

Introducción

La oscilometría de impulso (IOS) ha emergido como una técnica no invasiva y eficaz para evaluar la mecánica pulmonar durante la respiración normal. A diferencia de otras pruebas de función pulmonar, la IOS proporciona información detallada sobre la resistencia y reactancia del sistema respiratorio sin requerir grandes esfuerzos por parte del paciente. Sin embargo, la interpretación precisa de los resultados de la IOS requiere ecuaciones de referencia específicas, que han sido escasamente desarrolladas para ciertas poblaciones. Actualmente, existen diferentes estudios sobre IOS en diversas poblaciones de latinoamerica. Sin embargo, la interpretación de los resultados puede variar según factores étnicos y geográficos, lo que subraya la importancia de comparar y establecer valores de referencia específicos para grupos particulares, como los niños a la altura de Bogotá.

Objetivos

El objetivo de este estudio es determinar valores de referencia para la IOS en niños sanos de 3 a 7 años a la altura de Bogotá, Colombia, con el fin de mejorar la precisión diagnóstica y la gestión clínica de diversas afecciones respiratorias en esta población ya que permitirán una evaluación acertada de la función respiratoria y contribuirá a la mejora de las prácticas clínicas de la región.

Materiales y métodos

Diseño del estudio y población

Estudio observacional transversal en niños sanos de 3-7 años en Bogotá (2640m sobre nivel del mar), de agosto 2019 a febrero 2020, interrumpido por la pandemia COVID-19. Se realizaron mediciones antropométricas y oscilometría de impulso (IOS) con JAEGER™ Vyntus™, incluyendo 3 mediciones basales y 3 post-broncodilatador (400mcg salbutamol). Se midieron parámetros de impedancia respiratoria. Criterios de inclusión: ausencia de enfermedades crónicas, patologías respiratorias y exposición al tabaco. El cierre de laboratorios por la pandemia limitó el tamaño muestral. El estudio fue aprobado por los comités de ética de los hospitales Santa Clara y Militar Central.

Análisis estadístico y estimación ecuaciones

Se realizó un análisis descriptivo univariado de las variables a partir de media y desviación estándar, presentando cuartiles de la distribución de las variables continuas. Fueron utilizadas pruebas t-student para realizar comparación de medias entre grupos (sexo). Se creó la matriz de correlación sobre los datos antropométricos de los niños, los datos se procesaron en R (Version 4.2.2) Se ajustaron los modelos de regresión lineal para cada una de las variables predictoras de la IOS (R5,R20,X5,AX,Fres), se utilizó el método de stepwise y menor AIC (Criterio de información Akaike) para seleccionar el mejor modelo, se evaluó distriución de los residuales por medio de la prueba de normalidad Shapiro Wilk Test. Para selección de variables explicativas se descartaron con inflación de varianza (VIF).

Resultados

Un total de 70 oscilometrias, 31 niños (44.3 %) y 39 niñas (55.7 %) participaron, con una media de edad de $5,6 \pm 1,4$ y $5,8 \pm 1,3$ años respectivamente. La muestra presentó medianas de 19 Kg en peso,111

cm en estatura, un IMC de 15.5 (kg/cm2) y un ASC de 0.76 m2. Los Parámetros de IOS en cmH2O(L/s) para R5 fueron 9.4 y 8.0 pre y post broncodilatador respectivamente, presentando una respuesta de -12.3 %, el R20 (pre: 6.0 vs post: 5.5) con respuesta de -9.0 %, X5 presentó respuesta de 14.6 % (pre: -2.94 vs post: -2.68). La frecuencia (Fres) en HZ presentó un cambio de -12.2 % (pre: 28.3 vs post: 29.4) Figura 1 .

Variable	Niños		Niñas		p-valor
	media	sd	media	sd	
Edad(años)	5.6	1.4	5.8	1.3	0.623
Altura(cm)	110.8	11.5	113.0	12.2	0.453
Peso(Kg)	20.2	7.2	19.4	5.1	0.590
R5(kPa/(L/s))	0.9	0.2	0.9	0.2	0.501
R20(kPa/(L/s))	0.6	0.1	0.6	0.1	0.935
X5 (kPa/(L/s))	-0.28	0.07	-0.33	0.1	0.021
Fres(Hz)	28.1	4.7	28.9	4.5	0.478
AX(kPa/L)	3.7	1.2	4.3	1.4	0.066

