

**VALORES ESPIROMÉTRICOS EN ESCOLARES SANOS  
EXPUESTOS A HUMO DE BIOMASA EN LA UNIDAD  
EDUCATIVA "CAMPO CARABOBO"  
ENERO 2012 - JUNIO 2012**



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
DIRECCION DE POSTGRADO**



**PROGRAMA DE ESPECIALIZACION EN NEUMONOLOGIA  
PEDIATRICA**

**VALORES ESPIROMÉTRICOS EN ESCOLARES SANOS  
EXPUESTOS A HUMO DE BIOMASA EN LA UNIDAD  
EDUCATIVA  
“CAMPO CARABOBO”  
ENERO 2012 - JUNIO 2012**

Trabajo de Especialización presentado ante Área de  
Estudios de Postgrado de la Universidad de  
Carabobo para optar al Título de ESPECIALISTA  
EN NEUMONOLOGÍA PEDIÁTRICA.

**Autora: Márquez H. Carmen E.  
Tutor: Dra. Jacqueline Parra N.**

**Valencia, Diciembre 2012.**

## **ACTA DE ACEPTACIÓN DE LA TUTORA CLINICA**

Dado en cumplimiento a lo establecido en el reglamento del estatus de postgrado de la Universidad de Carabobo en su artículo 133, quien suscribe: **Jacqueline Parra Niño** titular de la Cedula de Identidad N°: V- 9.144.787 en mi carácter de tutora clínica metodológica del trabajo de especialización titulado: **VALORES ESPIROMÉTRICOS EN ESCOLARES SANOS EXPUESTOS A HUMO DE BIOMASA EN LA UNIDAD EDUCATIVA “CAMPO CARABOBO” ENERO 2012 - JUNIO 2012**, presentado por la ciudadana **Dra. Carmen Márquez**, titular de la cedula de identidad N° V-10.327.923 para optar por título de especialista en Neumonología Pediátrica que otorga la Universidad de Carabobo, considero que dicho trabajo de investigación reúne los requisitos y meritos suficientes para ser sometido a la presentación y revisión por parte de la comisión coordinadora de Postgrado de la Universidad de Carabobo, por lo tanto, acepto participar en la tutoría clínica y metodología del mismo.

---

**Dra. Jacqueline Parra Niño**  
**C.I.: V- 9.144.787**  
**Tutora Clínica Metodológica**

Valencia, Diciembre 2012

## **ACTA DE ACEPTACIÓN DE ASESORIA ESTADISTICA**

Dado en cumplimiento a lo establecido en el reglamento del estatus de postgrado de la Universidad de Carabobo en su artículo 133, quien suscribe: Dr. José B. Sánchez V, titular de la Cedula de Identidad N°: V-7.190.266 en mi carácter de asesor estadístico del trabajo de especialización titulado: **VALORES ESPIROMÉTRICOS EN ESCOLARES SANOS EXPUESTOS A HUMO DE BIOMASA EN LA UNIDAD EDUCATIVA “CAMPO CARABOBO” ENERO 2012 - JUNIO 2012**. Presentado por la ciudadana **Dra. Carmen Márquez**, titular de la cedula de identidad N°. V-10.327.923 para optar por título de especialista en Neumonología Pediátrica que otorga la Universidad de Carabobo.

Considero que dicho Trabajo de investigación reúne los requisitos y meritos suficientes para ser sometido a la presentación y revisión por parte de la comisión coordinadora de Postgrado de la Universidad de Carabobo, por lo tanto, acepto participar en la asesoría estadística del mismo.

---

**Dr. José B. Sánchez V**  
**Asesor Estadístico**

Valencia, Diciembre 2012



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**DIRECCION DE POSTGRADO**  
**PROGRAMA DE ESPECIALIZACION EN NEUMONOLOGIA**  
**PEDIATRICA**



**VALORES ESPIROMÉTRICOS EN ESCOLARES SANOS**  
**EXPUESTOS A HUMO DE BIOMASA EN LA UNIDAD**  
**EDUCATIVA**  
**“CAMPO CARABOBO”**  
**ENERO 2012 - JUNIO 2012**

**AUTOR: CARMEN ELIZABETH MARQUEZ HERRERA.**

**RESUMEN**

**Palabras claves:** humo de biomasa, espirometría.

Múltiples evidencias demuestran la relación entre la exposición al humo, con diferentes afecciones respiratorias en la infancia, procesos infecciosos así como casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y de cáncer de pulmón. Este humo de biomasa contiene muchos componentes nocivos, incluso partículas respirables en suspensión, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, formaldehído, e hidrocarburos poliaromáticos tales como benzo(a)pirina. Altas exposiciones a estos componentes pueden afectar el sistema respiratorio, los ojos, y las respuestas del sistema inmune, y aumentar la susceptibilidad a las infecciones y las enfermedades. Con el fin de determinar este efecto, se realizaron estudios espirométricos a 40 estudiantes sanos entre 7 y 12 años de edad, expuestos al humo de biomasa y se estableció un grupo control no expuesto a humo, para comparar si existían diferencias espirométricas entre ambos grupos. Del total de estudiantes distribuidos por sexo, el mayor porcentaje correspondió al sexo masculino con un 31,25% y 27,50% entre el grupo expuesto y no expuesto respectivamente. Con respecto a los años de exposición al humo de biomasa, el mayor porcentaje se observó en el grupo de edad de 10 años y más con un 60%. Al realizar estudio espirométrico se observó que el grupo expuesto al humo de biomasa presentó obstrucción extratorácica en un 31,75%. Cuando se compararon los parámetros espirométricos entre el grupo expuesto al humo de biomasa y el grupo no expuesto hubo una diferencia significativa (0,011) en el valor de FEF50%/FIF50% indicando obstrucción extratorácica. No hubo diferencia significativa en los otros valores espirométricos. Con respecto a los años de exposición se puede observar una diferencia significativa en el valor absoluto del cociente FEF50%/FIF50% entre el grupo de edad de 2 a 5 años y el grupo de edad de 6 a 9 años: 1,31 y 1,83 respectivamente. Se concluye que el humo de biomasa afecta principalmente las vías aéreas extratorácicas.



