

## Resúmenes de los trabajos libres de la Segunda Reunión de la Sociedad Latinoamericana de Fisiología Respiratoria (Ciudad de México, 2018)

### Análisis de los criterios de término en la maniobra espirométrica forzada en un laboratorio de función pulmonar de alta demanda

**Barragán-Pola G, Torre-Bouscoulet L, Pérez-Padilla R, Gochicoa-Rangel L, Martínez-Briseño D, Thirión-Romero I**

INER Ismael Cosío Villegas

**Introducción:** El estándar actual ATS/ERS 2005 establece que los criterios de término en la maniobra espirométrica incluyen un mínimo de 6 segundos de tiempo espiratorio forzado (FET) para sujetos mayores de 10 años, y un volumen al final de la prueba (EOTV) no mayor a 25 ml en el último segundo. Sin embargo, no siempre llegan a cumplirse los dos criterios de término al unísono; por ejemplo, existen pacientes que no alcanzan FET de 6 segundos, pero logran EOTV en el último segundo menor a 25 ml o pacientes que presentan FET muy prolongado, pero sin cumplir el criterio de EOTV menor de 25 ml; lo cual podría poner en duda si la

espirometría continúa siendo aceptable para su interpretación correcta. Por este motivo el objetivo del estudio es analizar el porcentaje de espirometrías que cumplen con ambos criterios de término, y las características de aquéllos que no las cumplieron. **Métodos:** Se analizaron espirometrías prebroncodilatador (pre-BD) y posbroncodilatador (pos-BD) de sujetos mayores de 10 años que fueron referidos para espirometría de rutina a nuestro Laboratorio de Fisiología Pulmonar, entre los años 2009 y 2017 y cumplieron con criterios de inicio y sin artefactos definidos por los actuales estándares ATS/ERS. Cuando un sujeto fue referido en más de una ocasión, se incluyeron todas las mediciones. Se analizaron las mejores maniobras pre- y pos-BD. **Resultados:** Se analizaron 8,117 maniobras, 4,421 pre-BD y 3,696 pos-BD, 63% de ellas realizadas por mujeres. Tanto en las maniobras pre-BD y pos-BD, la mayoría cumplió con ambos criterios de término (84% y 86.5% del total de maniobras, respectivamente). El diagnóstico de obstrucción se observó más en las maniobras con EOTV > 25 ml (10.2 y 9.8% del total de maniobras pre-BD y pos-BD con diagnóstico de obstrucción) y el patrón sugestivo de restricción en las que no alcanzaron el criterio de FET a 6 segundos (17.4 y 16.1% de las maniobras pre-BD y pos-BD con patrón sugestivo de restricción). Sólo el 3 y 1.5% (del total de maniobras pre-BD y pos-BD) no cumplió ningún criterio de término. En el análisis multivariado, se encontró que las maniobras que alcanzaron el criterio de FET > 6 seg eran aquéllas con mayor grado de obstrucción (OR 1.39; IC 95%, 1.23-1.58; p = 0.000. pre-BD) (OR 1.29; IC 95%, 1.10-1.51; p = 0.001. pos-BD) y las realizadas por el género masculino (OR 2.21; IC 95%, 1.58-3.11; p = 0.000. pre-BD) (OR 2.63; IC 95%, 1.78-0.3.88; p = 0.000. pos-BD). Por otro lado, los sujetos con IMC > 30 presentaban menor

probabilidad de cumplir el criterio de EOTV (OR 0.16; IC 95%, 0.10-0.24; p = 0.000. pre-BD) (OR 0.13; IC 95%, 0.07-0.22; p = 0.000. pos-BD) y el criterio de FET > 6 seg (OR 0.72; IC 95%, 0.53-0.98; p = 0.04. pre-BD), esta característica también se observó en las maniobras que no cumplieron ningún criterio de término (OR 0.26; IC 95%, 0.14-0.47; p = 0.000. pre-BD) (OR 0.09; IC 95%, 0.02-0.37; p = 0.001. pos-BD). **Conclusión:** La mayoría de las maniobras de espirometría forzada pueden realizarse cumpliendo los criterios establecidos por los estándares internacionales (84 y 86.5%, pre- y posbroncodilatador); sin embargo, algunas maniobras que no cumplen con ambos criterios de término a la vez, están relacionadas a características del sujeto (como género, IMC o grado de obstrucción), por lo que también aportarán información útil acerca de la función pulmonar.

### Calidad de las pruebas de función pulmonar en personas con síndrome de Down

**Fernández-Plata R, Del Río-Hidalgo R, Pérez-Padilla R, García-Sancho C, Gochicoa-Rangel L, Rodríguez-Hernández C, Torre-Bouscoulet L, Martínez-Briseño D**

INER Ismael Cosío Villegas

**Introducción:** El síndrome de Down (SD) o trisomía 21 es el resultado de una anomalía cromosómica donde se poseen 47 cromosomas en lugar de 46. Estas personas presentan una elevada morbilidad con respecto a la salud respiratoria, relacionada a alteraciones estructurales, funcionales e inmunológicas a nivel del sistema respiratorio, que repercuten en la función respiratoria a largo plazo. La evaluación de la salud respiratoria mediante