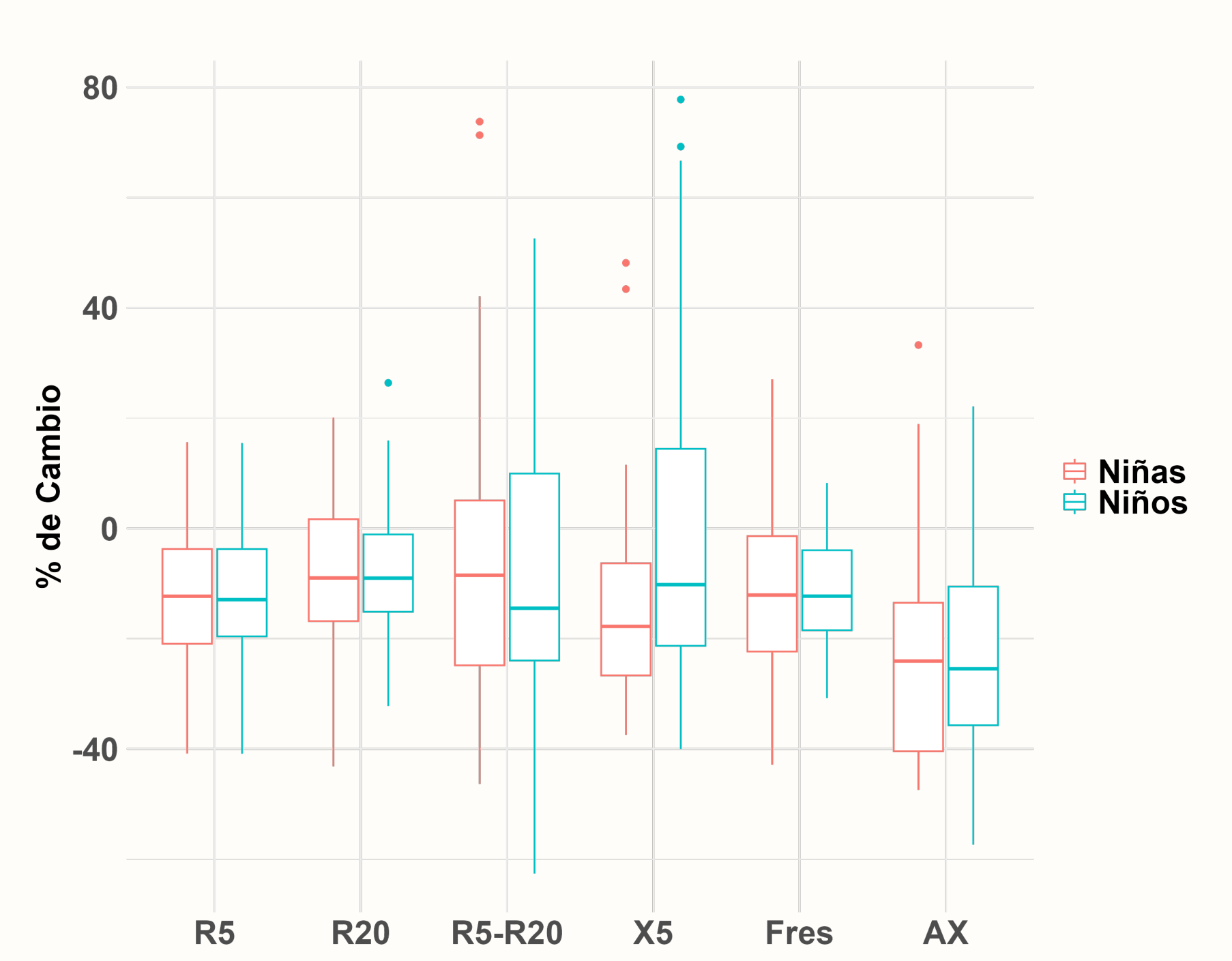


Figura 1: Distribución de porcentaje de cambio de broncodilatador en IOS

Modelos

Las tablas 1 y 2 muestran las ecuaciones de IOS para Niños y Niñas para R5, R20, X5, AX y Fres, evidenciando la edad como la de mayor influenciador en las regresiones lineales para ambos sexos exceptuando para Fres en niñas. La ecuaciones fueron estimadas para niñas presentaron significancia al 5 % en R5 y en Ax, mientras que para niños se dio en todas exceptuando en R20. Los valores de los R2 ajustado fueron en promedio mejores para niños que para niñas. Se realizó verificación se supuestos a partir de distancias de cook sin encontrar datos atípicos relevantes para omitir en el ajuste de las ecuaciones.

