

Aproximación a los valores de referencia de la capacidad residual funcional en una población de niños y adolescentes

Adriana Muiño¹, Anabel Akiki², Nelly Marquez³, Isabel Moreira⁴,
María Catalina Pinchak⁵, Elena Fernández⁶, Karina González⁶, Iris Silvera⁶

Resumen

Introducción: para la interpretación de las pruebas de función pulmonar se utilizan valores de referencia (normales) que se comparan con los medidos para detectar alteración funcional. Existen discrepancias entre las ecuaciones en pediatría: un limitado número de participantes, no disponibles o no comparables debido a que se realizan con otros métodos.

Objetivos: medir la capacidad residual funcional (CRF) en niños asmáticos controlados que presentaron espirometría normal. Analizar por grupos de edad y talla las medidas de dispersión de las distintas variables funcionales (volúmenes y capacidades pulmonares).

Métodos: estudio transversal; incluye niños y adolescentes asmáticos controlados (clínica-funcional). Se realizó determinación de CRF por técnica de lavado de nitrógeno (N₂) (Easy One Pro Lab ®) bajo condiciones estandarizadas. Se analizan los datos de dispersión de las variables funcionales estratificadas por cuartiles de talla.

Resultados: se estudiaron 86 niños, 49 varones (57%), edad media 11,01 ± 2,46 años. Asma-obesidad en 37,21%. Existe una relación lineal entre la CRF y la talla: por cada aumento en 1 centímetro de la altura hay un aumento de la CRF en 0,23 litros (IC95% 0,19 – 0,27 L) p = 0,000.

Conclusiones: la CRF guarda relación con el tamaño corporal (altura), por tanto es de gran importancia medir estas variables de desarrollo pulmonar desde etapas tempranas hasta la adolescencia, para comprender en términos evolutivos pronósticos de las distintas patologías respiratorias. Estos datos son limitados a una población de asmáticos, sin embargo, son un inicio en la interpretación de resultados, probablemente más representativa que las disponibles en la literatura.

Summary

Introduction: for the interpretation of pulmonary function tests it is useful the reference values (normal population) that are compared with those measured for detecting functional disturbance. There are discrepancies between the equations in pediatrics: a limited number of participants, not available or not comparable because they are performed with other methods.

Objectives: measure the CRF in controlled asthmatic children who had normal spirometry. Analyze by age and size dispersion measures of functional variables (volumes and lung capacities).

Methods: cross-sectional study, including controlled asthmatic children and adolescents (clinical-functional). We carried Functional Residual Capacity (FRC) by nitrogen washout technique (N₂) (Easy One Pro Lab ®) under standardized conditions. We analyze the data of the functional variables stratified by quartiles of height.

Results: we studied 86 children, 49 men (57%), mean age 11,01 ± 2,46 years. Prevalence of overweight and obesity was 37,21%. A linear relationship exists between the CRF and the height: for each 1 centimeter increase in height there CRF increased by 0,23 liters (95% from 0,19 to 0,27 L) p = 0,000.

Conclusions: the CRF is related to body size (height), so it is very important to measure these variables from early lung development through adolescence, to understand in evolutionary terms the progression of different respiratory diseases. These data are limited to a population of asthmatics, however, are a start in the interpretation of results, probably more representative than those available in the literature.

Palabras clave: MEDICIONES DEL VOLUMEN PULMONAR
VALORES DE REFERENCIA
VOLUMEN RESIDUAL

Key words: LUNG VOLUME MEASUREMENTS
REFERENCE VALUES
RESIDUAL VOLUME

1. Médico Neumólogo.

2. Médico Neumólogo Pediatra. Policlínica de Neumología, Laboratorio Funcional Respiratorio, Centro Hospitalario Pereira Rossell.

3. Médico Neumólogo. Policlínica de Neumología, Laboratorio Funcional Respiratorio, Centro Hospitalario Pereira Rossell.

4. Médico Neumólogo Pediatra. Policlínica de Neumología, Laboratorio Funcional Respiratorio, Centro Hospitalario Pereira Rossell.

5. Prof. Agda. Clínica Pediátrica "B". Neumóloga Pediatra. Policlínica de Neumología, Laboratorio Funcional Respiratorio, Centro Hospitalario Pereira Rossell.

6. Licenciadas neumocardiólogas. Policlínica de Neumología, Laboratorio Funcional Respiratorio, Centro Hospitalario Pereira Rossell. Policlínica de Neumología, Laboratorio Funcional Respiratorio, Centro Hospitalario Pereira Rossell.

Introducción

Las pruebas de función pulmonar son una herramienta diagnóstica, evolutiva y pronóstica de las enfermedades respiratorias crónicas y otras patologías con afectación secundaria pulmonar.

Miden la mecánica respiratoria (espirometría y determinación de capacidad residual funcional [CRF] y el intercambio de gases [difusión de monóxido de carbono, DLCO] y gasometría arterial [GSA]).