pruebas de función pulmonar objetivas, estandarizadas por consensos internacionales, es deseable en aquellos sujetos con síntomas respiratorios crónicos. Sin embargo, los sujetos con SD, al tener como parte esencial del padecimiento un deterioro cognoscitivo, condiciona la factibilidad de realizar pruebas de función pulmonar con una calidad óptima que permita una adecuada interpretación de las mismas, y hasta el momento no se han reportado estudios en esta población que exploren dicha calidad de las diferentes pruebas de función respiratoria; por tal motivo realizamos un estudio que permita evaluar la calidad de las pruebas de función pulmonar e identificar las pruebas que puedan ser útiles para un mejor diagnóstico médico en personas con SD. **Metodología:** Se realizó un estudio transversal con hombres y mujeres con SD de 5 años en adelante, que sus padres o tutores autorizaran y firmaran el consentimiento informado para que su hijo participara en el estudio; dicha investigación se sometió ante el Comité de Ciencias, Biótica e Investigación del Instituto con No. de aprobación: E02-13. A todos los participantes que cooperaron y que su nivel cognoscitivo se los permitía, se les realizó lo siguiente: capnografía, sistema de oscilometría de impulso (IOS), espirometría forzada simple (EF), capacidad de difusión pulmonar del monóxido de carbono (DLCO) y la caminata de 6 minutos (C6M). **Resultados:** Se reclutaron 297 participantes. El 51% fueron hombres; la media y la desviación estándar (DE) de la edad fue de 21 años ( $\pm$  10 años). El 96% de las oximetrías y las frecuencias cardíacas se obtuvieron con buena calidad; las IOS con calidad óptima fueron del 73%; el 70% de los participantes completó la C6M [373.1 m ( $\pm$  86.3) caminados], sin embargo, la calaboración del participante no fue la adecuada para realizarla. La EF y DLCO fueron deficientes. **Conclusiones:** Las personas con SD podrían ser capaces de realizar IOS; asimismo, tanto la oximetría, como la capnografía se realizaron con criterios de aceptabilidad y repetibilidad, lo que podría ayudar a evaluar la mecánica respiratoria y el intercambio de gases. La C6M podría ser útil para detectar desaturación inducida por la actividad

física, pero sería aconsejable evaluar la repetibilidad de la prueba.

## ¿Debemos actualizar de forma periódica las ecuaciones de referencia de espirometría para niños?

**Martínez-Valdeavellano L,\***

Gochicoa-Rangel L,<sup>\*\*</sup> Del-Río-Hidalgo R,<sup>\*,†</sup> Navarrete-Rivera J,\* Cid-Juárez S,\* Chapela-Lara S,\* Martínez-Briseño D,\* Fernández-Plata R,\* García-Sancho C,\* Thirión-Romero I,\* Pérez-Padilla R,\* Torre-Bouscoulet L<sup>\*,§</sup>

\*INER Ismael Cosío Villegas;

<sup>†</sup>Laboratorio de Función Pulmonar S. de R.L., Ciudad de México

**Introducción:** Las ecuaciones de referencia son cruciales para una adecuada interpretación de cualquier prueba pulmonar. Sin embargo, se conoce poco acerca de las ecuaciones provenientes de la misma comunidad después de 18 años de haberse creado. El objetivo del estudio fue comparar los resultados de espirometrías de niños sanos realizadas en 2017 con los valores predichos previamente publicados (EMPECE 2003), y con aquellas ecuaciones internacionalmente aceptadas (NHANES III, GLI) para niños. **Métodos:** Niños mexicanos sanos de 4 a 21 años de las escuelas del Área Metropolitana de la Ciudad de México, fueron invitados a participar. Posterior a la firma del consentimiento informado, se obtuvieron las mediciones antropométricas. La espirometría fue realizada utilizando un espirómetro EasyOne on PC y cumpliendo los estándares de la guía ATS/ERS 2005. Se obtuvieron los valores predichos para cada sujeto de acuerdo a las ecuaciones de EMPECE, NHANES III y GLI. Se calcularon el coeficiente de correlación de concordancia (CCC), el error entre el valor medido y el predicho, y el puntaje Z para los resultados de espirometría. **Resultados:** Se incluyeron 612 sujetos (51% hombres). La función pulmonar (FEV<sub>1</sub>, FVC) fue estadísticamente menor en los niños del 2017 comparada con el estudio del 2003, para ambos géneros, al compararlos en puntaje Z o porcentaje del predicho. El ajuste de

FEV<sub>1</sub> comparado con los valores predichos de EMPECE, para hombres y mujeres fueron de 0.92 y 0.90, respectivamente; y de 0.93 y 0.91 para FVC, pero los límites de acuerdo a 95% fueron  $> a \pm 700$  ml para FEV<sub>1</sub> y FVC. Adicionalmente, se analizó el ajuste de las ecuaciones obteniendo el porcentaje de sujetos de nuestro estudio que se encontraban por debajo del límite de la normalidad, usualmente esperado que sea menor o igual al 5%. Encontramos  $> 7\%$  en FEV<sub>1</sub> y  $> 6\%$  en FVC para ambos géneros utilizando la ecuación de EMPECE, y para NHANES III y GLI el porcentaje fue menor a 5. Aunque en hombres el ajuste no fue adecuado, las diferencias no son clínicamente significativas; sin embargo, decidimos proponer una nueva ecuación que incluya un mayor rango de edad (4-21 años). FEV<sub>1</sub> = -2.826 + (edad\*0.047) + (talla\*0.026) + (peso\*0.010) + (género\*0.210), r<sup>2</sup> = 0.9; FVC = -3.780 (talla\*0.037) + (peso\*0.016) + (género\*0.221), r<sup>2</sup> = 0.9 y FEV<sub>1</sub>/FVC > 78% (la talla en cm, peso en kg, género 0 = mujeres, 1 = hombres).

**Conclusiones:** El ajuste de los valores de la función pulmonar puede modificarse con el tiempo; sin embargo, los cambios son mínimos, por lo cual, al menos con nuestro estudio, no podemos justificar el actualizar de forma periódica las ecuaciones de referencia. Para incluir un mayor rango de edad, proponemos una nueva ecuación de referencia para niños mexicanos de 4 a 21 años de edad.

## Crecimiento pulmonar medido por difusión pulmonar de monóxido de carbono y otras pruebas de función respiratoria en niños y adolescentes sanos

**Navarrete-Rivera J,\* Gochicoa-Rangel L,<sup>\*,†,§</sup> Del-Río-Hidalgo R,<sup>\*\*,†</sup> Martínez-Valdeavellano L,\* Cid-Juárez S,\* Mora-Romero Uri,<sup>‡,§</sup> Rodríguez-Moreno L,\* Guerrero-Zúñiga S,\* Martínez-Briseño D,\* Fernández-Plata R,\* Pérez-Padilla R,\* Torre-Bouscoulet L<sup>\*,§</sup>**

\* INER Ismael Cosío Villegas; <sup>†</sup>Centro de Evaluación del Paciente Asmático Infantil.

