

Evaluación del rendimiento de la espirometría en preescolares sanos con estandarización adaptada a este grupo etario

MARCELA LINARES P.*, ILSE CONTRERAS E.*, PEDRO PABLO COX F.*,
PABLO BURGOS C.***, JAVIER LARA B.** y RODOLFO MEYER P.***

Assessment of spirometry efficiency in healthy preschool children using a modified standardization suited for this group of age

Spirometry has been standardized to be carried out in children not younger than 6 years-old. However, several studies have shown that it is feasible to obtain acceptable and reproducible forced expiratory maneuvers in preschool children by adjusting the requirements to that group of age. Our aims were to evaluate the spirometry efficiency in preschool children using a modified standardization, and to propose new acceptability and reproducibility criteria for spirometry in this group of age. Eighty healthy children (2.5 to 5.9 years old) were randomly selected through an informed consent followed by a survey and a physical examination. Each child was invited to do as many as possible forced expiratory curves in a Jaegger spirometer during a period not longer than 15 minutes. Curves with a clear peak expiratory flow (PEF), with a rapid rise and without a sudden ending of the expiratory flow from a point greater than 20% of PEF, were considered acceptable. The mean age of the 80 children was 4.7 years old and 31 of them were males. Three children did not want to do the test. From the 77 that did the test, 72 (93.5%) were able to get at least two acceptable curves. These 72 children correspond to 85.7% of children younger than 4 years old, 90.3% of children from 4 to 5 y.o and 100% of children from 5 to 6 y.o. We concluded that spirometry is a feasible and efficient test in preschool children if the standardization requirements are suited to them. We propose to use a new set of acceptability and reproducibility criteria for spirometry in this group of age.

Key words: spirometry; healthy preschool children; modified standardization.

Resumen

La espirometría se ha estandarizado para ser efectuada en niños de 6 ó más años de edad. Sin embargo, diversos estudios han demostrado que es factible obtener maniobras de expiración forzada aceptables y reproducibles en preescolares, si se ajustan los requerimientos de la estandarización a este grupo etáreo. Nuestros objetivos fueron evaluar el rendimiento de la espirometría en preescolares usando una estandarización modificada y proponer nuevos criterios de aceptabilidad y reproducibilidad para la espirometría en este grupo etáreo. Se seleccionaron aleatoriamente a través de un consentimiento informado y luego por una encuesta y examen físico 80 preescolares sanos de 2,5 a 5,9 años de edad. Cada niño fue invitado a realizar en un espirómetro Jaegger el máximo número de maniobras de espiración forzada que pudiera en un lapso no mayor de 15 min. Se consideraron aceptables las curvas con un trazado nítido del flujo espiratorio máximo (PEF), con elevación rápida y sin una terminación súbita del flujo espiratorio desde un nivel mayor al 20% del PEF. La edad promedio de los 80 niños fue 4,7 años y 31 eran de sexo masculino. Tres niños no quisieron efectuar la prueba. De los 77 que realizaron la prueba 72 (93,5%) lograron realizar al menos dos curvas aceptables. Estos 72 niños correspondieron al 85,7% de niños menores de 4 años de edad, al 90,3% de niños entre 4 y 5 años y al 100% de los niños entre 5 y 6 años de edad.

* Pediatra Broncopulmonar. Unidad de gestión clínica del niño. Hospital Padre Hurtado.

** Estudiantes de Kinesiología, Universidad de Chile.

*** Kinesiólogo. Laboratorio de función pulmonar infantil. Hospital Padre Hurtado.

Concluimos que si los requerimientos de estandarización son adaptados para la edad preescolar, la espirometría es una prueba factible y eficiente en preescolares. Proponemos usar un nuevo conjunto de criterios de aceptabilidad y reproducibilidad para la espirometría en este grupo etáreo.

Palabras clave: *Espirometría; preescolares sanos; modificación de la estandarización.*

Introducción

La medición de la función pulmonar permite establecer un diagnóstico fisiopatológico en el paciente que padece de una patología que afecta al aparato respiratorio. Evaluar la función pulmonar en la edad pediátrica no sólo tiene importancia clínica, sino que también es relevante en la evaluación del crecimiento y desarrollo pulmonar y los cambios consecuentes de la mecánica respiratoria.

Los niños en edad preescolar, entre los 3 y los 6 años, representan uno de los mayores desafíos de la medición de la función pulmonar, ya que no pueden ser fácilmente sedados como los lactantes y no tienen la capacidad de comprender y coordinar como los niños mayores, para cumplir con los requisitos de aceptabilidad y reproducibilidad que están estandarizados internacionalmente^{1,2}. Existen varias técnicas que pueden utilizarse a esta edad, las que implican mínima cooperación del paciente, como la oscilometría de impulso, la medición de resistencia con la técnica de interrupción (RINT) y la pletismografía³. Estas técnicas requieren equipos muy costosos, y son de difícil interpretación, por lo que no son masivamente utilizadas en todos los laboratorios. La espirometría tiene un valor indiscutible en la evaluación de la función pulmonar, debido a su frecuente utilización, disponibilidad de valores de referencia y facilidad en la interpretación de los resultados. Por otro lado, para poder obtener un seguimiento longitudinal de la función pulmonar en patologías que comienzan en edades tempranas de la vida, faltan valores espirométricos en la edad preescolar, ya que actualmente sólo se dispone de valores para lactantes y escolares.