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**DIRECCION DE POSTGRADO**



**PROGRAMA DE ESPECIALIZACION NEUMONOLOGÍA PEDIÁTRICA**

**SPIROMETRIC ASSESS PATTERNS IN BIOMASS SMOKE EXPOSED  
 HEALTHY SCHOOL AT THE EDUCATIONAL CENTER "CAMPO  
 CARABOBO" JANUARY – JUNE 2012.**

**Author: Carmen Elizabeth Màrquez Herrera**

**ABSTRACT**

Multiple evidence shows the relation ship between smoke exposure with childhood respiratory infection san cases of chronic Obstructive pulmonary disease(COPD) and lung cancer. Biomass smoke contains many harmful components, including respirable suspended particulates, carbon monoxide, nitrogen oxides, formaldehyde, and polyaromatic hydrocarbons such as benzoapyrene. High exposures to these components can affect the respiratory system, eyes and immune system responses, and increase susceptibility to infection sand disease. Spirometric studies was conducted to 40 healthy students exposed to biomass smoke and 40 unexposed to compare if there were spirometric changes in both groups. Of all students divided by sex the highest percentage were males with a 31.25% and 27.50% between the exposed and unexposed respectively. With respect to years of exposure to biomass smoke, the highest percentage was observed in the age group 10 years and above with 60%. As the diagnostic spirometry can be seen that the group exposed to biomass smoke extrathoracic obstruction presented by 31.75%. Spirometric parameters were compared between the group exposed to biomass smoke and unexposed group. There was a significant difference (0.011) in the value of FEF50% /FIF50%. With respect to years of exposure can observe a significant difference in the absolute value of spirometric parameter FEF50% /FIF50% between the age group of 2-5 years and the age group of 6-9 years: 1.31 and 1.83 respectively. Conclusion: Biomass smoke affect extrathoracic airways in exposed children.

**INDICE**

	Pág.
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	6
METODOLOGIA	7
RESULTADOS	8
DISCUSION	14
CONCLUSIONES	17
RECOMENDACIONES	18
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	19
ANEXOS	21

## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en su informe del 2002, analizó 26 factores de riesgo alrededor del mundo, incluyendo la contaminación del aire de interiores generado por combustibles sólidos. Para estimar la carga de enfermedad asociada al uso de combustibles sólidos, diseñó una metodología, basada en la revisión sistemática de estudios científicos al respecto. En ésta, se define el uso de combustibles sólidos como la combustión de carbón o biomasa (tales como: carbón vegetal, estiércol, madera, o residuos de la agricultura como la caña del maíz y otros). Se estima que cerca del 50 por ciento de todos los hogares del mundo y el 90 por ciento de las viviendas rurales utilizan combustibles sólidos para cocinar y calentarse. Tales combustibles son incinerados en estufas con combustión ineficiente y con sistemas de ventilación muy pobres. En tales condiciones, el uso de combustibles sólidos genera la mayoría de emisiones con sustancias deletéreas para la salud humana (partículas respirables y monóxido de carbono) en concentraciones muy por encima de los estándares permitidos a nivel internacional<sup>(1)</sup>.

La biomasa está definida como el grupo de materiales biológicos (organismos vivos, animales y vegetales, y sus derivados) que están presentes en un área específica, colectivamente considerados. La madera (leña) es la biomasa más comúnmente utilizada en el mundo. Ésta se utiliza de manera no procesada o como carbón vegetal. La mitad de la población mundial (unos 3 mil millones de personas) utilizan combustibles de este tipo<sup>(2)</sup>.

Adicionalmente, el combustible de biomasa es extensamente utilizado para cocinar y para la calefacción de los hogares en países en vías de desarrollo y tienen conocidos efectos adversos.

En este contexto, las enfermedades respiratorias constituyen una de las causas más importantes de morbilidad y mortalidad en los países tanto desarrollados como en vías de desarrollo en la población expuesta a humo de Biomasa. La exposición a humo de combustibles de biomasa se ha relacionado con enfermedades respiratorias como enfermedad intersticial en algunos reportes anecdóticos y en pequeñas series de casos <sup>(5)</sup>. Varias enfermedades no respiratorias se han asociado con la inhalación del humo de combustibles de biomasa dentro del hogar, como por ejemplo, el desarrollo de cataratas, con un riesgo relativo de 1,6 y 2,4 según diferentes autores <sup>(6)</sup>. También se han sugerido como posibles asociaciones problemas perinatales como mortalidad intrauterina, partos prematuros, bajo peso al nacer y mortalidad perinatal <sup>(7)</sup> y otras enfermedades como neoplasia del cuello uterino <sup>(8)</sup>.

Por otro lado, estimaciones recientes indican que 1,5 a 2 millones de muertes en el mundo son atribuibles a la contaminación dentro del hogar siendo el principal factor la combustión de biomasa. La mayoría de ellas ocurren en niños menores de 5 años por infecciones respiratorias agudas con grado de exposición variable <sup>(3)</sup>. El nivel de exposición depende del tiempo y de la intensidad del mismo. Existe una gran variedad en la emisión de productos de polución cuando la biomasa es quemada, dependiendo principalmente de las características de la combustión y de las prácticas culinarias <sup>(4)</sup>.