Centro Médico Santa Teresa; <sup>§</sup>Laboratorio de Función Pulmonar

**Introducción:** La evaluación del crecimiento pulmonar continúa siendo un reto en pediatría. El desarrollo pulmonar (anatómico y funcional), puede afectarse desde que el individuo se encuentra *in utero*, o por exposición ambiental o presencia de enfermedad; teniendo consecuencias graves en la función respiratoria; en especial, si se presenta en los picos máximos de velocidad de crecimiento. El objetivo del estudio fue describir el crecimiento pulmonar normal medido por difusión pulmonar de monóxido de carbono (DLCO) y otras pruebas de función pulmonar. **Métodos:** A los individuos que cumplieron con los criterios de selección se les realizó una exploración física general, se obtuvo el peso y la talla (estadiómetro 206 y báscula 769, Seca, Hamburgo, Alemania). Posteriormente se realizó en primer lugar la IOS con un equipo Jaeger MS-IOS (CareFusion, California, USA), después la espirometría y el estudio de DL<sub>CO</sub> con un equipo con marca comercial Easy One Pro e Easy One Pro Lab, (Ndd® Zurich, Switzerland), y finalmente la medición de las MRP (presión inspiratoria máxima, PI<sub>MÁX</sub> y presión espiratoria máxima, PE<sub>MÁX</sub>) con un equipo Micro-RPM, (Care Fusion, California, USA). Cumpliendo los estándares actuales internacionales emitidos por ATS y ERS. Para la descripción de la variable se utilizaron medias y desviaciones estándar o medianas e intervalo intercuartilar, para DL<sub>CO</sub>, VA<sub>sb</sub> (Volumen alveolar) se construyeron modelos de regresión múltiple para hombres y mujeres por separado, así términos lineales y cuadráticos de las variables independientes de peso, talla y edad. Se consideraron las variables que mejoraban significativamente el coeficiente de determinación R<sup>2</sup> en la ecuación. Estimamos directamente el límite inferior de la normalidad (LIN, percentila 5) de igual forma se estimó el límite superior de la normalidad (LSN, percentila 95) en ambos sexos mediante una regresión cuantil semiparamétrica. **Resultados:** Se estudiaron un total de 1,049 individuos, 540 hombres (51.4%), los hombres tuvieron una mayor estatura y peso que las mujeres, no hubo significancia estadística en cuanto a la edad e IMC. La capacidad

vital forzada y la PI<sub>MÁX</sub> muestran un patrón de crecimiento lineal similar en ambos géneros, excepto en la DLCO donde se observó un crecimiento más lento en las niñas en los primeros 10 años de vida, siendo esta tasa de crecimiento diferente (estadísticamente significativo) respecto a los niños, con una p = 0.0001, y observando meseta de su crecimiento pulmonar a los 20 años en ambos géneros. La resistencia a 5 Hertz muestra una disminución en ambos géneros con la edad. Las Rrs5 Hz y Rrs 20 Hz en las mujeres son mayores en comparación con los varones, hasta que a partir de los 20 años en los varones se logró observar meseta, mientras en las mujeres aún continuaba disminuyendo a la edad del estudio. Independientemente a la estatura el crecimiento pulmonar analizado desde las diferentes pruebas de función respiratorias es mayor en hombres que mujeres, con una p < 0.0001 a excepción de la PI<sub>MÁX</sub>, que el valor de p no es estadísticamente significativo. **Conclusiones:** El período de separación en el crecimiento pulmonar en los hombres y las mujeres se observa a los 10 años de edad. El crecimiento pulmonar medido a través de DLCO y otras pruebas de función pulmonar son directamente proporcional a la estatura y la edad. Logrando alcanzar meseta de su crecimiento pulmonar a los 20 años de edad. El PE<sub>MÁX</sub> aún continuaba aumentando a la edad del estudio en hombres y mujeres.

## Efecto de la actividad respiratoria y corporal sobre el período cardíaco y su variabilidad en fetos sanos

**González-Camarena R,\* Moreno-Rodríguez M,\* Gaitán-González MJ,\* Ortiz-Pedroza MR,\* Ayala-Yáñez R,<sup>‡</sup> Echeverría-Arjonilla JC\***

\*UAM-Iztapalapa; <sup>‡</sup>CIMIGen A.C.

**Objetivo:** Analizar el efecto instantáneo de movimientos respiratorios (MR) y corporales (MC) sobre el período cardíaco y sus componentes oscilatorios, asociados al comportamiento autonómico, en un grupo de fetos sin complicaciones obs-

téticas ni perinatales. **Metodología:** Se estudiaron un grupo con 23-34 sdg (G≤34, n = 12) y un grupo con 35-40 sdg (G > 34, n = 21), en quienes se registró el ECG fetal no-invasivo y patrones de actividad física por US como aquinesia (AQ), MR y MC. Se obtuvieron series de tiempo del intervalo RR fetal para cuantificar el período cardíaco medio (RRmedio) y parámetros instantáneos de amplitud (AI) y frecuencia (FI) de los componentes oscilatorios de alta (CI) y baja frecuencia (C4). La relación C4-AI/CI-AI se utilizó como indicador del balance simpático-vagal. **Resultados:** En comparación con valores en AQ, G≤34 mostró reducción sólo del RRmedio durante MC (p = 0.032), sin cambios en parámetros oscilatorios durante MR ni MC (p > 0.05). En contraste, G > 34 durante MR presentó incrementos en RRmedio (p < 0.0001) y CI-AI (p = 0.002), con decrementos en C4-AI (p = 0.0003) y la relación C4-AI/CI-AI (p < 0.009); mientras que durante MC se redujeron el RRmedio (p < 0.0002) y CI-AI (p = 0.002) con aumentos en CI-FI (p < 0.0009) y la relación C4-AI/CI-AI (p < 0.029). La comparación entre grupos de edad señaló diferencias significativas (p < 0.05) en varios parámetros, tanto en condiciones AQ como en MR y MC. **Conclusión:** La actividad física de los fetos por MR y MC provocó respuestas autonómicas diferenciadas en las vías de regulación cardio-respiratoria, que dependen de la edad gestacional y, por lo tanto, del nivel de desarrollo somático y neurovegetativo.