En el último tiempo han surgido varias publicaciones que demuestran que la espirometría puede ser realizada en forma exitosa por preescolares, siempre y cuando las condiciones de estandarización y aceptabilidad se adapten según las capacidades de estos niños⁵⁻¹¹.

Basados en nuestra experiencia en la evaluación de la función pulmonar en niños pequeños, las condiciones del equipo utilizado y los datos recientemente publicados en la literatura, se diseñó una estandarización para realizar e interpretar la espirometría en preescolares.

El objetivo de este estudio es evaluar el rendimiento de la espirometría con estandarización modificada para preescolares, y proponer nuevos criterios para realizar espirometrías en este grupo etario.

Material y Método

Se seleccionaron al azar un grupo de niños sanos eutróficos de 2 a 6 años de edad para realizar una maniobra espirométrica en un equipo Jaeger Master-Screen IOS, en el laboratorio de función pulmonar infantil del Hospital Padre Hurtado de la Región Metropolitana de Santiago, Chile.

Los niños se seleccionaron a través de una encuesta (Anexo 1) confeccionada según trabajos internacionales, adaptada para ser aplicable al grupo social evaluado y corregida después de revisar las respuestas obtenidas en una muestra reducida. Estas se entregaron en 5 jardines infantiles de la Región Metropolitana de la ciudad de Santiago y fueron completadas por los padres de cada niño y devueltas en un período de 1 semana. A través de 12 preguntas, la encuesta permitió descartar asma u otra patología crónica, se registraron los antecedentes perinatales, de atopia personales y familiares, tipo de calefacción utilizada en el hogar y presencia de fumadores en la casa (Anexo 1). Se consideró el diagnóstico de asma o asma probable en los niños con respuestas afirmativas en al menos una de las primeras 7 preguntas. La pregunta en relación al uso de salbutamol se encontraba positiva en todos los encuestados a pesar de tener todas las demás respuestas negativas para el diagnóstico de asma. Para separar al grupo de asmáticos de los niños con bronquitis obstructivas asociadas a cuadros virales, se excluyeron los niños mayores de 3 años que habían utilizado salbutamol al menos 4 veces en el año. No ingresaron al estudio los niños con encuestas incompletas, antecedentes de prematuridad, bajo peso para la edad gestacional, patología respiratoria, cardiovascular o cualquier otra patología crónica y los que no tenían el consentimiento informado firmado por sus padres.

Los niños seleccionados fueron trasladados en horas de la mañana al laboratorio de función pulmonar del hospital, en grupos de 6 y acompañados de una parvularia o auxiliar. Previo a la

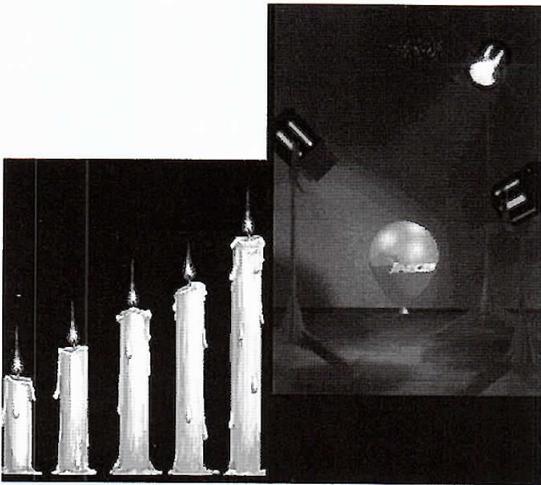


Figura 1. Programas de animación de la espirometría más comúnmente utilizados: las velas y el globo.

espirometría, se realizó medición de peso, talla y examen físico, descartándose los niños con un cuadro respiratorio agudo.

El modelo de estandarización diseñado para realizar e interpretar la espirometría consistió en que cada niño efectuara todas las curvas posibles en un lapso máximo de 15 minutos, en grupos de al menos 3 niños, comenzando por el que mostró más interés, en posición de pie y sin clip nasal.

En algunos casos y según el criterio del operador se utilizaron los programas de animación de las velas y el globo. En el primero, el niño debe apagar con la espiración forzada la mayor cantidad de velas que se disponen de menor a mayor tamaño en la pantalla. En el segundo, el objetivo es elevar un globo durante la maniobra de espiración forzada haciéndolo llegar a la parte superior de la pantalla, donde una aguja reventaría el globo (Figura 1).

La instrucción de la maniobra y todas la espirometrías fueron realizadas por el kinesiólogo encargado de realizar función pulmonar en nuestro laboratorio. Primero se enseñó el uso correcto de la boquilla sola: sujeta con los dientes y labios evitando fugas de gas e interposición de la lengua. Posteriormente, el operador realizó una espiración forzada desde capacidad pulmonar total (CPT) a modo de ejemplo. Luego se solicitó al niño que respirara a volumen corriente (VC) a través de la boquilla unida al espirómetro, hasta que el operador le indicara el inicio de una inspiración profunda seguida de una espiración forzada, para lo que cada vez se instruía como sigue: *"toma mucho aire y sopla*

con toda tu fuerza", estimulando al niño vigorosamente a través de la mímica.

En el momento del examen se grabaron las 5 curvas visiblemente mejores, definidas por un PEF evidente y de ascenso rápido, espiración sin artefactos ni evidencia de inspiración temprana o cese brusco de la espiración (Figura 2).