Como ejemplo de ello, el humo de la madera es una compleja mezcla de sustancias volátiles y particuladas constituidas por elementos orgánicos e inorgánicos <sup>(4)</sup>. Los principales compuestos de la combustión de la madera son el monóxido de carbono, el dióxido de nitrógeno y el material particulado, todos ellos tóxicos para el aparato respiratorio.

En la actualidad, la exposición al humo de carbón o leña ocupa el cuarto lugar entre los factores de riesgo para la salud en los países en vías de desarrollo. Las infecciones respiratorias en niños menores de cinco años o la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica en mujeres mayores de treinta años que nunca han fumado son las principales

consecuencias respiratorias de este tipo de exposición hogareña. Otros problemas respiratorios, como el asma bronquial o la tuberculosis, también han sido relacionados con la exposición a humos de biomasa, aunque las evidencias son menos concluyentes <sup>(11)</sup>.

Existe cierta incertidumbre sobre los mecanismos de cómo el humo provoca enfermedades en las vías respiratorias. El estrés oxidativo puede ser el principal causante de daño, ya que los radicales libres de oxígeno están presente en el tabaco y en el humo de biomasa y además son liberados por células inflamatorias <sup>(9)</sup>. (Ver anexo 3) A nivel histológico se ha encontrado descamación de células epiteliales, edema, infiltrado neutrofilico peribronquiolar y perivascular, bronquiolitis e hiperplasia de folículos linfoides <sup>(10)</sup>.

En este orden de ideas, recientemente, el Foro Internacional de Sociedades Respiratorias (FIRS) (2008) ha publicado un documento describiendo los conocimientos científicos más actuales sobre las enfermedades respiratorias provocadas por los combustibles conocidos como biomasa, para alertar a la población general y las autoridades gubernamentales sobre este importante problema para la salud pública <sup>(11)</sup>.

Estudios conducidos en adultos, como el proyecto latinoamericano para la investigación de enfermedades obstructivas del pulmón (PLATINO) examinó la prevalencia de EPOC en personas mayores de 40 años en cinco grandes ciudades de países de América Latina: Brasil, Chile, México, Uruguay y Venezuela. La prevalencia de Enfermedades pulmonares varió entre el 7,8% al 19,7%. De todos los pacientes con enfermedades pulmonares crónicas un 22% estuvo expuesto a cocinas que utilizaban carbón mineral como combustible y el 16% a otras que utilizaban combustibles de biomasa

Los niños mayores de 5 años, en edad escolar, presumiblemente presenten menor riesgo, ya que se encontrarían menos expuestos por permanecer parte del tiempo fuera del hogar, si bien los niveles de exposición en este grupo de edad son desconocidos. Entre los adultos

desde 15 hasta 30 años, las enfermedades respiratorias pueden aún no haberse puesto de manifiesto, pese a la exposición.

De manera general, este daño respiratorio generado por las partículas de biomasa pueden producir obstrucción, susceptible de ser medible a través de las pruebas de función pulmonar, que son una herramienta crucial para el diagnóstico, seguimiento y valoración de las enfermedades respiratorias de las personas de cualquier edad. Entre los exámenes de función pulmonar, la espirometría forzada es el método más utilizado para evaluar parte de la mecánica respiratoria y sus resultados son interpretados en relación a valores de referencia. Con estas pruebas se registra y mide la cantidad de aire que entra y sale del pulmón, de forma lenta (Capacidad Vital) o forzada (Capacidad Vital Forzada).

Actualmente, falta investigación e información sobre las enfermedades respiratorias y otros efectos sobre la salud en general, provocados por la exposición al humo de combustibles de biomasa. En los países en vías de desarrollo, la prioridad de la investigación debería estar dirigida a Intervenciones masivas, como los programas educacionales para generar cambios de hábitos en la comunidad para reducir la exposición y el reconocimiento temprano de la población en riesgo para prevenir los efectos negativos sobre la salud. Ya que a través de múltiples estudios hay evidencia donde se demuestra la relación entre la exposición al humo de carbón o leña con las infecciones respiratorias en la infancia, así como casos de enfermedades pulmonares crónicas.

Por lo anteriormente expuesto y ya que Venezuela no escapa a esta realidad, se justifica realizar un estudio espirométrico en escolares sanos que han estado expuestos a humo de biomasa y compararla con aquellos que no han sido expuesto con el Objetivo de determinar si hay alteración ya sea de tipo obstructivo o restrictivo de estos escolares expuestos, ya que de existir dicha alteración espirométrica se podría realizar una intervención oportuna para que estos escolares no sigan expuestos, tratando de evitar que en un futuro desarrollen enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

Se considera para fin de este estudio a:

*Niño respirador sano:* como aquel que desde el punto de vista respiratorio no haya presentado ninguna patología del sistema respiratorio en los últimos 2 años y sin antecedentes de patología crónica respiratoria (Rinitis, Asma, etc.).

*La espirometría forzada* es la maniobra que registra el máximo volumen de aire que puede mover un sujeto desde una inspiración máxima hasta una exhalación completa.

*Espirometría Forzada Normal:* Se considera que una espirometría es normal, cuando los valores de CVF, FEV<sub>1</sub> y relación FEV<sub>1</sub>/FVC, es mayor del 80% del valor predictivo para la edad, sexo, peso y talla.

*Patrón Obstructivo:* Se define como una reducción del flujo espiratorio máximo respecto de la capacidad vital forzada, y se detecta mediante la relación VEF<sub>1</sub>/CVF, que será menor del 70%. Un patrón espirométrico obstructivo se caracteriza por: CVF normal, VEF<sub>1</sub> disminuido, VEF<sub>1</sub>/CVF disminuido.