## Evaluación de la impedancia respiratoria y la homogeneidad ventilatoria en pacientes con antecedente de prematuridad

**Lechuga-Trejo I,\* Gochicoa-Rangel L,\* Torre-Bousculet L,\* Del Rio-Hidalgo R,\* Luna-Rojas C,<sup>‡</sup> López-Navarrete G<sup>§</sup>**

\*INER Ismael Cosío Villegas; <sup>‡</sup>Hospital General de México; <sup>§</sup>Instituto Nacional de Perinatología

**Introducción:** La displasia broncopulmonar (DBP) es la principal causa de morbilidad y mortalidad en los pacientes prematuros o de muy bajo peso. El nacimiento prematuro se produce en una etapa del desarrollo embrionario en la que la anatomía de la vía aérea se ha establecido, pero no ha completado la maduración. El nacimiento de un niño prematuro puede generar consecuencias graves directamente sobre el pulmón en su estructura y desarrollo de los alvéolos y los vasos sanguíneos pulmonares, esta circunstancia aunada a los efectos de las intervenciones terapéuticas, determina una afectación de la función pulmonar, que con mayor o menor repercusión clínica, puede persistir toda la vida. El objetivo fue caracterizar la función respiratoria de los pacientes preescolares con antecedente de prematuros con o sin DBP, mediante oscilometría de impulso, lavado de nitrógeno y difusión pulmonar de monóxido de carbono. **Métodos:** Niños de 5 a 10 años nacidos en el Instituto Nacional de Perinatología y Hospital General de México con antecedente de prematuros con o sin antecedente de displasia broncopulmonar. Se excluyeron pacientes con retraso psicomotor y los que presentaron enfermedad de vía respiratoria aguda en las últimas dos semanas. Aquellos pacientes que firmaron consentimiento y/o asentamiento informado, se les realizó un cuestionario de salud respiratoria. Posteriormente se les realizó antropometría y finalmente las pruebas de función pulmonar: *Oscilometría de impulso* con un equipo de la compañía CareFusion, marca Jaeger MS-IOS, de acuerdo a los criterios ATS/ERS. Con el equipo de NDD Easy One Pro se realizó *Lavado de nitrógeno* y *difusión pulmonar de monóxido de carbono* con criterios de aceptabilidad y repetibilidad por ATS/ERS. El análisis fue realizado con el paquete estadístico STATA v.13. **Resultados:** Se incluyeron 37 pacientes, 9 mujeres y 26 hombres con una edad de  $6.3 \pm 1.5$  y 190 pacientes sanos con edad de  $6.02 \pm 1.4$ . Se mostró diferencia significativa entre los dos grupos en peso, siendo menor en el grupo de antecedente de prematuros con  $p < 0.0001$ . En el grupo de pacientes con prematuros, el promedio de edad materna fue de 26

años, el peso promedio fue de 1,600 g, la talla promedio fue de 40 cm, el promedio de semanas de gestación al nacimiento fue de 32 semanas. El 80% de los recién nacidos presentó SDR. El 66% tuvo uso de surfactante al nacimiento. El 71% tuvo ingreso a la terapia al nacimiento y 64% ameritó intubación orotraqueal con un promedio de 26 días. Veintiséis por ciento usó CPAP con un promedio de 17 días, 16% ventilación de alta frecuencia durante un promedio de 2.3 días y 79% puntas nasales con un promedio de uso de 45 días. De todos los pacientes se integró diagnóstico de displasia broncopulmonar en el 85%. En cuanto a la espirometría en prematuros, 11% presentaron patrón obstructivo con 38% de respuesta a BD. Se encontró que la FVC se mantiene con el mismo comportamiento que en los niños sanos, a diferencia del FEV<sub>1</sub> en el que se observa un descenso comparado con los niños sanos con  $p < 0.01$ . En la oscilometría se observó diferencia significativa en la R20, encontrándose más baja en los pretérmino, por otro lado, con R5-R20 más alta en los pacientes prematuros  $p < 0.0001$  así como FRES Y AX. La reactancia se observó valores más positivos en los niños con antecedente de prematuros con % del predicho más bajos con una  $p = 0.00007$ . Hubo respuesta a BD en 40% de los prematuros y un patrón sugerente de restricción en el 16%. En la prueba de difusión de monóxido de carbono no se encontraron diferencias significativas en ambos grupos, manteniéndose por arriba del 80%, tampoco se encontraron diferencias en el volumen alveolar. En el lavado de nitrógeno no hubo diferencias significativas en ambos grupos al evaluar el LCI. **Conclusiones:** Los prematuros muestran cambios en su función pulmonar comparado con niños de término en la edad escolar con disminución en el FEV<sub>1</sub> con FVC conservado; reactancia disminuida y heterogeneidad de ventilación y difusión conservada. Se planea continuar con reclutamiento de más pacientes y se dará seguimiento longitudinal.

## Diagnóstico de obstrucción bronquial por FEV<sub>1</sub>/FEV<sub>6</sub> en comparación con

## FEV<sub>1</sub>/FVC en pacientes mayores de 65 años

**Mejía-Escobar M, Martínez-Briseño D, Gochicoa-Rangel L, Guerrero-Zúñiga S, Pérez-Padilla R, Torre-Bouscoulet L, Thirion-Romero I**

INER Ismael Cosío Villegas

**Introducción:** La relación volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>) con la capacidad vital forzada (FVC) es el parámetro funcional que define limitación al flujo aéreo. Se ha propuesto que se utilice, en su lugar, la relación FEV<sub>1</sub>/FEV<sub>6</sub> para la estandarización de la FVC, ya que la FVC se encuentra en función del tiempo espiratorio forzado, mismo que se encuentra incrementado en sujetos mayores de 65 años, una ventaja del FEV<sub>6</sub> es que eliminará la variabilidad dependiente del FET. El objetivo del estudio es comparar la frecuencia de limitación al flujo aéreo basada en FEV<sub>1</sub>/FEV<sub>6</sub> vs. FEV<sub>1</sub>/FVC en adultos mayores de 65 años y analizar la magnitud en la que el FET explica las posibles diferencias.