La espirometría se realiza sin dificultad en niños, incluso desde los 3 años, si se alcanza un nivel de cooperación adecuado⁽¹⁾. La limitación de la técnica es que no mide el volumen residual (VR). Existen patologías en las que se debe profundizar y definir un patrón funcional, por tanto es de suma importancia contar con técnicas complementarias de la mecánica respiratoria como la determinación de la capacidad residual funcional (CRF).

La medida de la CRF representa el punto de equilibrio entre las fuerzas elásticas de retracción pulmonar y las fuerzas torácicas, por lo que se conoce como volumen de equilibrio elástico.

A partir de esta valoración se calcula el VR, la capacidad pulmonar total (CPT) y el índice de Hurtado (VR/CPT), variables que definirán los distintos patrones funcionales respiratorios.

La importancia clínica en la profundización de los estudios funcionales respiratorios se ve reflejada en aspectos terapéuticos, implementados temprana y oportunamente; pero no menos importante es considerar los aspectos pronósticos en términos de morbimortalidad, valorando en la evolución estos patrones de disfunción permanente por agravio temprano pulmonar y por tanto con alteración del desarrollo pulmonar.

Asistimos a un número creciente de niños con patologías respiratorias complejas: daño posviral, enfermedad pulmonar crónica, bronquiolitis obliterante, enfermedades sistémicas con afección pulmonar, enfermedades neuro músculo esqueléticas con complicaciones respiratorias frecuentes y alteraciones ventilatorias progresivas, pacientes oncológicos tratados con fármacos con daño potencial en el intersticio pulmonar que debemos seguir y controlar periódicamente su evolución clínico-funcional en forma simultánea.

En la Policlínica de Neumología del CHPR contamos con la posibilidad de realizar estas técnicas desde febrero de 2013, con un equipo Easy One Pro Lab®, siendo una técnica inocua, no invasiva, poco molesta y sin efectos secundarios.

Para la interpretación de todas las pruebas de función pulmonar se utilizan valores de referencia de poblaciones normales^(2,3). Los valores medidos en la espiro-

metría se comparan con valores provenientes de poblaciones sin patología respiratoria, según edad, sexo, y talla para valorar enfermedad o alteración funcional.

Estos datos, llamados ecuaciones de referencia, valores consignados, o predictos, deben ser adecuados a la población que estamos estudiando, y es por eso que cada laboratorio de función pulmonar deber seleccionar el conjunto de ecuaciones utilizar o adoptar.

Las variables edad y talla son las que presentan la asociación más fuerte para cada sexo. El índice de masa corporal (IMC) tiene poca incidencia en el modelo para el cálculo de distintas variables espirométricas como CVF y el VEF1s⁽⁴⁾.

Existen grandes discrepancias entre las diferentes ecuaciones en pediatría con un limitado número de participantes. Para esta población, los valores son escasos y especialmente para la CRF, que no están disponibles o no son comparables debido a que se realizan con otros métodos como la pletismografía corporal (patrón oro para determinar la CPT)⁽⁵⁾.

Debemos considerar, además, a la hora de la elección de las ecuaciones de referencia cuales fueron los protocolos utilizados, la técnica empleada y los grupos etarios estudiados. Existen tablas desde los años 60 por lo que los procedimientos y equipos utilizados en el momento difieren de la tecnología y estandarización actual⁽⁶⁻⁸⁾.

Es frecuente la utilización de ecuaciones de regresión que extrapolan los datos de población de adultos a niños, lo que lleva a errores potenciales y adicionales en la interpretación de los resultados.

Algunas de las ecuaciones conocidas en los niños para los volúmenes pulmonares y las más usadas son: Cook Ch, 1961, con determinación de CRF por la técnica de dilución de helio⁽⁹⁾; Polgar, 1971⁽¹⁰⁾; Sherrill y colaboradores, 1992⁽¹¹⁾; Clausen 2003⁽¹²⁾.

Como primera aproximación a los valores de referencia en nuestra población pediátrica que concurre a la Policlínica de Neumología se analizaron los datos provenientes de niños asmáticos que manifestaban estabilidad clínica y funcional, y de esa forma poder comparar nuestras mediciones de función pulmonar de acuerdo a una población más representativa que las disponibles en la literatura.

Objetivos

Medir la CRF en niños que concurren al laboratorio de función pulmonar y que presentaron espirometría normal, sin respuesta significativa al broncodilatador (estabilidad funcional).

Analizar por grupos de edad y talla las medidas de

dispersión de las distintas variables funcionales (volúmenes y capacidades pulmonares).

Objetivos secundarios

Analizar la relación entre las variables antropométricas (talla, IMC) y las distintas variables funcionales respiratorias.

Población y métodos

Estudio transversal, en el que se incluyeron todos los niños asmáticos que concurrieron a la consulta de la Policlínica de Neumología con neumólogo pediatra, desde febrero de 2013; que fueron colaboradores, capaces de realizar las maniobras espirométricas aceptables y repetibles y que cumplían los siguientes criterios de inclusión:

1. en los que se confirmó control clínico de la enfermedad asmática.
2. en los que se confirmó espirometría normal sin respuesta significativa al broncodilatador, lo que confirmaba objetivamente la estabilidad o control del asma.