*Patrón Restrictivo:* Se caracteriza por la reducción de la capacidad pulmonar total, ya sea por alteraciones del parénquima, del tórax o de los músculos respiratorios y/o de su inervación. Se sospechara de restricción cuando en la espirometría aparezca: CVF disminuida, VEF<sub>1</sub> disminuido, VEF<sub>1</sub>/CVF normal.

*Patrón Mixto (obstructivo – restrictivo):* Combina las características de los dos anteriores. CVF disminuido, VEF<sub>1</sub> disminuido, VEF<sub>1</sub>/CVF disminuida

*Obstrucción Extaratorácica:* El valor de la relación FEF50%/FIF50% es mayor de 1,2

## **OBJETIVOS**

### *Objetivo General:*

Determinar valores espirométricos en escolares sanos expuestos a humo de biomasa en la unidad educativa “Campo Carabobo” Enero - Junio 2012

### *Objetivos Específicos:*

- 1) Determinar la distribución por sexo de los alumnos en estudio.
- 2) Determinar años de exposición al humo de biomasa.
- 3) Determinar diagnóstico espirométrico del grupo no expuesto al humo de biomasa. y del grupo expuesto al humo de biomasa.
- 4) Comparar los diagnósticos espirométricos en el grupo expuesto al humo de biomasa con los del grupo no expuesto.
- 5) Comparar los diagnósticos espirométricos de los pacientes de los pacientes expuestos al humo de biomasa con los años de exposición.

## METODOLOGÍA

Se realizó un estudio transversal, prospectivo, comparativo.

La población estuvo representada por todos los niños escolares sanos de edad comprendida entre 7 y 12 años de edad de la Unidad Educativa “Campo Carabobo”, Municipio Carabobo –Edo- Carabobo. Con un total de 376 alumnos expuestas al humo de leña utilizada como combustible para cocinar. Se seleccionaron los del turno matutino con 168 alumnos.

La muestra estuvo representada por cuarenta escolares que cumplieron con el requisito de ingreso de ser niños sanos respiratorios, Estos pacientes cumplen su escolaridad en la Unidad educativa “Campo Carabobo” la cual se ubica en un sector de múltiples Ventas de alimentos cuya cocción es a través de leña., por lo tanto se consideran expuestos al humo de biomasa. Se estableció un grupo comparativo de cuarenta escolares sanos *no* expuestos al humo de biomasa (Unidad Educativa “Manaure”) ubicado en la Localidad de Macapo Estado Cojedes en una zona libre de Polución. Se obtuvo el consentimiento informado de los representantes para incluir a los alumnos en el estudio (Anexo 1)

Una vez seleccionada la muestra, se le pesó y talló sin zapatos en los instrumentos correspondientes.

**Estudio espirométrico:** La prueba consistió en obtener del niño una espiración forzada voluntaria, la cual se registró en el neumotacógrafo de marca Medgraphics Cardiorespiratory Diagnostics, Modelo CPFS/D USB Serial N° 220002669. Durante el registro gráfico de las curvas flujo-volumen se seleccionaron aquellas que llenaran los criterios de aceptabilidad y reproductibilidad de la Sociedad Americana del Tórax (ATS). Los datos espirométricos, obtenidos para cada niño fueron registrados en el formulario de función pulmonar incluido en el software del espirometro. Todos los datos fueron recogidos en la ficha de registro de recolección de datos (ver anexo 2).

### **Evaluación estadística**

Se utilizó el software “SPSS10.0 for Windows”, con el cual realizaron los siguientes análisis:

- Análisis descriptivo de las variables, con medias y desviaciones estándar, para la muestra total y por grupos de años de exposición.
- Análisis de correlación, con la ecuación de correlación de Pearson, para determinar la relación entre las principales variables (expuestos y no expuestos) y su significancia estadística

## **RESULTADOS**

En el periodo analizado comprendido de Enero 2012 a Junio 2012, se correlacionaron los resultados de 40 pruebas espirométricas realizadas en los estudiantes escolares sanos expuestos al humo de biomasa de la Unidad Educativa “Campo Carabobo” y 40 pruebas espirométricas realizadas en los estudiantes escolares sanos no expuestos al humo de biomasa de la Unidad Educativa “Manaure”, ubicado en Macapo Estado Cojedes, así como su diagnóstico espirométrico.

Los sujetos sometidos a estudio estuvieron distribuidos de la siguiente manera (Tabla 1):

**TABLA N° 1**  
**Escolares expuestos y no expuestos a humo de Biomasa**  
**Distribución por sexo**  
**ENERO 2012 - JUNIO 2012**

SEXO	EXPUESTOS		NO EXPUESTOS		TOTAL		<i>p</i>
	Nº	%	Nº	%	N	%	
<b>MASCULINO</b>	25	31,25	22	27,5	47	58,75	0,213
<b>FEMENINO</b>	15	18,75	18	22,5	33	41,25	
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	

**Fuente:** Formato de recolección de datos

\*Se toma como 100% el total de sujetos en estudio.

La tabla 1 muestra la distribución por sexo de los alumnos según exposición o no al humo de biomasa. Se puede observar que el mayor porcentaje de sujetos en estudio corresponde al sexo masculino, tanto en sujetos expuestos como No expuestos con 31,25% y 27,5% respectivamente. Se aplica prueba Binomial con un resultado de 0,213 indicando homogeneidad en el grupo con respecto al sexo. Se establece comparación entre los dos grupos expuestos y no expuestos al que se aplico Chi cuadrado, dando como resultado 0,527; lo que reafirma que no hay diferencia significativa entre los dos grupos

TABLA N° 2

**Clasificación de los escolares sanos expuestos  
según tiempo de exposición a humo de biomasa  
Unidad Educativa “Campo Carabobo”.  
ENERO 2012 - JUNIO 2012**

<b>TIEMPO DE EXPOSICIÓN</b>	<b>Nº</b>	<b>%</b>
<b>2 - 5 años</b>	6	15
<b>6 - 9 años</b>	10	25
<b>10 - Más años</b>	24	60
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

Fuente: Formato de recolección de datos

En la tabla numero 2 se clasifica a los alumnos en estudio según los años expuestos al humo de biomasa, observándose que el mayor porcentaje de los sujetos estuvieron expuestos al humo de Biomasa más de 10 años (60%).