**Métodos:** Se incluyeron espirometrías de pacientes referidos al Laboratorio de Fisiología Respiratoria en el INER entre los años 2013 al 2017, de pacientes mayores de 65 años realizadas en espirómetros tipo ultrasónicos. Se incluyeron aquellas que cumplieron con criterios de aceptabilidad y repetibilidad según los estándares de ATS/ERS. En aquellos pacientes que realizaron espirometría pre- y posbroncodilatador ambas fueron analizadas. **Resultados:** Se estudiaron un total de 755 maniobras de sujetos mayores de 65 años, con una mediana de edad 71 años, que corresponden al género femenino 67.43%. Del total de pacientes analizados la proporción de diagnóstico espirométrico de obstrucción al flujo de aire en las maniobras prebroncodilatador fue de 61% por criterio de FEV<sub>1</sub>/FVC GOLD (< 70%); del 46% por criterio LIN FEV<sub>1</sub>/FVC; y el criterio propuesto de LIN FEV<sub>1</sub>/FEV<sub>6</sub> de 42%. En el caso de las maniobras posbroncodilatador (675 pacientes) fue de 59% por criterio de FEV<sub>1</sub>/FVC GOLD (< 70%); del 45% por criterio

LIN FEV<sub>1</sub>/FVC; y el criterio propuesto de LIN FEV<sub>1</sub>/FEV<sub>6</sub> de 37%. **Conclusión:** Se puede concluir que para el estándar de oro de obstrucción al flujo aéreo nuestra prevalencia en pacientes mayores de 65 años de edad que asisten a un centro de referencia de pruebas de función respiratoria es del 45% y por el criterio propuesto (LIN FEV<sub>1</sub>/FEV<sub>6</sub>) de 37%.

## Hemodinámica sistémica en pacientes con fibrosis pulmonar idiopática sin y con oxígeno suplementario

**Santiago-Fuentes LM,\* Charleston-Villalobos S,\* Mejía-Ávila ME,<sup>‡</sup> Reulecke S,\* Buendía-Roldán I,<sup>‡</sup> Gaitán-González MJ,\* Mateos-Toledo H,<sup>‡</sup> Benítez-Valdez G,<sup>‡</sup> Aljama-Corrales T,\* González-Camarena R\***

\*UAM-Iztapalapa;  
†INER Ismael Cosío Villegas

**Objetivo.** Determinar el comportamiento hemodinámico sistémico de pacientes con fibrosis pulmonar idiopática (FPI) y sujetos sanos al respirar aire ambiente (AMB) y una carga suplementaria de oxígeno (HIPEROXIA). **Metodología:** Se estudiaron 20 pacientes con FPI y 21 sujetos control (CONT), 60-80 años de edad, en condiciones AMB e HIPEROXIA. Se registraron oximetría periférica, ECG, cardiografía por impedancia, presión arterial y movimientos respiratorios. Se midieron saturación periférica de oxígeno (SpO<sub>2</sub>); frecuencias respiratorias (FR) y cardíaca (FC); presiones sistólicas (SIS) y diastólica (DIA); índice de volumen de eyección (IVE); período de preeyección (PPE) y tiempo de eyección del ventrículo izquierdo (TEVI); y se calcularon presión arterial media (PAM), índice de gasto cardíaco (IGC); índice de contractilidad (RZ); resistencia periférica total (RPT); y distensibilidad arterial total (DAT). **Resultados:** Al pasar de AMB a HIPEROXIA, el grupo CONT presentó reducción ( $p < 0.05$ ) en FC, IGC, PAM y PAD; incrementos ( $p < 0.05$ ) en SpO<sub>2</sub>, IVE, PPE, TEVI y RZ; sin cambios ( $p > 0.05$ ) en FR, SIS, RTP y DAT. El grupo FPI, presentó efectos hemodinámicos

similares al grupo CONT, excepto que la reducción en FR y los incrementos en RPT y DAT alcanzaron significancia ( $p < 0.05$ ). El grupo FPI mostró valores más altos ( $p < 0.05$ ) que CONT en FC, FR, RPT; y valores más bajos en IVE, IGC, TEVI y DAT; sin diferencias ( $p > 0.05$ ) en presiones arteriales y RZ. **Conclusión:** El suministro de oxígeno a sujetos control y pacientes con FPI provocó cambios hemodinámicos sistémicos, en los que predominan la reducción de FC e IGC, con aumentos en IVE, RZ y RPT. En todo momento los pacientes con FPI mostraron menor IVE, IGC y DAT, junto con mayor FR, FC, RPT, lo cual sugiere diferencias en los mecanismos de regulación cardiovascular cuya consideración podría ser útil en el diseño de medidas terapéuticas sin y con oxígeno suplementario.

## Resultados preliminares de las ecuaciones de referencia de variables espirométricas para población mexicana

**Martínez-Briseño D, Pérez-Padilla R, Gochicoa-Rangel L, Fernández-Plata R, Torre-Bouscoulet L, Cid-Juárez S, García-Sancho C**

INER Ismael Cosío Villegas

**Introducción:** En la correcta interpretación de las pruebas de función respiratoria (PFR) componente importantísimo de la valoración de los pacientes, es indispensable la comparación de los valores encontrados con algún patrón o estándar. Se han publicado diversos valores de referencia, con poblaciones seleccionadas de diversa manera, equipamientos inadecuados y procedimientos heterogéneos, que dan valores predichos que difieren enormemente y por lo tanto generan errores en la interpretación. Recién el proyecto *Global Lung Function Initiative* (GLI) describió ecuaciones de referencia espirométrica, continuas desde la infancia hasta la edad avanzada, para varios grupos étnicos; y en caso de variación significativa describen ajustes en la misma ecuación que generan más orden y pueden simplificar