Las curvas se analizaron posteriormente a la realización de la espirometría, y se consideraron aceptables las que tenían un PEF evidente y de ascenso rápido y sin finalización brusca en un volumen mayor al 20% del PEF (Figura 3).

Para cada examen se obtuvieron las curvas de volumen tiempo y flujo-volumen, registrándose los valores de: PEF, CVF, VEF₁ (cuando el Tiempo Espiratorio (TE) fue igual o mayor a 1 segundo), VEF_{0,5}, FEF₂₅₋₇₅, FEM_{25, 50} y 75.

Se seleccionaron de las curvas que cumplieron con los criterios de aceptabilidad los tres mejores valores de CVF, VEF_{0,5} y VEF₁ de cada paciente, para el cálculo de reproducibilidad y coeficiente de variación. También se registró para su análisis el TE de la curva con mejor CVF y el volumen de extrapolación retrógrada (Ver) expresada en porcentaje de la CVF.

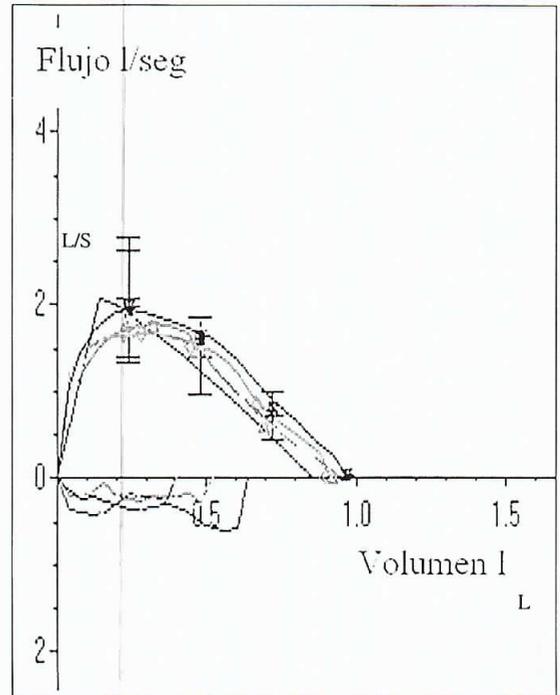


Figura 2. Curva flujo-volumen: 5 curvas seleccionadas, por ser las visiblemente mejores realizada por uno de los niños del estudio. En todas se observa un PEF evidente y de rápido ascenso, espiración sin artefactos ni evidencia de inspiración temprana ni cese brusco de la espiración.

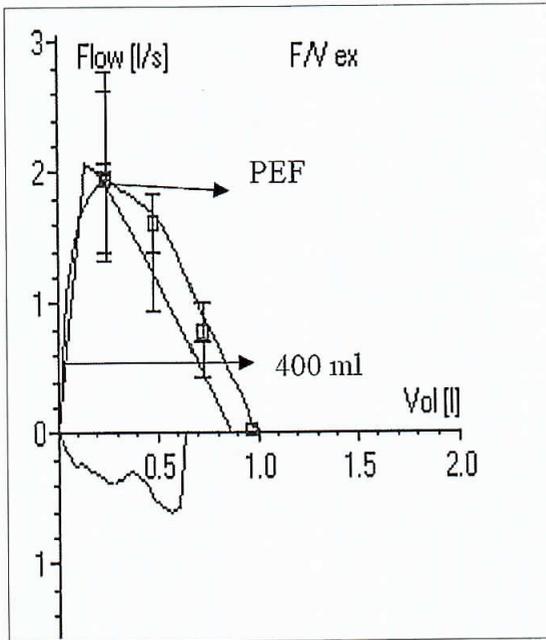


Figura 3. Curva flujo/volumen aceptable: PEF evidente y de ascenso rápido y sin finalización brusca en un volumen mayor al 20% del PEF. En el ejemplo el PEF es casi de 2 L/s, por lo que la curva no debe finalizar brusca antes de los 0,4 L/s (20% del PEF) para ser aceptable.

Se utilizó un equipo Jaeger MasterScreen IOS, Würzburg, Alemania, disponible comercialmente. Este incluye un neumotacógrafo Jaeger tipo Lilly con una adecuación de + 3%, un rango de flujo de + 20 L/s y transductores de flujo y presión con una linealidad menor al 0,5%. El equipo fue calibrado diariamente con una jeringa de 2 L.

Se realizó un análisis descriptivo de las variables, presentadas como promedio y desviación estándar (DS). Se consideró como variables dependientes a los índices espirométricos y variables independientes la talla en cm, sexo y edad en años. Se efectuó un análisis de correlación, con la ecuación de Pearson para determinar las mayores significancias para la talla y la edad y Anova para la variable sexo. Se aplicaron modelos de regresiones lineales múltiples para todos los índices espirométricos. Para la selección de variables en los modelos se utilizó el método "stepwise". Se consideró significativo un valor de $p < 0,05$ con intervalo de confianza de 95%.