Se siguieron los protocolos estandarizados de acuerdo a los criterios de ATS (Sociedad Americana del Tórax) tanto para niños preescolares como escolares y adolescentes^(1,2,7).

Se utilizó un equipo Easy One Pro Lab, ndd® para utilizar un sensor de flujo por ultrasonido (espirometría), y un sensor de flujo-masa y analizador de gases para realizar la determinación de capacidad residual funcional (CRF por lavado de nitrógeno). (Especificaciones del equipo en anexo 1).

Las ecuaciones de referencia para determinación de los volúmenes pulmonares que disponemos, incorporado al software del equipo son las de Polgar, 1971⁽¹⁰⁾.

Chequeos de calibración:

Se realizaron en forma semanal tanto de volumen con jeringa de 3 litros como de linealidad a diferentes flujos: bajos, medios y altos, 2 a, 4, 4 a 6 y >8 L/m respectivamente.

Para determinación de CRF además de existir un chequeo previo a cada prueba del analizador de gases, se realizó la calibración en forma semanal con un técnico del laboratorio que cumple con los criterios de control biológico. Se define como aquel sujeto sin enfermedad pulmonar, no fumador, con disponibilidad para realizar la técnica cuando se requiera. (en el anexo 2 se muestran la tendencia de estabilidad en las calibraciones realizadas).

Procedimiento para determinación de la capacidad residual funcional

La técnica de CRF por lavado de nitrógeno (N₂) se realizando respirando oxígeno al 100% en un sistema de válvulas unidireccional de manera de desplazar todo el volumen de aire inicial durante por lo menos 6–7 minutos, con recomendaciones recientes por ATS/ERS⁽¹³⁾.

Los procedimientos y definiciones de cada una de las variables funcionales respiratorias en el anexo 3.

Antropometría

Las medidas antropométricas de peso y talla se realizaron siguiendo técnicas estandarizadas, con los niños o adolescentes parados sin calzado con estadiómetro de material inextensible (SECA®) y con una escala de medición graduada en centímetros (cm), y con una precisión de 0,1 cm.

Se coloca la posición de pie con la cabeza en posición de Frankfurt⁽¹⁴⁾.

Se utilizó una balanza Tanita® con precisión 100 g.

El índice de masa corporal (IMC) se definió como el cociente entre el peso (kg) y la talla² (m).

Una vez calculado el IMC, el valor se extrapola a las gráficas de crecimiento de IMC para edad y sexo de la CDC 2000 (Centres for the Disease Control and Prevention), se define el rango de percentiles y se clasifica la población de estudio en dos grupos: normopeso: IMC $p > 5 < 85$; sobrepeso – obesidad: IMC $p > 85$ (información on line: www.cdc.gov)⁽¹⁵⁾.

Análisis estadístico

Todas las variables antropométricas y de función pulmonar medidas fueron analizadas como variables continuas, presentando los resultados como media y desvío estándar, valores mínimos y máximos.

Se estratificó la población por grupos de talla (cuartiles) y edad (cuarteles).

A través de un modelo de regresión lineal no ajustado, se evaluó el impacto de la talla y el IMC (percentiles) sobre la CRF medida en litros.

Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico STATA 10.1 (STATA Corporation, Collage Station, TX, USA 2005).

Resultados

Se estudiaron 86 niños, 49 varones (57%), de edad media $11,01 \pm 2,46$ años. De las medidas antropométricas se encontró que la altura media fue de $1,42 \pm 0,16$ cm., con un Índice de masa corporal (IMC) de $19,50 \pm 3,86$ kg/m².

El sobrepeso–obesidad en el grupo fue de 37,21 %

Tabla 1. Descripción de parámetros espirométricos de una población de niños y adolescentes de la Policlínica de Neumología del Centro Hospitalario Pereira Rossell. n=86

	CVF (L)	CVF (%)	VEF/CVF	CRF (L)	VR (L)	CPT (L)
\bar{X}	2,52	103,33	0,87	1,45	0,81	3,33
DS	0,81	13,01	0,05	0,51	0,37	1,03
Min	1,09	80	0,79	0,48	0,16	1,32
Max	4,60	145	0,98	3,05	1,76	5,95

Tabla 2. Descripción de variables funcionales según cuartiles de talla, en una población de asmáticos controlados (n=86)