TABLA N° 3

**Diagnóstico espirométrico de los escolares sanos  
expuestos y no expuestos al humo de biomasa  
ENERO 2012 - JUNIO 2012**

DIAGNÓSTICO ESPIROMETRICO	EXPUESTO		NO EXPUESTO		TOTAL	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<b>Normal</b>	8	10,00	20	25,00	28	35,00
<b>Obstructivo Intratorácico</b>	3	3,75	5	6,25	8	10,00
<b>Restrictivo</b>	1	1,25	1	1,25	2	2,50
<b>Mixto</b>	3	3,75	3	3,75	6	7,50
<b>Obstructivo Extratorácico</b>	25	31,25	11	13,75	36	45,00
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>80</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Formato de recolección de datos.

La tabla numero 3 presenta los resultados con respecto a los diagnósticos espirométricos. Se puede observar que el 35% del total de sujetos estudiados presentaron espirometría normal. De los que presentaron anormalidades espirométricas, los pacientes expuestos presentaron proceso obstructivo extratorácico, en un 31,25% de los casos, con muy bajo porcentaje (7%) de procesos obstructivos intratorácico, restrictivos y mixto.

TABLA N° 4

**Comparación de parámetros espirométricos de los escolares sanos expuestos y no expuestos al humo de biomasa  
ENERO 2012 - JUNIO 2012**

<b>PARAMETRO ESPIROMETRICO</b>	<b>Expuestos Media ± DE</b>	<b>No Expuestos Media ± DE</b>	<b>p</b>
<b>CVF (L)</b>	81,20 ± 7,9	81,47 ± 10,6	<b>0,906</b>
<b>VEF1(L)</b>	92,55 ± 8,84	93,65 ± 11,80	<b>0,661</b>
<b>VEF1 /CVF (%)</b>	113,55 ± 3,23	114,47 ± 3,91	<b>0,276</b>
<b>FEF25-75% (L/Seg.)</b>	124,60 ± 22,11	128,6 ± 28,76	<b>0,468</b>
<b>CVL (L)</b>	84,95 ± 8,82	87,55 ± 12,35	<b>0,284</b>
<b>FEF50% / FIF50% (L/Seg.)</b>	1,54 ± 0,49	1,36 ± 0,38	<b>0,011</b>
<b>FEFMAX (L/Seg.)</b>	96,67 ± 20,04	95,27 ± 17,73	<b>0,701</b>

Fuente: Formato de recolección de datos.

En la tabla numero 4, se hace una comparación de los resultados obtenidos de los parámetros espirométricos obtenidos, entre los alumnos expuestos y no expuestos al humo de biomasa, observándose que al determinar los valores de CVF, VEF1, VEF1/CVF, CVL, no se evidencian diferencias significativas. Pero al comparar los valores de la relación FEF50%/FIF50% se observa una diferencia significativa en este valor espirométrico ( $p= 0.011$ ) indicando mayor tendencia a procesos obstructivos extratorácicos en los sujetos expuestos a humo de biomasa.

TABLA Nº 5

Comparación de parámetros espirométricos de los escolares sanos expuestos a humo de biomasa según años de Exposición ENERO 2012 - JUNIO 2012

PARAMETRO ESPIROMETRICO	AÑOS DE EXPOSICIÓN			COMPARACIÓN DE GRUPOS	
	A 2-5 a Media±DE	B 6-9 a Media±DE	C 10 y +a Media±DE	A-B <i>p</i>	A-C <i>p</i>
CVF (L)	88,6 ± 6,31	89,2 ± 8,52	94,9 ± 11,87	0,330	0,329
VEF1(L)	78,6 ± 3,54	77,8 ± 8,01	83,2 ± 11,50	0,672	0,572
VEF1 / CVF (%)	112,1 ± 3,48	114 ± 2,50	113,7 ± 2,58	0,224	0,395
FEF25-75% (L/Seg.)	112,1 ± 18,59	124,7 ± 57,98	127,5 ± 12,80	0,758	0,325
CVL (L)	88,3 ± 8,40	79,8 ± 7,73	86,2 ± 0,38	0,311	0,913
FEF50% / FIF50% (L/Seg.)	1,31± 0,47	1,83± 0,64	1,48 ± 0,38	0,074	0,848
FEFMAX (L/Seg.)	89,8 ±15,35	100,6 ± 19,99	96,7 ± 22,47	0,007	0,598

**Fuente:** Formato de recolección de datos

En la tabla numero 5 hace una comparación de los parámetros espirométricos en los alumnos expuestos al humo de biomasa, con respecto a los años de exposición al mismo. Al determinar los valores de porcentaje del predictivo para CVF, VEF1, VEF1/CVF, CVL, resultaron normales y no se evidencian diferencias significativas al comparar con los años de exposición. En relación a los valores de FEF50%/FIF50% se aprecia una diferencia significativa en los valores absolutos, por encima del valor establecido como normal, (0,9 a 1,2 L/seg.), lo que indica obstrucción de vías aéreas extratorácicas, al comparar los grupos A y B se evidencia una diferencia significativa en el parámetro FEFmax (L/Seg.) ( $p = 0,007$ ).