Resultados

De 334 encuestas entregadas en 5 jardines infantiles, 207 fueron contestadas en forma com-

pleta, de las cuales 103 (49,7%) correspondían a niños sanos. De estos últimos, 6 niños no tenían el consentimiento informado y 17 presentaban un cuadro respiratorio agudo el día de la evaluación. De los 80 niños que finalmente quedaron para el estudio, 3 no quisieron realizar las maniobras, por lo que el grupo estudiado quedó constituido por 77 niños, 31 hombres y 46 mujeres, con una edad promedio de 4 años 7 meses y un rango de 2 años 5 meses a 5 años 9 meses. Ninguno de ellos tenía experiencia en la realización de espirometría.

Los antecedentes epidemiológicos están resumidos en la Tabla 1. El 54% presentó antecedentes de exposición a estufa de parafina y 27,7% al humo del tabaco. En el 8,3% se constataron antecedentes familiares de asma de primera línea. Estos niños no fueron descartados del grupo de estudio, ya que en el modelo de regresión multivariada realizado en estudios previos, ni el cigarrillo ni el asma en los padres influyeron en la función pulmonar⁶. En un trabajo anterior, realizado para obtener valores de referencia, el 28% de los niños estaban expuestos al humo del tabaco⁵. Por otro lado, si sólo se estudian los niños no expuestos a fumadores, en una población donde el 54% está expuesto, la muestra no sería representativa. Setenta y dos de los 77 preescolares realizaron al menos 2 curvas aceptables, lo que correspondió a un 85,7% de los niños de hasta 4 años de edad, 90,3% de los niños de hasta 5 años y 100% de los niños hasta los 6 años (Tabla 2).

Este grupo de 72 niños realizaron 9,4 maniobras en promedio (5-15) en un periodo máximo de 15 minutos. En el 28% de los casos se utilizó la animación, el tiempo espiratorio promedio fue de 1,3 s (0,6-3,9 s) y el 51,3% (37 niños) logró un tiempo espiratorio mayor de 1 s. El Ver en promedio fue de 7,4% de la CVF (2,9-14,5%). Sólo 26 niños (36%) tenían un Ver menor al 5%, y todos menos 2 menor al 12%.

Tabla 1. Características epidemiológicas de los 77 niños estudiados

Características epidemiológicas	
Edad (promedio (rango))	4,7 años (2,5 – 5,9)
Hombres / mujeres	40,2% / 59,7%
Exposición al humo del tabaco	27,7%
Exposición a estufa a parafina	54%
Antecedente familiar de primera línea de asma	8,3%

Tabla 2. Curvas aceptables. Los niños estudiados están separados en tres grupos etarios. Se indica el sexo y los que lograron al menos dos curvas aceptables en cada grupo

Grupos etarios	Niños estudiados según edad (número total / número de hombres)	Niños con 2 curvas aceptables en cada grupo etario: (% / valor absoluto)
< 3 años 11 meses	14 / 7	86% / 12
4 años a 4 años 11 meses	31 / 11	90% / 28
5 años a 5 años 11 meses	32 / 13	100% / 32
Total	77 / 31	93,5% / 72

Tabla 3. Reproducibilidad. Niños que logran una reproducibilidad menor al 5 y 10% para CVF, VEF₁ y VEF_{0,5} determinada entre el mejor y el segundo mejor valor de cada índice

Variable	Niños con reproducibilidad < 5% (valor absoluto (%))	Niños con reproducibilidad < 10% (valor absoluto (%))
CVF	57 (77,8)	67 (93,1)
VEF ₁	28 (82,4)	34 (100)
VEF _{0,5}	55 (76,4)	70 (97,2)

La reproducibilidad fue menor al 10% en el 93, 100 y 97% de los exámenes en CVF, VEF₁ y VEF_{0,5} respectivamente (Tabla 3). El coeficiente de variación fue de 3% para CVF y VEF₁ y de 4% para VEF_{0,5}.

En el modelo multivariado todas las variables independientes (talla, edad y sexo) resultaron significativas para todas las variables de función pulmonar estudiadas, siendo la talla la más significativa (coeficiente de correlación = 0,8) (Figura 4).