la utilización de los valores de referencia. Dentro del proyecto GLI, la población mexicana quedó fuera por encontrarse diferencias significativas con el resto de las poblaciones estudiadas, las razones por las que esto sucede no quedan claras, pero fueron confirmadas en un estudio longitudinal en la infancia. Es pues el objetivo del presente trabajo analizar espirometrías desde la infancia hasta la ancianidad en población mexicana, utilizando la metodología del proyecto GLI y compararla con la obtenida por métodos similares, pero con diversas poblaciones internacionales. **Metodología:** La mayoría de los datos utilizados para el presente trabajo fueron publicados previamente, e incluye diversas poblaciones: Incorpora adultos de 40+ años de edad de una muestra poblacional del proyecto PLATINO, niños y adolescentes entre 8 y 20 años de edad, provenientes del estudio EMPECE, un estudio en escolares tomado de una muestra aleatoria de las escuelas de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, trabajadores adultos entre 20-75 años de edad y sujetos sanos voluntarios reclutados para reforzar las edades entre 20-35 años. Se tomó el mejor valor para el FEV<sub>1</sub>, FVC, y el cociente de ambos (FEV<sub>1</sub>/FVC) para generar los modelos de predicción utilizando modelos lamda, mu, sigma (LMS), que calculan por separado el valor promedio, la desviación alrededor del valor central y el sesgo, en función de la edad, sexo y talla, utilizando una rutina en el lenguaje R. Esta técnica evita el problema de las regresiones lineares habitualmente utilizadas para construir valores de referencia, que asumen homocedasticidad, una desviación constante alrededor del valor promedio, además de prácticamente forzar a separar el período de crecimiento en la función pulmonar con valores ascendentes, del de envejecimiento pulmonar con valores descendentes. Esta técnica se ha utilizado también para generar curvas de crecimiento en niños. A la rutina descrita sólo se le hicieron ajustes menores para que fuera compatible con la versión más actualizada de R. Se seleccionó el mejor modelo predictor para FEV<sub>1</sub>, FVC y FEV<sub>1</sub>/FVC basados en la minimización de residuales tomando en cuenta que el procedimiento identifica los sesgos y la

falta de homoscedasticidad. Asimismo, se ajustaron modelos de regresión lineal y se compararon con los residuales obtenidos con los modelos de la metodología LMS. Todos los modelos se ajustaron y estratificaron por género. **Resultados:** Se incorporaron al presente estudio un total de 10,570 sujetos, de los cuales 7,031 fueron hombres. Para los modelos LMS la media (desviación estándar) de los errores para FEV<sub>1</sub>, FVC y FEV<sub>1</sub>/FVC para las mujeres fueron -0.01 (0.31), 0.27 (0.42) y 0 (1), respectivamente; en caso de los hombres fueron 0.53 (0.51), 1.6 (0.73) y 0 (1), respectivamente. Los resultados para los modelos de regresión fueron: FEV<sub>1</sub>, 0.03 (0.38); FVC, 0.03 (0.43); FEV<sub>1</sub>/FVC, 0 (6.4). Para los hombres: FEV<sub>1</sub>, 0 (0.52); FVC, 0 (0.58); FEV<sub>1</sub>/FVC, 0 (6.4). **Discusión:** Los errores obtenidos con los modelos de regresión lineal múltiple muestran que estos modelos ajustan mejor para los datos de FEV<sub>1</sub> y FVC, tanto para hombres como para las mujeres. De acuerdo a los errores obtenidos con los modelos LMS, estos ajustaron mejor para FEV<sub>1</sub>/FVC en comparación con los modelos de regresión lineal, esto para los hombres y las mujeres. Se hubiera esperado que los modelos LMS ajustaran mejor a los datos ya que esta metodología incorpora un término de corrección al valor predicho por medio de una técnica de suavizado de los datos. Para determinar si los modelos de regresión lineal son una mejor opción de modelaje para las variables espirométricas se deben realizar un análisis gráfico detallado de los errores de ambas metodologías. Asimismo, se deben realizar pruebas estadísticas para determinar si los errores se distribuyen de forma normal. **Conclusión:** Aun cuando las estadísticas descriptivas de los errores obtenidos con los modelos de regresión lineal muestran un mejor ajuste, se deben realizar un análisis más detallado para determinar cuáles son los mejores modelos para describir a las variables espirométricas.

## Valores de referencia de oscilometría de impulso en sujetos mayores de 15 años nacidos en México

**Contreras-Morales J, Guerrero-Zuñiga S, Gochicoa-Rangel L,**

*Torre-Bouscoulet L, Arias-Jiménez D, Silva-Cerón M*

INER Ismael Cosío Villegas

**Introducción:** La oscilometría de impulso (IOS) es una prueba de función pulmonar que permite evaluar la mecánica de la respiración, determina la impedancia del sistema respiratorio (Z), fuerza neta a vencer para mover el gas dentro y fuera del sistema respiratorio desglosada en sus componentes: resistencia central (R20Hz) y total (R5Hz) la diferencia de R5-R20 representa la resistencia periférica, reactancia (X). Adicionalmente la frecuencia de resonancia (Fres), frecuencia donde el valor de la reactancia equivale a 0 y área de reactancia (AX). Se ha explorado el uso de IOS para un diagnóstico sensible de la mecánica respiratoria en diversas enfermedades pulmonares; sin embargo, su uso clínico está limitado por la falta de ecuaciones de referencia apropiadas, especialmente para adultos. Las ecuaciones publicadas incluyen muestras pequeñas de población caucásica y asiática con grupos de edad limitados, ninguna cuenta con adultos hispanos. Contar con valores predichos apropiados facilitará la interpretación de los resultados obtenidos en IOS para que esta prueba sea integrada como una herramienta diagnóstica y de seguimiento en pacientes con enfermedades respiratorias, sobre todo aquellos sujetos poco cooperadores en estudios dependientes de esfuerzo o con sospecha de enfermedades que afectan la vía aérea pequeña. **Material y métodos:** Se invitó a participar sujetos mayores de 15 años de edad, nacidos en México, sin enfermedades pulmonares y/o factores de riesgo para neumopatía, con índice de masa corporal (IMC) menor a 30 kg/m<sup>2</sup>, y que otorgaran consentimiento informado en el Hospital Central Militar e Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas, posteriormente se obtuvo estatura en centímetros (estadiómetro de pared SECA) y peso en kilogramos (báscula de precisión, TANITA) para calcular IMC; se aplicó el cuestionario Platino con la finalidad de detectar a los sujetos con síntomas respiratorios e identificar factores de riesgo significativos para neumopatía. La espirometría e IOS se llevaron a cabo