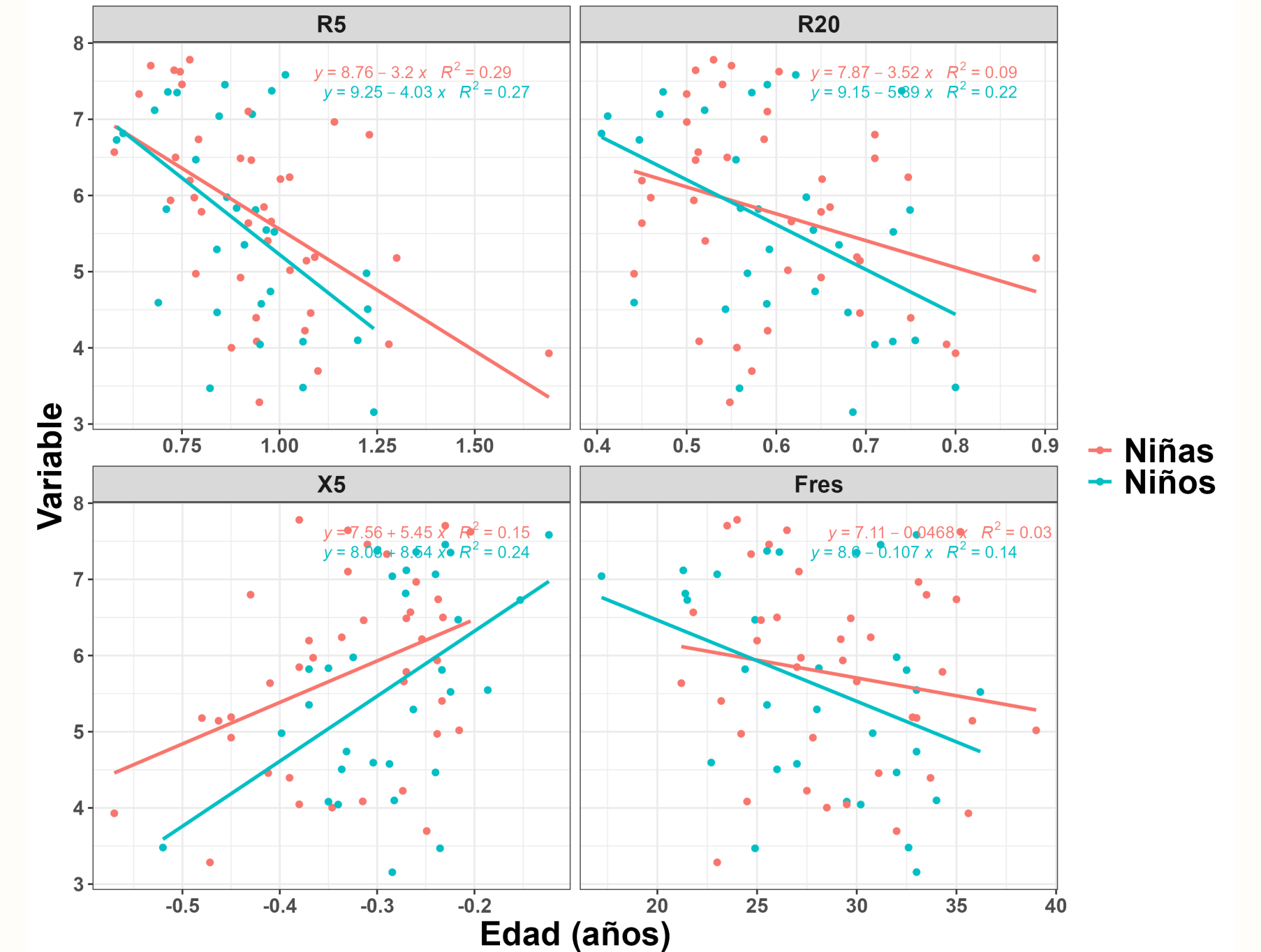


Figura 2: Regresiones para edad

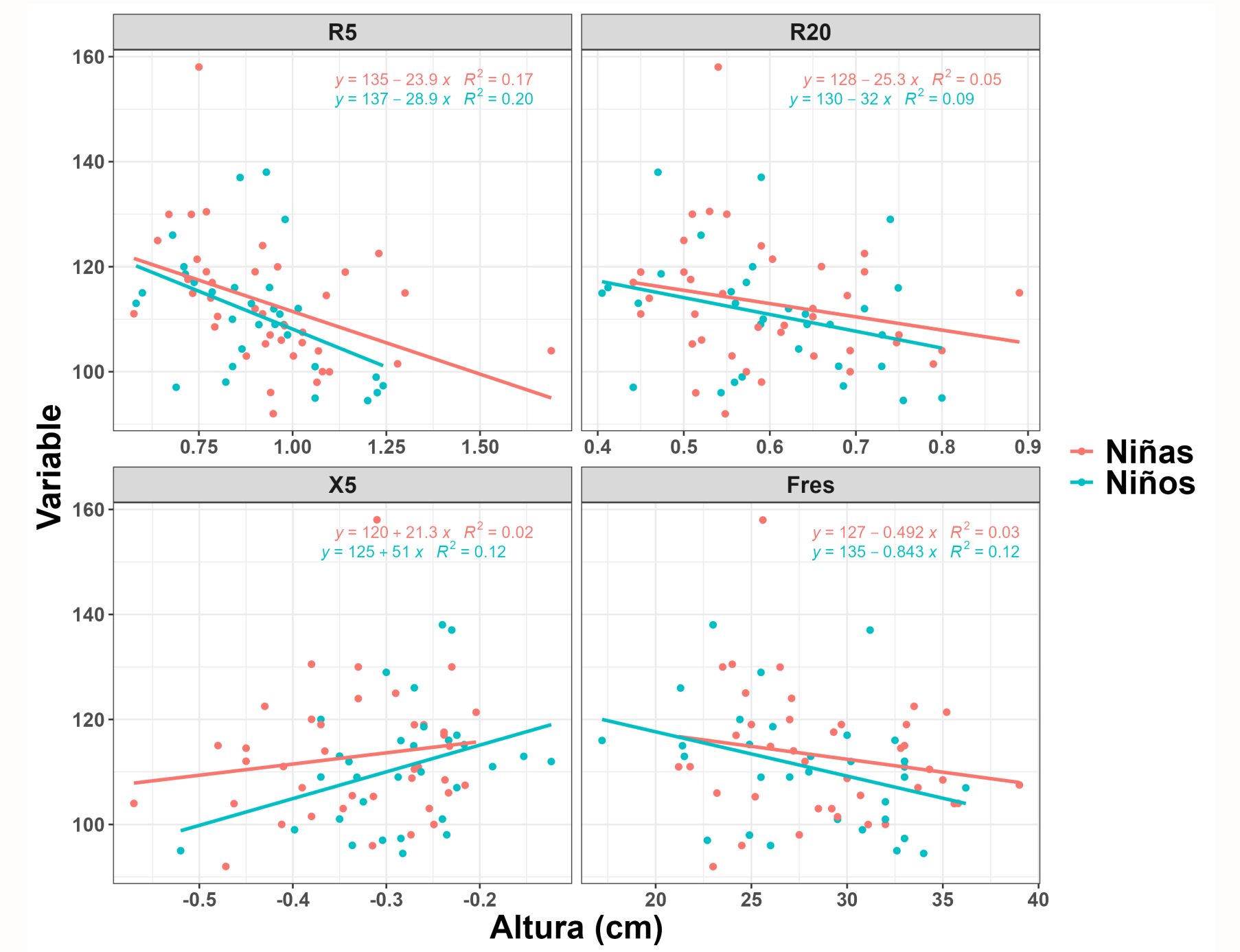


Figura 3: Regresiones para altura

Las Figuras 2 y 3 muestran que la edad y la altura tienen correlaciones significativas con los parámetros de oscilometría de impulso (IOS) en niños y niñas. Con el aumento de la edad y la altura, las resistencias (R20 y R5) y la frecuencia de resonancia (Fres) disminuyen, mientras que la reactancia (X5) aumenta. Rrs5 muestra las correlaciones más fuertes, especialmente en niñas. Estas observaciones sugieren la importancia de considerar la edad y la altura al establecer valores de referencia de IOS en niños de 3 a 7 años.