Talla (cuartiles)	CVF (L)	CVF (%)*	VEF/CVF	CRF (L)	VR (L)	CPT (L)
X ± DS	X ± DS	X ± DS	X ± DS	X ± DS	X ± DS	X ± DS
Min-Máx	Min-Máx	Min-Máx	Min-Máx	Min-Máx	Min-Máx	Min-Máx
1,23±0,08 1,07-1,34	1,65±0,32 1,09-2,23	100,33 ±11,02 80-120	0,88±0,05 0,79-0,98	0,95±0,30 0,48-1,63	0,51±0,28 0,16-1,18	2,17±0,53 1,32-3,31
1,40±0,04 1,35-1,46	2,38±0,33 1,85-2,88	103,21±11,49 83-126	0,86±0,05 0,77-0,93	1,36±0,25 0,88-1,78	0,80±0,31 0,18-1,4	3,18±0,44 2,41-4,08
1,51±0,03 1,47-1,55	2,70±0,50 1,47-3,48	100,59 ±14,99 76-129	0,88±0,04 0,78-0,94	1,68±0,41 0,89-2,42	1,01±0,32 0,47-1,5	3,71±0,55 2,66-4,87
1,61±0,05 1,56-1,70	3,52±0,61 2,77-4,60	104,62± 14,91 82-145	0,85±0,05 0,79-0,94	1,91±0,42 1,31-3,05	0,93±0,36 0,29-1,76	4,45± 0,83 3,33-5,95

* CVF (%) en relación a los valores predichos de Knudson, 1983.

(32 de los 86 niños presentaron IMC \geq percentil 85), y de ellos el 56,25 % eran obesos (18 de los 32 niños).

En todos los grupos los niños presentaron CVF y VEF1/CVF normales, como muestra la tabla 1.

No hay diferencias estadísticamente significativas de las medias de las variables funcionales considerando los niños con peso normal y los que tienen sobrepeso obesidad. Considerando la CRF medida en litros del grupo de normo peso versus sobrepeso-obesidad los valores medios son $1,46 \pm 0,08$ versus $1,45 \pm 0,07$ $p=0,47$.

La figura 1 muestra la gran dispersión de los valores de CRF en relación a los valores de IMC de los 86 niños y adolescentes estudiados, confirmando los hallazgos anteriores.

El modelo de regresión simple, no ajustado, muestra que por cada unidad de IMC en aumento la CRF se modifica en $0,021$ l (IC95% $-0,007$ a $0,050$ L) $p=0,130$, $r^2=0,03$.

No hay diferencia estadísticamente significativa de las medias de CRF medida en litros por sexo, niños versus niñas ($1,42 \pm 0,07$ versus $1,50 \pm 0,09$ $p=0,78$).

Por lo tanto, se analiza el total del grupo de los 86 niños y adolescentes.

La tabla 2 describe los datos de media, desvío estándar, mínimo y máximo de todos parámetros funcionales según cuartiles de talla.

La tabla 3 describe los datos de media, desvío estándar, mínimo y máximo de todos parámetros funcionales según cuartiles de edad.

Existe una relación lineal entre la CRF y la talla como muestra la figura 2. El modelo de regresión lineal simple, no ajustado, muestra que por cada aumento en 1 centímetro de la altura hay un aumento de la CRF en $0,23$ litros (IC95% $0,19 - 0,27$ L) $p=0,000$, $r^2=0,61$.

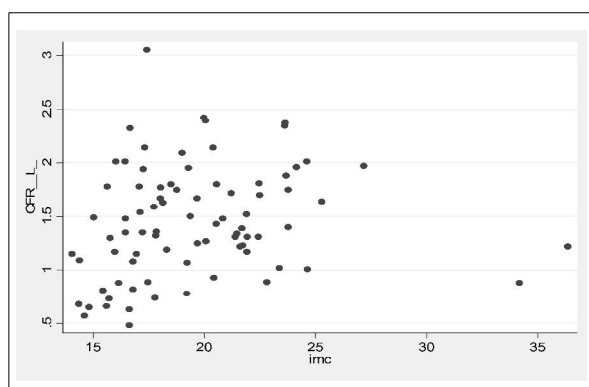
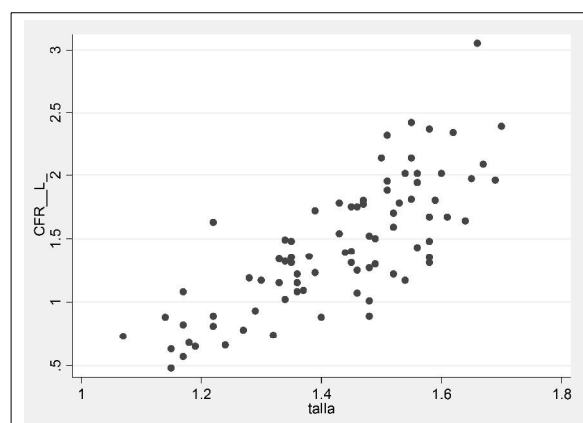
Discusión

La determinación de CRF y el resto de los volúmenes pulmonares guarda una relación con el tamaño corporal, especialmente la altura, por tanto es de gran importancia medir estas variables de desarrollo pulmonar desde etapas tempranas hasta la adolescencia, para com-

Tabla 3. Descripción de parámetros espirométricos (volúmenes y capacidades) distribuidos por cuartiles de edad en una población de asmáticos controlados (n=86)