con equipos comerciales (NDD y MS-IOS, Erich Jaeger, CareFusion, San Diego, California), sujetos a control de calidad. Primero se les realizó IOS de acuerdo a recomendaciones ATS/ERS 2007, verificándose visualmente ausencia de artefactos, después se realizó espirometría según estándares ATS/ERS 2005; al finalizar se aplicó broncodilatador (salbutamol 400 µg) a través de una cámara espaciadora, ambos estudios fueron repetidos 20 minutos posteriores a la aplicación de broncodilatador. **Resultados:** Acudió un total de 341 sujetos, de los cuales 7 no cumplieron criterios de inclusión (2: IMC > 30 kg/m<sup>2</sup>, 2 por deformidad de caja torácica y 3 por enfermedad respiratoria), de los 334 sujetos se excluyeron 7 (4 no completaron estudio por motivos personales y 3 por espirometría no aceptable). La población de estudio quedó conformada por 148 hombres (45.25%) y 179 mujeres (54.75%) con edad media de 39 y 40 años, respectivamente, la estatura fue mayor en el sexo masculino (167.7 cm vs. 156 cm), el IMC promedio de 25 kg/m<sup>2</sup> para hombres y mujeres. Los valores obtenidos de IOS reflejan mayor Z, R5Hz, R20Hz, Fres y AX para el género femenino comparado con el masculino y valores más negativos en X5. La edad está asociada en forma significativa con todas las variables de IOS, se observa un incremento lineal con Z, R5, Fres y AX, explicando entre 1.28 y 21.3% de la variabilidad en estas mediciones. La estatura presenta correlación positiva con la X5Hz y la resistencia explica hasta 18.19% de la variabilidad de las mismas. El peso presenta correlaciones bajas con las variables de IOS. El IMC presenta una correlación positiva con Z, R5Hz, R5-20, AX y Fres. Se generaron ecuaciones por medio de regresión lineal múltiple para los valores de IOS que incluyen género, edad, inverso de la edad, estatura e IMC con R<sup>2</sup> entre 0.17 a 0.30. Considerando otros posibles predictores de las variables de IOS, se exploró la frecuencia respiratoria durante la maniobra, la cual modifica en forma significativa la Z5, R20, R5 y Fres; lo que resalta la importancia de mantener esta variable constante en la medida de lo posible al valorar la respuesta a broncodilatador. **Discusión:** La R<sup>2</sup> obtenida

es mucho más baja que en la población pediátrica, otros modificadores de la función pulmonar como exposiciones y comorbilidades pudieran explicar esta mayor variabilidad en la edad adulta. **Conclusión:** El presente estudio aporta la primera ecuación de referencia para adultos nacidos en México en un amplio espectro de edades, misma que deberá ser validada en esta y otras poblaciones latinoamericanas para generalizar su uso.

### Valores de referencia en población mexicana para la capacidad de difusión pulmonar de óxido nítrico y monóxido de carbono mediante técnica de una sola respiración

**Reyes-García EA, Pérez-Padilla R, Cid-Juárez S, Torre-Bouscoullet L, Gochicoa-Rangel L**

INER Ismael Cosío Villegas

Las pruebas de función pulmonar (PFT) son herramientas esenciales en la evaluación clínica rutinaria de la función respiratoria, una de ellas es la capacidad de difusión pulmonar de monóxido de carbono (DLCO). La DLCO es la medida del flujo de gas inhalado de los alvéolos a la sangre por unidad de diferencia de presión. Las propiedades de difusión del óxido nítrico (NO) y del monóxido de carbono (CO) son similares, pero la velocidad de reacción del NO con la hemoglobina es mucho mayor que la del CO. La ventaja principal de usar NO como gas de prueba para calcular la capacidad de difusión de óxido nítrico (DLNO) es que la principal barrera para la absorción de NO se encuentra en la membrana alveolar (60%), con una resistencia de los glóbulos rojos que comprende sólo el 40% de la resistencia total a la difusión de NO. A diferencia de DLCO, el DLNO no se ve afectado por los cambios en la concentración de hemoglobina, carboxihemoglobina o la presión de oxígeno alveolar (PAO<sub>2</sub>) y la fracción inspirada de oxígeno. Los valores obtenidos de

DLCO y DLNO dependen del tiempo de apnea durante la maniobra y de la homogeneidad en la ventilación alveolar. **Métodos:** Se trató de un estudio transversal y descriptivo realizado en el Departamento de Fisiología Respiratoria del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. Se incluyeron personas sanas mayores de 4 años de edad, las cuales fueron seleccionadas mediante un cuestionario de salud; mayores de 4 años de edad. Fueron excluidos sujetos: fumadores o que han dejado de fumar en los últimos 6 meses; exposición a tabaco o biomasa; embarazadas; sujetos con presencia de dolor torácico, abdominal, dolor bucal o facial exacerbado por una boquilla; incontinencia de esfuerzo, estado de confusión. Los sujetos firmaron un consentimiento informado avalado por el Comité de Ética e Investigación, con el cual aceptaron participar en el estudio. Llenaron un cuestionario de salud de PLATINO (para mayores de 20 años de edad) y cuestionario del estudio EMPCE (para los menores de 20 años de edad). Se realizaron mediciones antropométricas. Se realizó prueba de capacidad de difusión de NO/CO por técnica de una sola respiración, utilizando una mezcla de gases de 0.3% de CO, 21% de O<sub>2</sub>, 10% de He y 40-60 ppm de NO y Balance N<sub>2</sub>, realizada de acuerdo a los estándares de ATS/ERS 2017. Se informó el promedio de las 2 maniobras aceptables y repetibles en 2 unidades para DLCO y 17 unidades para DLNO. Los valores fueron ajustados a altitud, presión inspirada de oxígeno y a la concentración de hemoglobina del sujeto previamente medida por gasometría. **Análisis estadístico:** Se utilizó estadística descriptiva para variables de distribución normal, se realizó un análisis bivariado donde se definieron las variables que mejor se asociaron con los resultados de DLCO/DLNO, y aquellas que resultaron significativas fueron probadas en un análisis multivariado para obtener la ecuación que mejor determinó los valores de la DLCO/DLNO. La correlación y concordancia de los resultados de DLCO por este método y por la de DLCO de única respiración, mediante la r de Pearson y se calculó el coeficiente de correlación de concordancia y gráficos