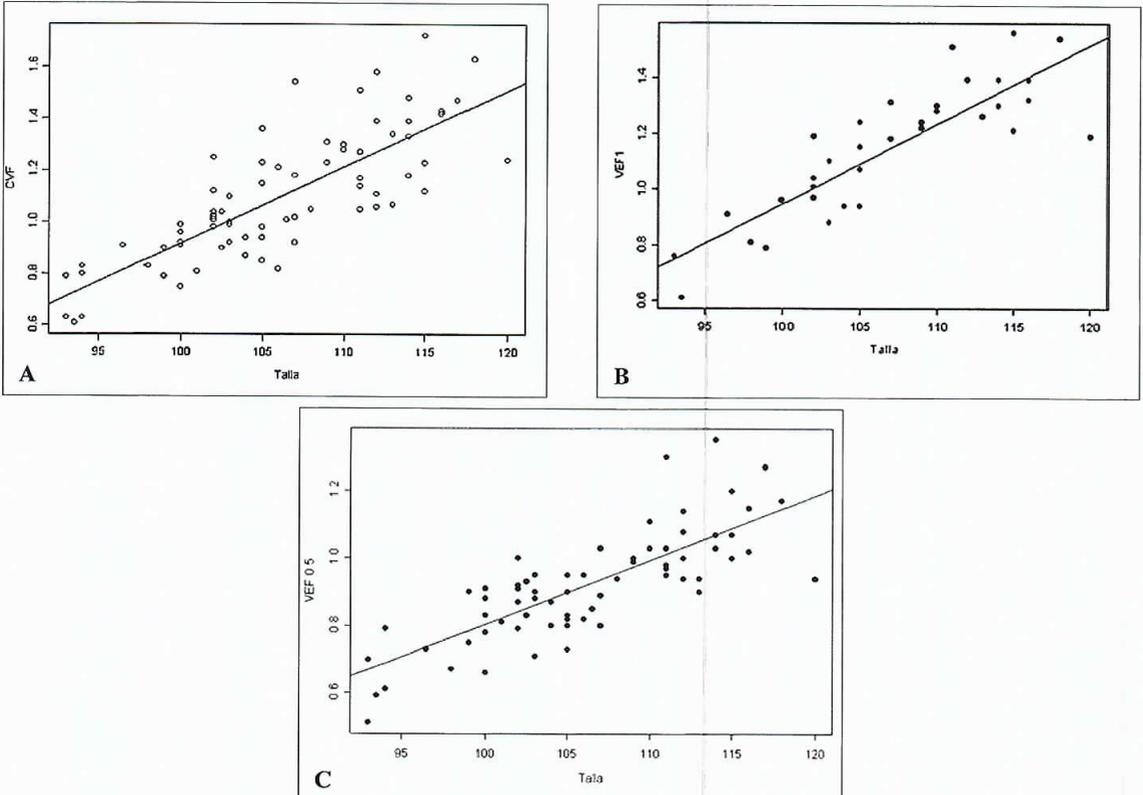


Figura 4. Regresiones Univariadas. A: relación entre CVF y talla, B: relación entre VEF₁ y talla, C: relación entre VEF_{0,5} y talla. En las tres figuras se observa la línea de regresión correspondiente. Coeficiente de correlación: 0,8.

Discusión

La espirometría es el examen de función pulmonar más utilizado. Su correcta interpretación depende del acucioso seguimiento de los criterios de aceptabilidad y reproducibilidad estandarizados por la Sociedad Americana de Tórax (ATS) y por la Sociedad Respiratoria Europea (ERS), lo que permite minimizar la variabilidad interindividual e intraindividual de la prueba^{1,2}. Estas exigencias son difíciles de alcanzar para niños pequeños, incluso en escolares con experiencia en la realización de espirometría, a pesar de lo cual la mayoría de las curvas obtenidas a esta edad son útiles para su interpretación¹². En una revisión retrospectiva de datos espirométricos en 98 niños de 3 a 5 años de edad, menos del 30% y ninguno de los menores de 4 años alcanzaron los criterios de la ATS¹⁰.

Se ha comprobado que al aplicar una presión negativa a la vía aérea abierta durante la espiración forzada en preescolares, se obtienen curvas que no cambian significativamente unas de otras, sólo se observa una mejoría del VEF₁ del 2%, lo que no tiene implicancia clínica. Esto significa que los preescolares alcanzan la limitación al flujo aéreo, aunque las características de la curva no sean como lo exige la ATS y la ERS⁸.

El niño pequeño tiene una capacidad de atención de pocos minutos, se distrae con facilidad y no es capaz de coordinar varias instrucciones al mismo tiempo, por lo que durante la maniobra de espiración forzada no puede espirar rápido, fuerte y sostener este esfuerzo por un período determinado de tiempo, por lo que en general sólo cumple con una de estas condiciones¹⁰. Por otro lado, el volumen de la CV de los preescolares es expulsado en su totalidad en alrededor de 1 segundo¹³. Estas características fisiológicas, explican por qué la estandarización de la espirometría diseñada para adultos, no puede ser aplicada en preescolares, e incluso es difícil de cumplir para los niños mayores.

En el último tiempo, varias publicaciones demuestran que la espirometría puede ser realizada en forma exitosa por preescolares, siempre y cuando las condiciones de estandarización y aceptabilidad se adapten según las capacidades de estos niños⁵⁻¹¹.

En este estudio, 77 de los 80 niños seleccionados (96,2%) fueron capaces de realizar las maniobras requeridas. De estos 77 preescolares que finalmente participaron, 72 (93,5%) efectuaron al menos 2 curvas aceptables (Tabla 2). Estos valores son semejantes a lo registrado en la literatura, donde se describe que el porcentaje

de preescolares sanos que realizan la espirometría con éxito varía entre 70 y 90% y es directamente proporcional a la edad^{5-7,9}.

A pesar de la falta de colaboración que habitualmente caracteriza a este grupo etario, el coeficiente de variación en nuestro estudio fue de 3% para CVF y VEF₁ y de 4% para VEF_{0,5}, valores semejantes a los encontrados en otros trabajos tanto en adultos como en preescolares⁵.

Al realizar el examen en grupos pequeños de niños, comenzando por el niño más colaborador, pudimos observar que éstos pierden el miedo y hacen un juego de imitación y competencia con sus pares, lo que permite con mayor facilidad obtener una buena maniobra. Por este motivo, consideramos que la realización de la espirometría en grupos, puede optimizar los resultados obtenidos. En todo caso es una variable que debe ser evaluada en forma objetiva en otro estudio.

A pesar de que las estandarizaciones enfatizan el uso de *clip* nasal, éste no fue utilizado, ya que se considera un elemento distractor que a veces asusta al niño. En un estudio anterior, no se observaron diferencias clínicamente significativas en los valores de VEF₁ y CVF obtenidos con o sin pinza nasal en un grupo de preescolares¹⁴.