Edad (cuartiles)	Talla (cm)	CVF (L)	CVF (%)*	CRF (L)	VR (L)	CPT (L)
X±DS Mín-Máx	X±DS Mín-Máx	X±DS Mín-Máx	X±DS Mín-Máx	X±DS Mín-Máx	X±DS Mín-Máx	X±DS Mín-Máx
7,22±1,47 5,46-9,25	1,25±0,12 1,07-1,50	1,71±0,47 1,09-2,81	101,3 ±12,1 76-116	0,99±0,40 0,48-2,14	0,53±0,33 0,16-1,4	2,09±0,73 1,32-3,08
9,88±0,44 9,28-10,51	1,39±0,06 1,27-1,51	2,31±0,40 1,72-3,22	101,6 ±7,9 89-116	1,32±0,31 0,74-1,68	0,84±0,27 0,40-1,4	3,12±0,52 2,01-4,08
11,65±0,57 10,74-12,63	1,49±0,07 1,34-1,61	2,64±0,50 1,47-3,48	105,6 ±13,0 87-129	1,49±0,42 1,02-2,32	0,84±0,38 0,29-1,50	3,44±0,71 2,31-4,80
13,77±0,91 12,76-15,42	1,60±0,05 1,52-1,70	3,45±0,66 2,48-4,60	105,9±16,4 83-145	1,91±0,46 1,17-3,05	1,06±0,40 0,56-1,76	4,52±0,73 3,53-5,87

* CVF (%) en relación a los valores predictos de Knudson, 1983.

**Figura 1.** Relación de la CRF medida en L y el IMC (kg/m²)**Figura 2.** Relación lineal de la CRF en relación a la talla en una población de niños y adolescentes asmáticos controlados.

prender en términos evolutivos pronósticos de las distintas patologías respiratorias.

Partiendo de valores de referencia adecuados, la interpretación de las pruebas funcionales respiratorias será más sensible y específicas con la disminución real de falsos positivos o falsos negativos.

Los datos analizados en este estudio aportan una primera aproximación a valores de función pulmonar sobre todo aquellos referidos a los volúmenes y capacidades no proporcionados por la espirometría (CRF, VR, CPT), técnica de mayor difusión y por tanto con una gran diversidad de ecuaciones de referencia útiles o adecuadas para su interpretación.

Estos datos provenientes de una población con función pulmonar normal, realizado bajo estrictas condiciones técnicas de calidad aportan datos más cercanos o representativos de nuestra población pediátrica en relación a su crecimiento y desarrollo para poder interpretar

adecuadamente los resultados de los estudios funcionales.

La gran limitación de nuestro estudio es que no estudia una población normal sin patología respiratoria, pero como se describe en la literatura estos estudios son difíciles de desarrollar y fundamentalmente en niños.

Otro gran tema de discusión es la prevalencia de sobrepeso y obesidad de este grupo. Los datos disponibles en nuestro medio coinciden con estos hallazgos^(15,16); con una leve tendencia al aumento de la obesidad como se ha comunicado mundialmente⁽¹⁷⁾.

Conclusiones

Estos datos son limitados a una población de niños con

asma controlada con función pulmonar normal. Sin embargo, son un punto de partido en el estudio de los volúmenes pulmonares y en la interpretación de los resultados en otras patologías con una mayor aproximación diagnóstica.

La repetibilidad de las mediciones al seguir protocolos estandarizados nos dará la oportunidad de estudiar esta población de niños y adolescentes en el seguimiento de su función pulmonar y evaluar el potencial deterioro en el desarrollo pulmonar si éste fue agravado tempranamente y cuantificar la severidad del mismo a lo largo del tiempo.

Esto es de valor en la toma de decisiones terapéuticas oportunas y pronósticos de las distintas patologías respiratorias.

No menos importante es poder medir cambios de acuerdo a intervenciones terapéuticas ya sea medicamentosas, rehabilitación u otras.

Tiene el beneficio adicional de conseguir el entrenamiento técnico en un área de reciente desarrollo.