## DISCUSIÓN

En todo el mundo, más de tres mil millones de personas dependen de los combustibles sólidos, incluida la biomasa (leña, estiércol y residuos agrícolas) y el carbón, para satisfacer sus necesidades de energía más básicas: cocinar, calentar agua y calefacción. (1) La quema ineficiente de los combustibles de biomasa en una fogata o en un fogón en el interior de la vivienda generan cientos de contaminantes, principalmente monóxido de carbono, pero también óxidos de nitrógeno, benceno, butadieno, formaldehído, hidrocarburos poliaromáticos y muchos otros productos químicos nocivos para la salud respiratoria que pueden progresar a un deterioro de la Función Pulmonar.

Diferentes estudios realizados en adultos, han demostrado mayor incidencia de este deterioro en el sexo femenino, ya que es la mujer quien comúnmente se encarga de la preparación y cocción de alimentos. Smith y cols demostraron que el riesgo para desarrollar EPOC en mujeres expuestas al humo de leña es de 3.2 contra 1.8 en hombres, ya que estos últimos presentan menor exposición <sup>(15)</sup>. No hay estudios que muestren esta incidencia en Niños. Dado que la muestra del presente estudio mostró homogeneidad de exposición no se estableció comparación de riesgo por sexo.

Adicionalmente, según lo reportado por la OMS en la década de los 90, existe una correlación directa entre cambios espirométricos y los años de exposición al humo de leña. Los niveles de exposición de la población que utiliza este combustible son extremadamente variables. El nivel de exposición depende del tiempo y de los niveles del mismo. Existen momentos donde la exposición es máxima, particularmente durante la cocción de los alimentos, por la cercanía al fuego. Sin embargo, varios estudios han demostrado que el deterioro espirométrico aumenta conforme aumentan los años de exposición y la edad de la población en riesgo. El aumento del tiempo de exposición al humo de leña se ha relacionado negativamente a la salud respiratoria, principalmente de las

mujeres y los niños <sup>(16)</sup>. Un gran porcentaje de las participantes de este estudio se presentan con un tiempo mínimo de exposición de 10 años (60%). Diferentes estudios en adultos muestran un tiempo de exposición promedio de 30 años al humo de leña. En un estudio realizado en Guatemala, donde Participaron 779 mujeres mayores de 40 años en forma voluntaria y sin patología pulmonar asociada. El promedio de tiempo de exposición al humo de leña fue de 32 años, mientras que en España donde se comparó a pacientes con EPOC con un grupo control se encontró que el 82% de los sujetos en estudio tenía una historia de exposición al humo de leña y carbón; en general de 16 años y se detuvo a los 18 años de edad, destacando este estudio como conclusión que la exposición temprana al humo de biomasa puede provocar EPOC en la etapa adulta. La enfermedad tendría un largo periodo de latencia o una historia natural larga <sup>(8)</sup>.

En relación a los cambios producidos en la función pulmonar la mayoría de los estudios relacionan la exposición al humo de Biomasa con procesos obstructivos. En el presente estudio se puede observar que el 35% del total de sujetos estudiados presentaron espirometría normal. De los que presentaron anomalías espirométricas, los pacientes expuestos presentaron proceso obstructivo extratorácico, en un 31,25% de los casos, con muy bajo porcentaje (7%) de procesos obstructivos intratorácico, restrictivos y mixto. Estos resultados contrastan con los obtenidos en Ecuador por Linares y cols. en una cohorte de 464 niños donde se observó que la alteración principal en la función pulmonar en los sujetos expuestos a humo de Biomasa, fue el tipo obstructivo, seguido por el patrón mixto también más frecuente en los mismos estudiantes (4,1% vs 0,9%; OR = 4,69, 95% IC, 1,0-21,1) <sup>(17)</sup>. Por otro lado, dos estudios realizados en Costa Rica <sup>(18)</sup>. Y Perú se encontró una prevalencia de obstrucción del flujo pulmonar menor (12% en Costa Rica y 55% en Perú) <sup>(19)</sup>.

Cuando se comparan los resultados de la función pulmonar en poblaciones expuestas y no expuestas al humo de Biomasa, la tendencia

es que se aprecie deterioro de la función pulmonar en la población sometida a contaminantes ambientales. En este estudio, al comparar los parámetros espirométricos obtenidos, entre los alumnos expuestos y no expuestos al humo de biomasa, se observó que al determinar los valores de CVF, VEF1, VEF1/CVF, CVL, no se evidencian diferencias significativas. Pero al comparar los valores de la relación FEF50%/FIF50% se observa una diferencia significativa en este valor espirométrico ( $p= 0.011$ ), indicando mayor tendencia a procesos obstructivos extratorácicos en los sujetos expuestos a humo de biomasa, lo que podría atribuirse a una deposición mayor de las partículas en vías aéreas superiores. Estos hallazgos contrastan con los de Linares y cols donde se observó que las anomalías en la función pulmonar y la frecuencia de los síntomas respiratorios eran más altos en la escuela más cerca de las principales fuentes estacionarias de contaminación del aire que en la escuela distante a éstas.

Al comparar los cambios espirométricos con el tiempo de exposición, se observó que al determinar los valores de porcentaje del predictivo para CVF, VEF1, VEF1/CVF, CVL, los mismos resultaron normales y no se evidenciaron diferencias significativas en relación al tiempo de exposición. En relación a los valores de FEF50%/FIF50% se aprecia una diferencia significativa en los valores absolutos, por encima del valor establecido como normal, (0,9 a 1,2 L/seg.), lo que indica obstrucción de vías aéreas extratorácicas. Estos resultados contrastan con el estudio de Ecuador, donde se determinó que la frecuencia de procesos obstructivos intratorácicos fue mayor en aquellos estudiantes con mayor exposición (10,4% frente a 5,3%; OR = 1,95, IC 95% 1,0 a 3,7). Otro estudio desarrollado por expertos en Neumonología del Hospital del Mar en Barcelona España, puso de manifiesto la estrecha relación existente entre la EPOC y la larga exposición a las calefacciones y cocinas de leña y carbón. En este trabajo, el 50% de las mujeres de las 120 comprendidas entre los 62 y 68 años sufrían de EPOC. El anterior estudio puso de

manifiesto que el 82% de los casos de EPOC presentaba, además, una historia de exposición al humo de leña de al menos 16 años de duración.