de Bland y Altman. Se utilizó el paquete estadístico Stata versión 13. **Resultados:** Se estudiaron a 65 sujetos sanos, el 63% femenino (n = 41), con una edad de 36.5 ± 14 años. La DLCO promedio fue 30.14 ± 7.1 ml/min/mmHg (36.3 ± 5.6 en hombres y 26.56 ± 4.72 en mujeres); DLNO promedio 107.28 ± 25.05 ml/min/mmHg (123.6 ± 20.6 en hombres y 97.7 ± 22.5 en mujeres), Vc promedio 107.61 ± 37.10 ml (134.7 ± 37.0 en hombres y 91.7 ± 26.7 en mujeres), Dm promedio fue de 54.65 ± 12.72 (62.86 ± 10.7 en hombres y 49.84 ± 11.3 en mujeres). La edad, estatura y género fueron las variables que se asociaron de manera significativa a la difusión de CO y NO por lo que fueron incluidas en el modelo de predicción. Para evaluar concordancia se estudiaron 25 sujetos. La Concordancia de DLCO comparada a 4 seg apnea vs. 10 seg fue alta (CCC = 0.96, p < 0.001) de la medición por ambas maniobras 32.30 ± 7.0 y 32.11 ± 6.9 ml/min/mmHg con 4 y 10 segundos, respectivamente. La Concordancia de DLNO por dos maniobras diferentes (apnea de 4 y 10 segundos) fue moderada (CCC = 0.49, p < 0.02) (136.48 ± 28.9 U y 108.45 ± 27.1 U con 4 y 10 segundos, respectivamente). **Discusión:** Existe una alta correlación y concordancia en DLCO medido a 4 y 10 segundos, no así en la medición de DLNO, Vc y Dm. **Conclusión:** DLNO ha demostrado ser más específico para evaluar la membrana alveolar que la DLCO, mientras que la DLCO es más específica para evaluar el componente vascular en comparación con la DLNO. Por lo tanto, la medición de DLNO/DLCO permitirán al neumólogo discernir fisiológicamente entre los procesos que afectan la difusión en la membrana alveolo-capilar.

Es necesario reclutar una mayor muestra para determinar una ecuación con el suficiente poder estadístico que permita predecir la capacidad de difusión de NO/CO mediante técnica de una sola respiración. Sin embargo, se decidió presentar valores preliminares por tratarse de una nueva prueba de función pulmonar.

### Vía aérea pequeña y caracterización funcional respiratoria

## en pacientes con enfermedad pulmonar intersticial difusa

**Zaragoza-Rojas E, Benítez-Valdez G, Torre-Bouscoullet L, Mejía-Ávila M, Pérez-Padilla R**

INER Ismael Cosío Villegas

**Introducción:** Las enfermedades pulmonares intersticiales difusas (EPID) constituyen un grupo de enfermedades con diversos cambios histológicos caracterizados por anormalidades del parénquima pulmonar que afectan a los alvéolos, a la vía aérea pequeña (VAP), a la vasculatura y al intersticio pulmonar. En la actualidad se reconocen patrones tomográficos que tienen una elevada correlación con los hallazgos histológicos como lo son NIU, NINE o NH; sin embargo, no se reconoce un patrón funcional de afección de VAP que los diferencien entre ellos. Las pruebas de función respiratoria convencionales tienen baja sensibilidad para detectar el involucro de la VAP en este tipo de enfermedades; y los hallazgos fisiológicos cuando existe daño a este nivel son una reducción en el flujo aéreo, un incremento en las resistencias de la vía aérea, atrapamiento aéreo e inhomogeneidad de la ventilación, para esto existen pruebas de función pulmonar como la espirometría, pletismografía, os-

cilometría de impulso (IOS) y lavado de gases inertes que evalúan estos parámetros. **Objetivo:** Comparar los parámetros funcionales de VAP como lo son R5, R20, R5-20, X5, AX y Fres obtenidos de la IOS, y el índice de aclaramiento pulmonar (LCI) obtenido del lavado de nitrógeno a múltiples respiraciones (LNMR) entre tres patrones tomográficos de EPID (NIU, NINE, NH) y controles sanos. **Material y métodos:** Se realizó espirometría, DLCO, pletismografía, C6M, IOS y LNMR a 42 pacientes con diagnóstico reciente de EPID distribuidos en 3 grupos de acuerdo con su patrón tomográfico (NIU, NINE o NH), y a 52 sujetos sanos para el grupo control se les realizó espirometría, IOS y LNMR. En los tres grupos de EPID se analizaron la FVC, DLCO, TLC% predicho, relación RV/TLC, LCI y los valores de R5, R20, R5-R20, X5, AX y Fres; adicionalmente se analizaron por separado los valores espiratorios e inspiratorios de estos mismos parámetros en la IOS. **Resultados:** Las pruebas generales de función pulmonar muestran daño en la mecánica pulmonar en los tres grupos de EPID, el patrón funcional espirométrico fue sugestivo de restricción con una relación  $FEV_1/FVC > LIN$  y  $FVC < 80\%$ ; aunque hubo pacientes en los tres grupos con espirometría normal, en general los tres grupos con restricción pulmonar medido por pletismografía ( $TLC < 80\%$  predicho), y grados variables de atrapa-

miento aéreo con una relación  $RV/TLC > 35\%$ ; los pacientes con NH tuvieron mayor afección en la mecánica pulmonar con valores menores en FVC, y mayor grado de atrapamiento aéreo por  $RV/TLC$  en comparación con los grupos de NINE y NIU; quienes, en su caso, muestran mayor afección en la difusión de gases con valores menores de DLCO. Los tres grupos de EPID mostraron valores de LCI  $> 9$ , lo que refleja mayor inhomogeneidad de la ventilación. Los valores de la IOS en R5-R20, X5 y AX se muestran aumentados en comparación con los sujetos sanos, lo que puede reflejar, menor distensibilidad en el tejido pulmonar periférico y afección en VAP. Por último, no se encontraron diferencias en los valores espiratorios-inspiratorios en todos los grupos. **Conclusiones:** Las pruebas que evalúan VAP, muestran anormalidades en comparación con el grupo control; sin embargo, estas anormalidades son semejantes entre los tres patrones tomográficos. Serán necesarios otros estudios con un mayor número de pacientes para seguir explorando estas diferencias.

### ✉ Correspondencia:

Dra. Ireri Thirión-Romero, Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas, Ciudad de México.  
Correo electrónico:  
draisadora.thirion@gmail.com