarse de la investigación en cualquier momento sin que se le afecte en ninguna manera.

Nombre del Apoderado

Firma del Apoderado

Fecha

2. ASENTIMIENTO INFORMADO

Nota: los padres y/o apoderado deberá firmar un consentimiento informado para padres, además de firmar al final de este documento.

Por medio del presente documento solicitamos su participación voluntaria para la realización de una investigación titulada "Evaluación de la función pulmonar en adolescentes sanos expuestos a la contaminación de la comuna de Cerro Navia", que nosotros como estudiantes de Kinesiología realizaremos como un ejercicio investigativo, la cual se llevará a cabo por medio de una prueba de espirometría dentro del establecimiento educacional.

Si tus padres y tú están de acuerdo con que participes en esta investigación, tendrás que hacer lo siguiente:

- ✓ No estar en ayunas previo al examen.
- ✓ No haber realizado ejercicio intenso en al menos 30 minutos antes de la prueba.
- ✓ Deberá estar sentado y relajado por al menos 5 minutos antes de la prueba.
- ✓ Para la maniobra se solicitara una inspiración lo más hondo y rápido posible, seguida de una espiración sostenida por 6 segundos. Se elegirá la mejor marca de 3 repeticiones aceptables con un máximo de 8 intentos.
- ✓ Se medirá peso y talla para determinar estado nutricional.

Es posible que tenga algunas molestias como mareos, por lo que debe seguir las recomendaciones anteriores.

Su participación es libre y voluntaria, es decir, es decisión de sus padres y suya si participa o no de esta investigación. También es importante que sepa que tiene el derecho de retirarse de la investigación en cualquier momento sin que le afecte en ninguna manera.

La información que obtengamos de usted será confidencial.

En consideración a lo anterior, agradecemos su participación voluntaria en la realización de esta prueba (si desea participar, por favor marque con una X en el cuadro y sus datos personales en la parte inferior de la hoja).

Sí, quiero participar

Nombre y apellido participante: _____

RUT: _____ Fecha: _____

Nombre y apellido padre/madre y/o apoderado: _____

RUT: _____ Fecha: _____

Firma: _____

3. CUESTIONARIO ISAAC MODIFICADO

1. ¿El niño alguna vez en su vida ha tenido sibilancia o silbido de pecho, (en cualquier época del pasado)?

SI..... NO.....

2. ¿El niño en los últimos 12 meses ha tenido sibilancia o silbido de pecho, "como un pito"?

SI..... NO.....

3. ¿Cuántos ataques o crisis de sibilancia o silbido de pecho ha tenido en los últimos 12 meses?

SI..... NO.....

4. En los últimos 12 meses, ¿Cuántas veces se ha despertado el niño por las noches debido a estas sibilancia o silbido de pecho?

Nunca menos de una noche por semana..... una o más noches por semana.....

5. En los últimos 12 meses, ¿El niño ha tenido estas sibilancias o silbido de pecho tan severos, tan fuertes) como para no dejarlo hablar más de una o dos palabras entre cada respiración?

SI..... NO.....

6. En los últimos 12 meses, ¿El niño alguna vez ha recibido algunos de estos medicamentos?

Ventolín Berotec.... Ventide.... Becotide.... Flunisolide.... Flixotide....
Xiten.... Teolin....Teolin-plus.... Butotal....

7. ¿El niño ha tenido asma, o principios de asma o bronquitis alguna vez en su vida?

SI..... NO.....

8. En estos últimos 12 meses, ¿El niño ha tenido sibilancia o silbido de pecho durante o después de hacer ejercicios?

SI..... NO.....

9. En estos 12 últimos meses, ¿El niño ha tenido tos seca en la noche? (Aparte de la tos asociada a resfríos o infecciones respiratorias)

SI..... NO.....

10. ¿El niño ha sido nebulizado alguna vez en su vida?

SI..... NO.....