Var.	Ecuación
R5	$1,4625 - (0,0912 \times E)$
R20	$0,7493 - (0,0259 \times E)$
X5	$-0,6029 + (0,0482 \times E) + (0,0148 \times I) - (0,2999 \times A)$
AX	$7,5630 - (0,5722 \times E)$
Fres	$29,9348 + (0,3061 \times I) - (7,4083 \times A)$

Var.	R ²	R ² Aj.	RSD	p-valor
R5	0.2917	0.2725	0.1811	0.0004
R20	0.0913	0.0667	0.1041	0.0616
X5	0.2188	0.1519	0.0825	0.0792
AX	0.2566	0.2365	1.2403	0.0010
Fres	0.0345	-0.0192	4.5469	0.4281

Tabla 1: Ecuaciones de referencia para variables de oscilometría por impulso en niñas sanas Genero -F

Var.	Ecuación
R5	$1,2797 - (0,0709 \times E) + (0,0295 \times A)$
R20	$0,8153 - (0,0358 \times E) - (0,0156 \times A)$
X5	$-0,5363 + (0,0219 \times E) + (0,0081 \times I)$
AX	$6,3611 - (0,5282 \times E) + (0,0141 \times P)$
Fres	$35,2593 - (1,281 \times E)$

Var.	R ²	R ² Aj.	RSD	p-valor
R5	0.2742	0.2224	0.1549	0.0291
R20	0.2205	0.1648	0.0984	0.0564
X5	0.2849	0.2338	0.0678	0.0254
AX	0.3049	0.2553	1.0176	0.0195
Fres	0.1365	0.1067	4.4307	0.0408

Tabla 2: Ecuaciones de referencia para variables de oscilometría por impulso en niños sanos Genero -H

- Notas:
- **E:**Edad, **I:** IMC, **P:** Peso, **A:** Altura
 - **R²:** Coeficiente de determinación. Indica la proporción de la varianza en la variable dependiente que es predecible a partir de la(s) variable(s) independiente(s).
 - **R² Aj.:** Coeficiente de determinación ajustado. Una versión modificada del R² que se ajusta para el número de predictores en el modelo.
 - **RSD:** Desviación estándar residual (Residual Standard Deviation). Mide la dispersión de los residuos (diferencias entre valores observados y predichos).
 - **p-valor:** Nivel de significancia observado. Indica la probabilidad de obtener resultados al menos tan extremos como los observados, asumiendo que la hipótesis nula es cierta.

Discusión

En este estudio se muestra cómo las ecuaciones de IOS para Bogotá en niños representan un aporte significativo en la estandarización de pruebas de función pulmonar. Esto permite comparar entre niños sanos y aquellos con posible afectación en vías aéreas pequeñas, mejorando el diagnóstico. Además, abre la posibilidad de refinar el modelo a partir de más información recopilada con un mismo dispositivo de medición. En muchas de las publicaciones propuestas por [1], [3], [4] muestran como las medidas antropométricas presentan asociación lineal con las IOS. Este estudio propone establecer unas ecuaciones de IOS como referencia para futuros estudios que puedan incluir diversidad en población colombiana.

*

Referencias

[1] Maíra S. de Assumpção et al. "Reference Equations for Impulse Oscillometry System Parameters in Healthy Brazilian Children and Adolescents". En: *Respiratory Care* 61.8 (2016), págs. 1090-1099. DOI: 10.4187/respcare.04226.

[2] Christian Andrés Casas Cárdenas y Jennifer Andrea Soler Solaque. "Valores de referencia de oscilometría de impulso en pacientes pediátricos sanos entre 3 y 7 años en una ciudad colombiana localizada a gran altitud (2640 msnm)". Programa de Postgrado en Neumología Pediátrica. Trabajo de Grado. Bogotá, Colombia: Universidad El Bosque, 2020.

[3] Laura Gochicoa-Rangel et al. "Values of Impulse Oscillometry in Healthy Mexican Children and Adolescents". En: *Respiratory Care* 60.1 (2015), págs. 1-9. DOI: 10.4187/respcare.03374.

[4] E. G. Meraz et al. "Reference Equations for Impulse Oscillometric and Respiratory System Model Parameters in Anglo and Hispanic Children". En: *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica* 37.1 (2016), págs. 49-61. DOI: 10.17488/RMIB.37.1.6.