El uso de programas animados por computadora para incentivar al niño a realizar maniobras aceptables y reproducibles tienen resultados dispares. En un grupo de 88 niños de 4 a 8 años de edad, se observó que la reproducibilidad de las curvas espiratorias forzadas no mejoran e incluso empeoran cuando se utilizan programas de incentivo como "las velas" y "el globo"¹⁵. Las velas permiten al niño lograr mejor PEF, pero no inducen a realizar una espiración sostenida en el tiempo, por lo que los valores de CVF obtenidos con este programa son menores, sobre todo en niños mayores. La utilización del programa de incentivo *EspiroGame*, comparado con el de las velas, permite obtener mayor rendimiento en la realización de la espirometría en preescolares⁷. El inconveniente es que es un programa no disponible comercialmente. En conclusión, no se recomienda el uso de los programas de incentivo de rutina, ya que su efectividad es variable para cada niño y para cada tipo de *software* utilizado.

Debido a que el preescolar tiene una capacidad de atención limitada, es que consideramos, basados en la literatura, un tiempo máximo de 15 minutos de permanencia en el laboratorio¹⁵. A pesar de que la ATS y la ERS recomiendan realizar hasta 8 intentos en cada espirometría, el niño puede efectuar un mayor número de curvas en corto tiempo, ya que su tiempo espiratorio

es menor, lo que permite aumentar la posibilidad de obtener una espirometría válida^{1,2,13}.

Idealmente se deben grabar todas las maniobras obtenidas y analizarlas en un tiempo posterior¹³. Lamentablemente, esto no puede lograrse con todos los equipos, de hecho el espirómetro Jaeger utilizado en este trabajo sólo permite grabar un máximo de 5 curvas por examen, por lo que seleccionamos las maniobras visualmente mejor realizadas y se excluyeron las curvas que denotaban un pobre esfuerzo, cierre glótico, tos y obstrucción de la pieza bucal.

En nuestro estudio, cinco niños no cumplieron con los criterios de aceptabilidad: ausencia de PEF en dos, terminación antes del 20% del valor de PEF en uno y ambos criterios en otros dos.

El PEF evidente se definió como un solo peak de ascenso rápido y de forma triangular⁵. Este criterio de estimación subjetiva visual del PEF, ya fue definido en otro trabajo, donde se consideró que era suficiente como criterio de aceptabilidad del inicio de la curva en niños¹². No se aconseja utilizar el tiempo de ascenso del PEF menor a 0,1 segundo descrito por Miller¹⁶ como criterio de aceptabilidad en niños, ya que se ha demostrado que ninguno de ellos es capaz de lograrlo.

El criterio del comienzo de la espirometría en adultos está estandarizado cuantitativamente en base al Ver, el que no debe ser mayor al 5% de la CVF o a 150 ml o 100 ml según la ATS y la ERS respectivamente^{1,2}. En nuestro grupo de estudio, sólo el 34% de los niños tenían un Ver menor al 5%, y en todos menos en dos de ellos fue menor al 12%. Estos hallazgos son semejantes a los encontrados en la literatura, donde se aconseja considerar como aceptable un Ver menor del 12% en preescolares¹³.

La ATS define que la curva volumen tiempo debe ser de al menos 6 segundos o finalizar en forma de *plateau*¹. Aunque reconoce que en niños el tiempo de exhalación puede ser menor, no especifica de cuánto debe ser. En nuestro estudio observamos que sólo la mitad de los niños fueron capaces de mantener la espiración más de un segundo. Esto fue logrado por el 37,5% de los niños menores de 5 años y el 71,8% de los niños mayores de 5 años respectivamente. En un trabajo anterior realizado en escolares con experiencia en la realización de espirometría, se encontró que sólo el 15,3% podían mantener la espiración por 6 segundos¹². Los hallazgos de las publicaciones realizadas en preescolares son semejantes a lo encontrado en nuestro grupo de estudio, donde observaron que el TE es directamente proporcional a la edad y

es logrado por un 40% de los niños menores de 4 años^{5,11,13}.

El preescolar puede vaciar sus pulmones completamente en un segundo debido a que tienen un volumen pulmonar pequeño¹². Esto implica que el VEF₁ y la CVF en algunas ocasiones sean iguales, por lo que el VEF₁ y la relación VEF₁/CVF no serviría para evaluar obstrucción bronquial, siendo los flujos espirados al 0,5 y 0,75 de la CVF más útiles para evaluar a estos niños^{12,13,18}. Hay que tener presente que muchos niños no logran espirar ni siquiera durante un segundo, por lo que no podemos contar con VEF₁ como parámetro de evaluación, aunque la mayoría de los espirómetros, igualmente arroja un valor de VEF₁, ya que extrapolan el valor, obteniéndose un VEF₁ falso. Otro elemento a considerar es que algunos *software* sobreestiman el TE y arrojan un valor falso, cuando el niño quita su boca de la pieza bucal antes de inspirar nuevamente o cuando el operador no detiene el registro (Figura 5). La finalización de la espirometría en forma de meseta no puede exigirse en preescolares, sobre todo en los más pequeños, que tienden a finalizar bruscamente la espiración, aún cuando han logrado una exhalación completa¹³. Nosotros hemos elegido como punto de corte el que no finalice bruscamente en flujos > al 20% del PEF, lo cual se asemeja a lo adoptado en otros estudios^{5,4,7}. Sólo 3 de los 77 niños del grupo estudiado no lograron este criterio. El inconveniente de este criterio es que el valor no se encuentra disponible en el *software* en forma automática y hay que hacer un cálculo manual.