Referencias bibliográficas

1. **Beydon N, Davis SD, Lombardi E, Allen JL, Arets HG, Aurora P, et al; American Thoracic Society/European Respiratory Society Working Group on Infant and Young Children Pulmonary Function Testing.** An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: pulmonary function testing in preschool children. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 175(12):1304-45.
2. **Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, et al; ATS/ERS Task Force.** General considerations for lung function testing. *Eur Respir J* 2005; 26(1):153-61.
3. **Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R, et al.** Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J* 2005; 26(5):948-68.
4. **Degroodt EG, Quanjer PH, Wise ME, van Zomeren BC.** Changing relationships between stature and lung volumes during puberty. *Respir Physiol* 1986; 65(2):139-53.
5. **Caussade S, Pulgar D, Vega-Briceno L, Viviani P, Diaz C, Contreras I, et al.** Plethysmographic lung volumes in normal Chilean children and adolescents. *Pediatr Pulmonol* 2008; 43(9):866-73.
6. **Caussade S.** Determinación de valores de referencia para volúmenes pulmonares en escolares y adolescentes. *Neumol Pediatr* 2008; 3(2): 156-9.
7. **Wanger J, Clausen JL, Coates A, Pedersen OF, Brusasco V, Burgos F, et al.** Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J* 2005; 26(3):511-22.
8. **Stocks J, Quanjer PH, ATS Workshop on Lung Volume Measurements.** Official Statement of The European Respiratory Society. Reference values for residual volume, functional residual capacity and total lung capacity. *Eur Respir J* 1995; 8(3):492-506.
9. **Cook CD, Hamann J.** Relation of lung to height in healthy persons between the ages of 5 and 38 years. *J Pediatr* 1961; 59(5): 710-4.
10. **Polgar G, Promadhat V.** Pulmonary function testing in children: techniques and standards, Philadelphia: WB Saunders, 1971.
11. **Sherrill DL, Lebowitz MD, Knudson RJ, Burrows B.** Continuous longitudinal regression equations for pulmonary function measures. *Eur Respir J* 1992; 5(4):452-62.
12. **American Thoracic Society, National Heart Lung and Blood Institute.** Consensus Statement on Measurements of Lung Volumes in Humans. ATS/NHLBI Consensus Document 12 nov.2003. Disponible en: <http://www.thoracic.org/adobe/lungvolume.pdf>. [Consulta: 6 setiembre 2013].
13. **Robinson PD, Latzin P, Verbanck S, Hall GL, Horsley A, Gappa M, et al.** Consensus statement for inert gas washout measurement using multiple- and single-breath tests. *Eur Respir J* 2013; 41(3):507-22.
14. **Lohman TG, Roche AF, Martorell R, eds.** Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books, 1988: 1-55.
15. **Pisabarro R, Recalde A, Irrazábal E, Chaftare Y.** ENSO niños I: primera encuesta nacional de sobrepeso y obesidad en niños uruguayos. *Rev Méd Urug* 2002; 18(3): 244-50.
16. **Torello P, Muiño A, Brea S.** ¿Existen diferencias entre los asmáticos con peso normal y los de sobrepeso-obesidad? *Arch Pediatr Urug* 2009; 80(2): 99-106.
17. **Centers for Disease Control and Prevention. National Center for Health Statistics.** Disponible en: <http://www.cdc.gov/nchs/>. [Consulta: 6 setiembre 2013].

Correspondencia: Dra. Adriana Muiño.
Asamblea 4521. Montevideo, Uruguay.
Correo electrónico: amuinio@adinet.com.uy

Anexo 1. Especificaciones técnicas del equipo Easy One Pro Lab ®

Flujo/volumen Precisión en la medición, volumen:
± 2% o 0,050 l

Precisión, flujo: ± 2% o 0,020 l/s (excepto PEF)

Precisión, PEF: ± 5% o 0,200

Precisión MVV: ± 5% o 5 l/min.

Resolución, volumen >1 ml

Resolución, flujo >4 ml/s

Rango de medición, el volumen ± 12 l

Rango de medición, el flujo ± 16 l/s

Resistencia es <1,5 cm H₂O/l/s a 12 l/s

Analizador de masa molar

Rango de medición 9 a 50 g / mol

Precisión <0,02 g / mol

Resolución 0,01 g / mol

Analizador Monóxido Carbono

Tipo NDIR

Rango de medición 0 al 0,35%

Precisión ± 0,001%

Resolución 0,0001%

Analizador de CO₂

Tipo de infrarrojo no dispersivo

Rango de medida de 0% a 15%

Resolución 0,005%

Precisión de:

0 a 5%: ± 0,05%

del 5 al 10%: ± 0,20%

> 10%: no especificado

Condiciones de funcionamiento:

Temperatura de 5 a 40°C (41 a 104°F)

LAB: 10 a 40°C - (50 a 104°F)

Humedad relativa 15% a 95%, sin condensación

LAB: 30% a 75%, sin condensación

Presión atmosférica 700-1060 hPa

Almacenamiento

Humedad relativa del 5% al 95%, sin condensación.

Presión atmosférica 500 a 1060 hPa

Además, el dispositivo no está destinado a ser utilizado en la presencia de ambientes ricos en oxígeno. Sin embargo, donde el dispositivo contiene ambientes ricos en oxígeno, que cumpla con los requisitos aplicables para el fuego la prevención.