### CONCLUSIONES

- El mayor porcentaje de sujetos en el presente estudio correspondió al sexo masculino, tanto en sujetos expuestos como No expuestos
- La mayoría de los sujetos (60%) estuvieron expuestos al humo de Biomasa por más de 10 años.
- El 65% del total de sujetos expuestos al humo de Biomasa presentaron espirometría anormal, con predominio de proceso obstructivo extratorácico, (31,25% del total expuesto), con muy bajo porcentaje (<5%) de procesos obstructivos intratorácico.
- No se evidenció diferencias significativas en los valores de CVF, VEF1, VEF1/CVF, CVL entre los sujetos expuestos y no expuestos. Pero al comparar los valores de la relación FEF50%/FIF50% se observa una diferencia significativa en este valor espirométrico ( $p=0.011$ ), indicando mayor tendencia a procesos obstructivos extratorácicos en los sujetos expuestos al humo de biomasa
- Los valores de porcentaje del predictivo para CVF, VEF1, VEF1/CVF, CVL, resultaron normales y no se evidenciaron diferencias significativas entre los valores al comparar con los años de exposición. En relación a los valores de FEF50%/FIF50% se aprecia una diferencia significativa en los valores absolutos, por encima del valor establecido como normal, (0,9 a 1,2 L/seg.), lo que indica obstrucción de vías aéreas extratorácicas,

## RECOMENDACIONES.

- Implementar programas de educación en salud respecto al efecto nocivo del humo de leña.
- Promover programas de modernización del consumo de leña en hogares y pequeñas industrias (restaurantes, Expendios de Casabe) en las zonas aledañas a centros de estudios. Mejorar las estufas para cocinar, la salida de humo, chimeneas y la eficiencia de la combustión (la mayoría de los contaminantes dañinos para la salud se generan a partir de la combustión incompleta).
- Promover actividades de salud pública para reducir la contaminación intradomiciliaria, que incluye modificación en el comportamiento (estilo de vida) tendientes a reducir la exposición al humo de biomasa (educar a las madres para que aíslen a sus niños de las fuentes de humo).
- Determinar función pulmonar en la Población adulta que habiten en la misma zona de estudio de los sujetos del presente trabajo y establecer comparación de los valores espirométricos.
- Determinar contaminantes atmosféricos (O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>,) en las zonas expuestas a humo de biomasa para estimar el riesgo de desarrollar procesos respiratorios.
- Realizar estudios nasofibroscopicos en los pacientes que presentan obstrucción extratorácica para establecer tipos de patología de vía aérea.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **World Health Organization.** Reducing Risks, Promoting Healthy Life. The World Health Report. Geneva, 2002.
2. **Desai, MA, Metha, S.** Indoor Smoke from solid fuels. Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Geneva, World Health Organization. Environmental Burden of Disease. 2004. Series, N 4
3. **Bruce N, Albalak R.** Indoor air pollution in developing countries: a Major environmental and public health challenge. Bulletin of the World Health Organization. 2000. 78: 1078-92.
4. **Ezzati M, López AD.** Rodgers A. Comparative quantification of health risks. Global and regional burden of disease attributable to selected mayor risk factors. Geneva, World Health Organization. 2004. (2): 1435-93.
5. **Díaz J, Koff J, Gotway M.** Case Report: A Case of Wood-Smoke-Related Pulmonary Disease. Environ Health Perspect. 2006. 114: 759-62.
6. **Zodpey S, Ughade S.** Exposure to cheaper cooking fuels and risk of age-related cataracts in women. Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine. 1999. 3: 159-61.
7. **Wang X, Ding H, Ryan L.** Association between air pollution and low Birth weight: a community-based study. Environmental Health Perspectives. 1997. 105: 514-20.
8. **Velema JP, Ferrera A, Figueroa M.** Burning wood in the kitchen Increases the risk of cervical neoplasia in HPV infected women in Honduras. Internacional Journal of Cancer. 2002. 97: 536-41.
9. **Repine J.** Oxidative stress in chronic obstructive pulmonary Disease. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 1997. 156: 341–357.
10. **Thomas P., Zelikoff J.** Air pollutants: Modulators of pulmonary host

Resistance against infection. San Diego: Academic Press. 1999. p 357-79.

11. **Torres-Duque C, Maldonado D, Pérez-Padilla R, Ezzati M, Viegi G.** On behalf of the Forum of International Respiratory Studies (FIRS) Task Force on Health Effects of Biomass Exposure. Biomass Fuels and Respiratory Diseases: A Review of the Evidence. "Proc Am Thorac Soc." 2008. 5: 577-590.
12. **Viegi G, Simoni M, Sconamiglio A.** Indoor air pollution and airway disease. Int J Tuberc Lung Dis. 2004. 8: 1401-15.
13. **Orozco-Levi, M.** El humo de leña y carbón, aún es causa de Enfermedad pulmonar obstructiva crónica en España. Eur. Respir. 2006. J; 27: 1-5.
14. **Ezzati M, Kammen D.** Indoor air pollution from biomasa combustión and acute respiratory infections in Kenya: an exposure –response study. The Lancet. 2001. 358: 619-24.
15. **Smith K, Mehta S, Maeusezahl-Feuz M.** Indoor air pollution from Household use of solid fuels. En: Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL. editores. Comparative quantification of health risks: Global and regional burden of disease. Geneva: OMS, 2004: v.1 p. 1435-93.
16. **Organización Panamericana de la Salud.** Efectos de la exposición a la combustión de biomasa en interiores de viviendas sobre la salud humana. [monografía en línea] Washington: PAHO, 199?. [accesado 6 de septiembre de 2009]. Disponible en: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacd/cd59/cocina/implemen2.pdf>
17. **Linares B, Guizar JM, Amador N, García A, Miranda V, Perez JR, Chapela R.** Impact of air pollution on pulmonary function and Respiratory symptoms in children. Longitudinal repeated-measures study. BMC Pulm Med. 2010; 10: 62.
18. **Chacón R, Alfaro C.** Neumopatía asociada a la inhalación de humo De leña: análisis de 11 casos. Rev Cost Cien Med 1991; 13(3,4): 7-13
19. **Cantella L, Lama J.** Prevalencia de EPOC en adultos mayores expuestos al humo de leña en una comunidad rural de la Sierra Central. Rev Soc Per Neumol 2005; 49(2): 109-17.