La reproducibilidad fue menor al 5% para CVF en el 78% de los exámenes, para VEF₁ en el 82% y para VEF_{0,5} en el 76% de los exámenes. Estos porcentajes aumentan a más del 90% cuando se exige una reproducibilidad del 10% (Tabla 2).

Estos valores son semejantes a los reportados por Nystad⁶ y Aurora¹³, donde los preescolares pueden lograr un 10% de reproducibilidad, pero no un 5% como lo exige ATS para adultos. No es recomendable utilizar valores absolutos de 100 ó 200 ml de diferencia entre los dos mejores valores de CVF y VEF₁ según ERS o ATS como criterio de reproducibilidad, ya que son volúmenes muy altos para el volumen pulmonar total de estos niños¹³. De todas formas, el hecho de no alcanzar criterio de reproducibilidad no invalidaría el examen, de la misma forma como ocurre en el adulto¹³.

En el análisis de correlaciones, se encontró que CVF, VEF₁ y VEF_{0,5} se correlacionaron

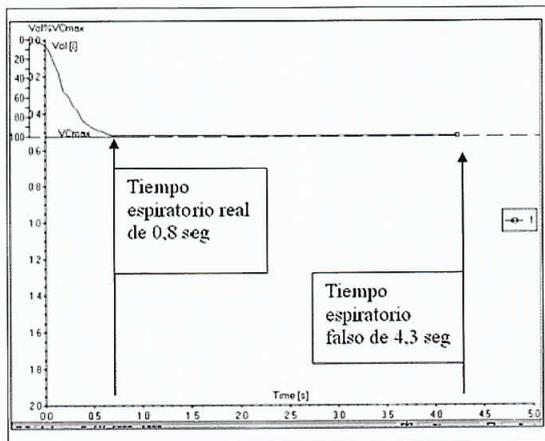


Figura 5. Tiempo espiratorio falso. Curva volumen tiempo realizada por un niño del estudio. Se observa un TE falso de 4,3 segundos, el que se identifica por la finalización en línea recta perfectamente paralela a la horizontal, el real es de 0,8 segundos.

significativamente con la edad y la talla, con valores "r" de 0,7 a 0,85. En el modelo multivariado todas las variables independientes (talla, edad y sexo) resultaron significativas para todas las variables de función pulmonar estudiadas, siendo la talla la más significativa de todas (Figura 4). Los hombres presentaron valores mayores para todas las variables.

Concluimos que la espirometría es un examen de alto rendimiento en preescolares cuando se adecuan las exigencias de estandarización. Para la realización con éxito de este examen, es conveniente limitar el tiempo de permanencia del niño en el laboratorio, no exigir el uso de clip nasal, evaluar individualmente la utilización de programas de incentivo, y grabar todas las maniobras posibles. Para considerar una curva aceptable se propone exigir un PEF evidente y de rápido ascenso, espiración sin artefactos y sin finalización brusca en flujos > al 20% del PEF, independientemente del TE. Un grupo importante de niños no es capaz de lograr un TE mayor de 1 segundo, por lo que es más adecuado utilizar parámetros como el VEF_{0,5} en vez de VEF₁ para interpretar los resultados. La reproducibilidad del examen en la mayoría de estos niños es menor al 12%, aunque este criterio no invalida los resultados.

Para aumentar la utilidad de la espirometría en preescolares es necesario contar con valores de referencia nacionales. No fue posible realizar ecuaciones de regresión en base a este estudio debido a que el número de niños no fue suficiente.