Rango de tensión de funcionamiento: 100 a 240 V, 50 a 60 Hz

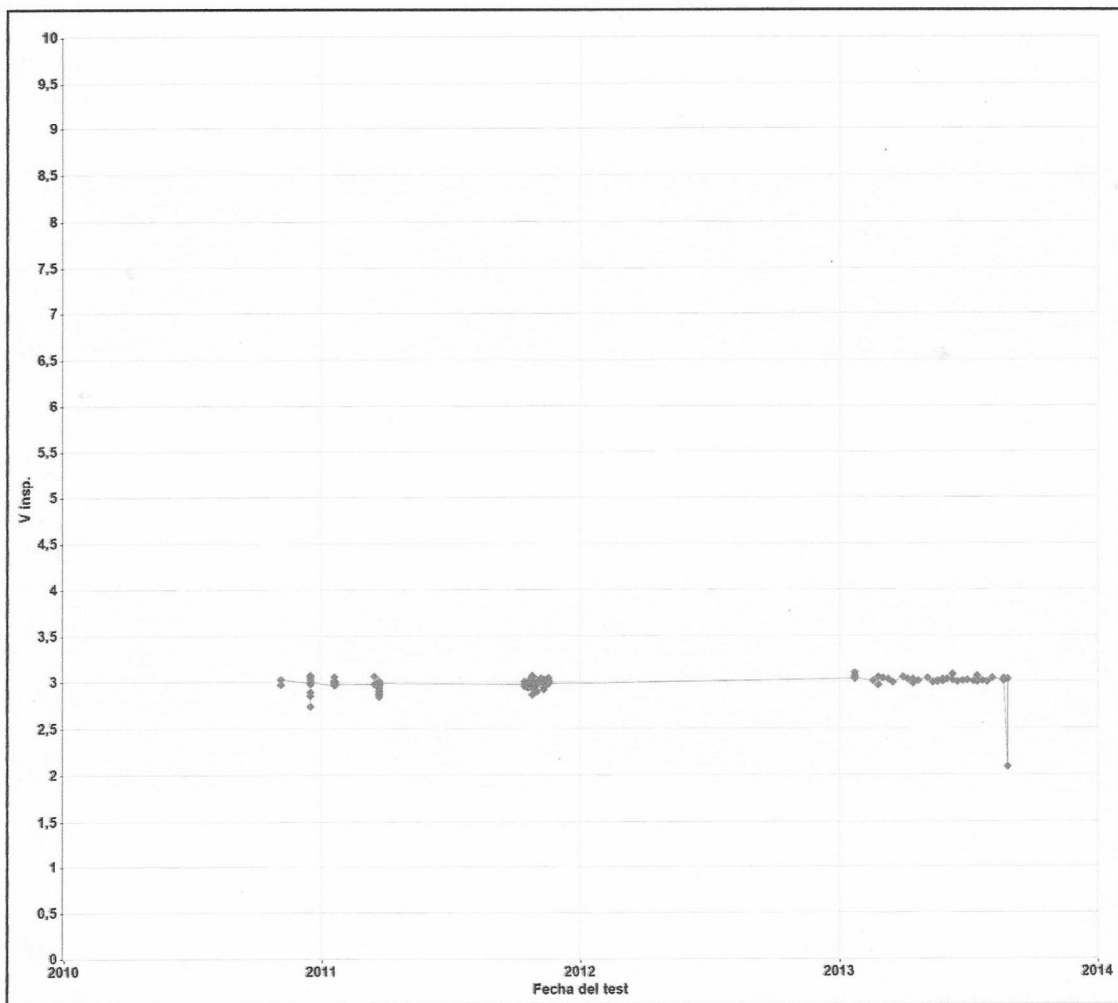
Anexo 2: Calibraciones periódicas del equipo

Centro Hospitalario Pereira Rossell
Policlínica Neumología Pediátrica
Laboratorio Funcional Respiratorio
Teléfono 27087741 interno 275

ndd Medizintechnik AG
EasyOnePro [1.5.0.19] (es)

Información del paciente

Apellido	Control de calibración
ID	C_0050
Edad	113 (01/01/1900)
Altura	
Peso	
Sexo	--
Fumador	--
Asma	--
EPOC	--



Centro Hospitalario Pereira Rosell
 Policlínica Neumología Pediátrica
 Laboratorio Funcional Respiratorio
 Teléfono 27087741 Interno 275

ndd Medizintechnik AG
 EasyOnePro [1.5.0.19] (es)
 EasyOnePro [4.5.3.27]
 SN EOP-600032/11924

Control de calibración
 ID C_0050

Información del test
 Tipo de test
 Fecha del test
 ID técnico
 BTPS (INSP/ESP)

Control de calibración
 27/08/2013 12:01:48 p.m.

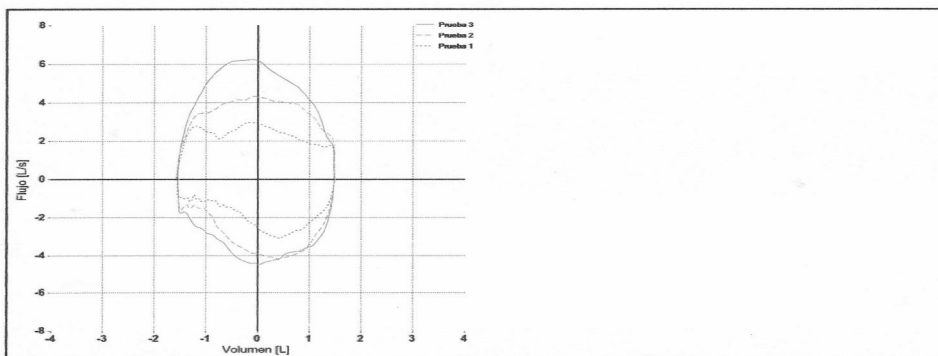
Ubicación _____

Modelo de jeringa _____

Nº de serie de jeringa _____

Resultado del test Precisión confirmada

Parámetro	Prueba 3	%Dif	Prueba 2	%Dif	Prueba 1	%Dif
V exp. [L]	3,03	1,15	3,04	1,50	3,05	1,72
V insp. [L]	3,02	0,77	3,02	0,83	3,03	1,13
F exp. [L/s]	5,75	-	4,09	-	2,55	-
F insp. [L/s]	4,00	-	3,61	-	2,10	-
Volumen de la	3,00	-	3,00	-	3,00	-