## ANEXO 1

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

#### DETERMINACION DE CAMBIOS ESPIROMÉTRICOS EN ESCOLARES SANOS EXPUESTO A HUMO DE BIOMASA.

Estimados padres y representantes, en el Hospital de Niños “Dr. Jorge Lizarraga” se estará realizando un trabajo de investigación para establecer valores espirometricos en la medición de la función pulmonar, en los escolares sanos expuestos a humo de leña. Este examen se llama espirometría, y consiste en soplar en una boquilla conectada a un equipo computacional que mide la función pulmonar, sin ningún tipo de intervención ni riesgo para el niño. Este es un examen que se realiza a todo niño con problemas respiratorios para ayudarnos en el diagnóstico, para lo cual primero tenemos que saber como funcionan los pulmones de niños sanos (estos se denominan valores de referencia). Se ha determinado en estudios realizados en adultos que han sido expuestos a humo en edades tempranas de la vida alteraciones de la función pulmonar, por lo que para nosotros es muy importante contar con su aprobación, ya que la realización de este estudio nos va a permitir el diagnóstico y de ser posible una intervención con tratamiento oportuno que se le brinda a niños con problemas respiratorios.

El cuestionario que se adjunta es para que podamos seleccionar a un grupo de niños sanos, los que asistirán a al Hospital de Niños “Dr. Jorge Lizarraga”, una sola vez, en el caso de que usted apruebe la participación de su hijo en este estudio. Esta actividad no implica ningún riesgo ni molestia para el niño y no tiene costo alguno para usted.

A los niños se les realizara dicho estudio en su lugar de estudios.

#### **Consentimiento informado:**

Se me ha explicado y he entendido en que consiste el estudio. Mi aceptación es voluntaria, y el no participar no tiene ninguna influencia perjudicial para mi hijo.

Yo,.....

.....

(Nombre y apellido)

Autorizo para que mi hijo participe en el estudio.

Nombre del menor.....

Relación con el niño:

Madre:.....Padre:.....Otro:.....

Firma:.....

Fecha:.....

## ANEXO 2

## FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS

Nombre:

Edad:

Dirección:

Exposición a humo de biomasa:

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Tiempo de Exposición

Meses \_\_\_\_\_

Años \_\_\_\_\_

Evaluación Física: \_\_\_\_\_

Valores Dinámicos	Predictivo	Actual	Post-Broncodilatador
CVF			
VEF 1seg			
FEF 25-75%			
FEM			

Valores Estáticos:

CVL:

Predictivo	Actual	Post-Broncodilatador

MVV

Predictivo	Actual

Patrón espirométrico:

Obstrutivo \_\_\_\_\_

Restrictivo \_\_\_\_\_

Mixto \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_

## ANEXO 3

## MECANISMOS QUE PUEDEN AUMENTAR EL RIESGO DE ENFERMEDADES OCASIONADAS POR EL HUMO DE BIOMASA

## MECANISMOS DE ACCION DE LOS CONTAMINANTES

CONTAMINANTES	MECANISMO	EFFECTOS POTENCIALES
Partículas inferiores a 10 micras, en particular las menores de 2,5 micras de diámetro aerodinámico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agudo: irritación bronquial, inflamación y aumento de la reactividad</li> <li>- Reducción de la actividad de la limpieza mucociliar</li> <li>- Reducción de la respuesta de macrófagos (?) y de inmunidad local</li> <li>- Reacción Fibrótica. (?)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sibilancias.</li> <li>- Exacerbación del asma</li> <li>- Infecciones respiratorias</li> <li>- Bronquitis crónica.</li> <li>- Exacerbación de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica.</li> </ul>
Monóxido de carbono.	Unión a la hemoglobina para producir carboxihemoglobina, lo que reduce el transporte de oxígeno a órganos claves y el feto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Insuficiencia ponderal del recién nacido (carboxihemoglobina fetal 2-10% o mayor)</li> <li>- Aumenta mortalidad perinatal.</li> </ul>
Hidrocarburos aromáticos policíclicos, por ejemplo, benzo[a]pireno	Carcinogénesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cáncer de pulmón</li> <li>- Cáncer de boca, nasofaringe y laringe.</li> </ul>
Dióxido de nitrógeno.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exposición aguda: aumenta la reactividad bronquial</li> <li>- Exposición a largo plazo: aumenta la susceptibilidad a infecciones bacterianas y víricas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sibilancias y exacerbación del asma</li> <li>- Infecciones respiratorias.</li> <li>- Reducción de la función pulmonar en niños</li> </ul>

Fuente: Informe final del Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA) El uso de biomasa como fuente de energía en los hogares efectos en el ambiente y la salud, y posibles soluciones, 2003.