Bibliografía

- 1.- Standardization of Spirometry, 1994 Update. American Thoracic Society. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: 1107-36.
- 2.- QUANJER P H, TAMMELING G J, COTES G E, PEDERSEN O F, PELSIN R, YEMAULT J C. Lung volumes and forced ventilatory flows: report of Working Party on Standardization of Lung Function Test, European Community for Steel and Coal. Official statement of European Respiratory Society. *Eur Respir J Suppl* 1993; 16: 5s-40s.
- 3.- NIELSEN K, BISGAARD H. Discriminative Capacity of Bronchodilator Response Measure with three Different Lung Function Techniques in Asthmatic and Healthy Children Aged 2 to 5 years. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164: 554-9.
- 4.- MAROSTICA P J, WEIST A D, EIGEN H, ANGELICCHIO C, CHRISTOPH K, SAVAGE J, et al. Spirometry in 3 to 6 year old children with cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 67-71.
- 5.- EIGEN H, BIELER H, GRANT D, CHRISTOPH K, TERRILL D, HEILMAN D K, et al. Spirometric pulmonary function in healthy preschool children. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163: 619-23.
- 6.- NYSTAD W, SAMUELSEN S O, NAFSTAD P, EDVARDBSEN E, STENSRUD T, JAACKOLA J J. Feasibility of measuring lung function in preschool children. *Thorax* 2002; 57:1021-7.
- 7.- VILOZNI D, BARKER M, JELLOUSCHEK H, HEIMANN G, BLAU H. An interactive computer animated system (SpiroGame) facilitates spirometry in preschool children. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164: 2200-5.
- 8.- JONES M H, DAVIS S D, GRANT D, CHRISTOPH K, KISLING J, TEPPER R S. Forced expiratory maneuvers in very young children. Assessment of flow limitation. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 791-5.
- 9.- ZAPLETAL A, CHALUPOVA J. Forced expiratory parameters in healthy preschool children (3-6 years of age). *Pediatr Pulmonol* 2003; 35: 200-7.
- 10.- KANENGISER S, DOZOR A J. Forced expiratory maneuvers in children aged 3 to 5 years. *Pediatr Pulmonol* 1994; 18: 144-9.
- 11.- CRENESSE D, BERLIOZ M, BOURRIER T, ALBERTINI M. Spirometry in children aged 3 to 5 years: reability of forced expiratory maneuvers. *Pediatr Pulmonol* 2001; 32: 56-61.
- 12.- ARETS H G, BRAKEL H J, VAN DER ENT C K. Forced expiratory maneuvers in children: do they meet ATS and ERS criteria for spirometry? *Eur Respir J* 2001; 18: 655-60.
- 13.- AURORA P, STOCKS J, OLIVER C, SAUNDERS C, CASTLE R, CHAZIPARASIDIS G, et al. Quality control for spirometry in pre-school children with and without lung disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 169: 1152-59.
- 14.- CHAVASSE R, JOHNSON P, FRANCIS J, BALFOURLYN I, ROSENTHAL M, BUSH A. To clip or not to clip? Noseclips for spirometry. *Eur Respir J* 2003; 21: 876-8.
- 15.- GRACCHI V, BOEL M, VAN DER LAAG J, VAN DER ENT C K. Spirometry in young children: should computer-animation programs be used during testing? *Eur Respir J* 2003; 21: 872-5.
- 16.- MILLER M J, PEDERSEN O F, QUANJER P H. The rise and dwell time for peak expiratory flow in patients with and without airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158: 23-7.

- 17.- RANGANATHAN S, DEZATEUX C A, BUSH A, CARR S B, CASTLE R, MADGE S L, et al. Airway function in infants newly diagnosed with cystic fibrosis. Lancet 2001; 358: 1964-5.
- 18.- RANGANATHAN S, HOO A F, LUM S Y, GOETZ I, CASTLE R A, MADGE S L, et al. Exploring the relationship between forced maximal flow at functional residual capacity and parameters of forced expiration

from raised lung volume in healthy infants. Pediatr Pulmonol 2002; 33: 419-28.

Correspondencia a:
 Marcela Linares P.
 Hospital Padre Hurtado,
 Esperanza 2150,
 Comuna de San Ramón, Santiago, Chile.

Anexo 1. Encuesta para evaluar el estado de salud cardiorrespiratorio

Nombre niño(a):		Edad (años y meses):
Peso: (kg)	Talla: (centímetros)	Peso al nacer: (gramos)
Edad Gestacional (¿Con cuántas semanas nació su hijo?):		
¿Nació antes de tiempo?: sí.....no.....		

Las siguientes preguntas son **en relación con el niño**. Marque con una cruz

- 1) ¿Algún médico le ha diagnosticado asma u otra enfermedad respiratoria persistente?
 Sí _____ No _____

Si su respuesta es Sí, ¿Cuál de las siguientes? :

Asma _____ Bronquitis Obstructiva a Repetición _____
 Otra _____

- 2) ¿Tiene tos luego de realizar ejercicio cuando NO está resfriado?
 Sí _____ No _____

- 3) ¿Tose en la noche cuando NO está resfriado?
 Sí _____ No _____

- 4) ¿Sufre de alguna enfermedad cardíaca en este momento controlada por un médico?
 Sí _____ No _____

Si su respuesta es Sí, ¿Sabe cuál?: _____

- 5) ¿Ha estado hospitalizado por alguna enfermedad respiratoria?
 Sí _____ No _____

Si su respuesta es Sí, ¿Cuándo y cuál fue el diagnóstico?: _____

- 6) ¿Ha recibido Salbutamol (Fesema, Butotal, Aerolin u otro), después de los tres años de vida más de 4 veces por año?
 Sí _____ No _____

- 7) ¿Ha recibido o recibe Corticoides inhalados (Beclosema, Xiten, Flixotide, Flusona, Inflammide, o Clebudan)?
 Sí _____ No _____

- 8) ¿Presenta su hijo(a) otra enfermedad importante que lo afecte?
 ¿Cuál? _____

- 9) Tiene su hijo diagnóstico de:
 Rinitis alérgica (congestión nasal o nariz tapada en primavera o permanente):
 Sí _____ No _____ No sabe _____

Dermatitis Atópica (alergia de la piel):
 Sí _____ No _____ No sabe _____

- 10) ¿Hay antecedentes familiares de las siguientes enfermedades? (Colocar Sí, NO o No Sabe):

	Padre	Madre	Hermanos
Asma			
Rinitis alérgica			
Dermatitis atópica			

- 11) ¿Alguien de la casa fuma dentro de ella?
 Sí _____ No _____ ¿Quién? _____

- 12) ¿Qué tipo de calefacción usa?

Brasero _____ Leña _____ Parafina _____ Gas _____ Gas catalítico _____ Eléctrica _____