Centro Hospitalario Pereira Rosell
 Policlínica Neumología Pediátrica
 Laboratorio Funcional Respiratorio
 Teléfono 27087741 Interno 275

ndd Medizintechnik AG
 EasyOnePro [1.5.0.19] (es)
 EasyOnePro [4.5.3.27]
 SN EOP-600032/11924

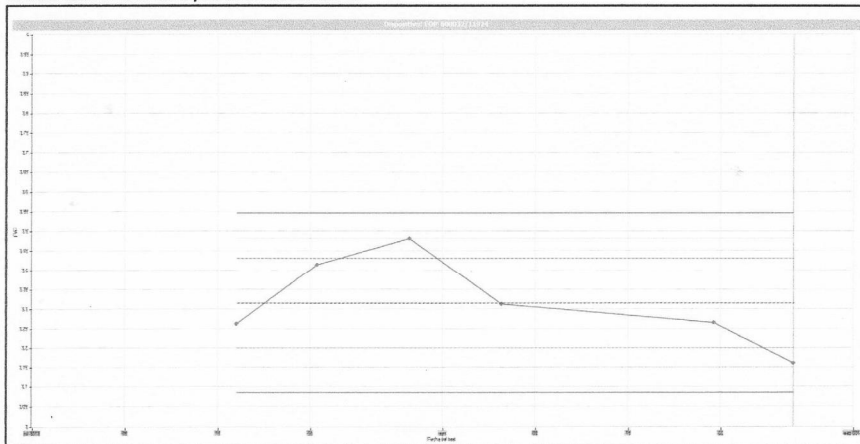
Sujeto BioCal

Apellido SILVERA IRIS
 ID 18093572
 Edad 51 (30/04/1962)
 Altura 165 cm
 Peso 74 kg
 Sexo Femenino
 Caucásico
 Fumador --
 Asma --
 EPOC --

Resultado del Grado global: BF / Sin interpretación, sin suficientes mediciones disponibles

Parámetro	FVC	FEV1	FEV6
Grado	BF	BF	BF
SD	0,12	0,09	0,12
Valor medio	3,32	2,62	3,31
CV%	3,47	3,56	3,53

Basado en: 6 Valores de 16/07/2013 - 27/08/2013
 Analizar estado: Faltan tests para un análisis válido: 14



Anexo 3. Procedimiento de CRF por lavado de nitrógeno

1. Paciente sentado
2. Adaptación de la pieza bucal asegurando que no existan fugas
3. Inicia respiración a volumen corriente
4. Una vez estabilizado el punto de reposo espiratorio realizar una CV lenta.
5. Continúa respirando a volumen corriente.
6. Se activa automáticamente la entrada de O₂ al 100 %
7. Espero el lavado de N₂ hasta que las concentraciones sean < 1,5 % durante por lo menos 3 respiraciones corrientes.
8. Esperar 15 minutos y repetir el procedimiento.

Consideraciones

- Debe mantenerse una diferencia entre las dos maniobras de 10%.
- Si se evidencias fugas de aire (aumento del N₂ brusco) detener la maniobra y repetir todo el procedimiento a los 15 minutos.

Definiciones de las variables de función pulmonar

(Medidas y calculadas a partir de la espirometría y la determinación de capacidad residual funcional)

- **Volumen corriente (VT):** volumen de aire que inspira y espira durante un ciclo respiratorio.
- **Volumen de reserva inspiratoria (VRI):** volumen de aire que podemos inspirar desde el nivel final de la inspiración normal.
- **Volumen de reserva espiratoria (VRE):** Volumen de aire máximo espirado desde el punto de reposo espiratorio o nivel final de la espiración normal.
- **Capacidad vital (CV):** Máximo volumen de aire movilizado entre las posiciones de máxima inspiración y máxima espiración. Cuando se realizan las maniobras de espiración forzada se denomina capacidad vital forzada (CVF).
- **Capacidad residual funcional (CRF):** es el volumen de aire que queda en los pulmonares al final de una espiración normal o punto de reposo espiratorio.
- **Volumen residual (VR):** volumen de aire que queda en el pulmón luego de una espiración máxima y no se puede medir por espirometría.
- **Capacidad pulmonar total (CPT):** Máxima cantidad de aire que tiene el pulmón al realizar una inspiración máxima.

