



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
SECRETARÍA DE SALUD

**INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS
"ISMAEL COSÍO VILLEGAS"**

**DIAGNÓSTICOS FUNCIONALES RESPIRATORIOS POR
ESPIROMETRÍA DE ACUERDO CON LAS ESTRATEGIAS
DE INTERPRETACIÓN ATS/ERS 2022, EN PACIENTES
MENORES DE 20 AÑOS.**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

NEUMOLOGÍA PEDIÁTRICA

PRESENTA:

DRA. IATZIRI TZIRAHUEN VAZQUEZ JAIMEZ

TUTOR DE TESIS:

DRA. LAURA GRACIELA GOCHICOA RANGEL

COTUTOR DE TESIS:

DRA. IRLANDA DE JESÚS ALVARADO AMADOR



CIUDAD DE MÉXICO, SEPTIEMBRE 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DR. JUAN CARLOS VÁZQUEZ GARCÍA
DIRECTOR DE ENSEÑANZA

DRA. MARIA DEL CARMEN CANO SALAS
SUBDIRECTORA DE ENSEÑANZA

DRA. DAYANNA ALVAREZ MONTER
JEFA DE DEPARTAMENTO DE FORMACIÓN DE POSGRADO

DR. ALEJANDRO ALEJANDRE GARCÍA
TITULAR DEL CURSO DE NEUMOLOGÍA PEDIÁTRICA

DRA. LAURA GRACIELA GOCHICOA RANGEL
JEFA DEL SERVICIO DE FISIOLÓGIA RESPIRATORIA INER.
ASESOR DE TESIS Y RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN

Agradecimientos

A Dios por guiarme y darme tantas bendiciones en mi vida.

A mi familia, en especial a mi esposo Carlos por su apoyo incondicional en todo momento, por confiar y creer en mí. A mi padre y a mi madre, Ramón y Elvia, por ser el pilar de mi vida, mi motor y mi inspiración. A mis hermanas Yunuen y Gema por su paciencia y amor.

Gracias

Índice

Resumen.....	5
Antecedentes.....	6
Planteamiento del problema y justificación	16
Pregunta de investigación.....	16
Hipótesis	16
Objetivo Principal.....	16
Métodos	17
Análisis.....	18
Resultados.....	18
Discusión	22
Conclusiones	23
Limitaciones del estudio.....	23
Bibliografía:.....	23

Resumen

Introducción. La espirometría es una prueba de función pulmonar útil para el diagnóstico y monitorización de enfermedades respiratorias, mide el máximo volumen que una persona puede inspirar y espirar con un máximo esfuerzo.

Objetivo. Describir la prevalencia de los diferentes diagnósticos funcionales por espirometría (normal, obstructivo, inespecífico/posible restricción, mixto y disanapsia) de acuerdo con las estrategias de interpretación de espirometría de ATS/ERS 2022 en pacientes menores de 20 años.

Material y métodos. Estudio descriptivo, transversal, retrospectivo. Se descargaron todas las espirometrías realizadas en febrero de 2016 a mayo de 2019 en pacientes \leq a 20 años, de ambos sexos y con maniobras antes o después del broncodilatador (BD). Se obtuvo el mejor Volumen Espiratorio Forzado en el 1º segundo (FEV1), Capacidad Vital Forzada (FVC) y FEV1/FVC. Los estudios fueron clasificados como normales, obstructivos, inespecíficos/posible restricción o mixtos de acuerdo con el estándar ATS/ERS 2022. También se evaluó si el diagnóstico funcional cambió después de administrar BD y la variable espirométrica donde hubo mayor respuesta al BD. Además, se analizó el número de sujetos que cumplían con un diagnóstico de disanapsia antes y después del BD.

Resultados. Se incluyeron un total de 3,273 individuos, con una mediana de edad de 12 [6-19], 1,957 (59.8%) hombres y 1,316 (40.2 %) mujeres. El diagnóstico funcional más prevalente fue el normal (67.24%), seguido del obstructivo (26.06%), inespecífico/posible restricción (4.12%) y finalmente el patrón mixto (2.56%). Posterior al BD se observó que incrementó el diagnóstico funcional normal, disminuyendo los obstructivos y mixtos. La variable espirométrica donde mayor respuesta al BD hubo fue en FEV1 (72.34%). La disanapsia se presentó en el 17.56% de los pacientes en la espirometría basal y se mantuvo en el 6.99% posterior al BD.

Conclusiones. La estandarización ATS/ERS 2022 dirige a diagnósticos funcionales más precisos que conducen a solicitar medición de volúmenes pulmonares y estudiar con mayor profundidad a los pacientes.

Palabras clave: Espirometría, FEV1, FVC, FEV1/FVC.

Antecedentes

La espirometría es la prueba de función pulmonar más comúnmente utilizada en el campo de la Neumología, es útil para el diagnóstico y monitorización de las enfermedades respiratorias, mide el máximo volumen que una persona puede inspirar y espirar con un máximo esfuerzo. Sus principales parámetros son: la Capacidad Vital Forzada (FVC), que es el volumen máximo de aire espirado con un esfuerzo forzado máximo a partir de una inspiración máxima y el Volumen Espiratorio Forzado en el 1º segundo (FEV1), que es el volumen máximo de aire espirado en el primer segundo de una maniobra de FVC, así como la relación entre ellos FEV1/FVC [1]

La interpretación de la prueba se basa en la comparación de los datos medidos en el paciente con valores de referencia basados en personas sanas. [4] A partir de un estudio de espirometría se pueden definir diferentes diagnósticos funcionales, que tradicionalmente han sido:

- **Normal:** Se caracteriza por valores de FEV1/FVC, FVC y FEV1 por arriba del límite inferior de la normalidad [4].
- **Obstrutivo:** Es una reducción desproporcionada del flujo máximo desplazable en relación con el volumen máximo, implica una disminución del flujo aéreo durante la exhalación y se define por una relación FEV1/FVC por debajo del límite inferior de la normalidad [4].
- **Sugerente de restricción:** Se caracteriza por una reducción de la FVC por debajo del límite inferior de la normalidad y una relación FEV1/FVC normal [4].
- **Probable mixto:** Es la coexistencia un patrón obstructivo y un patrón sugerente de restricción, la relación FEV1/FVC está por debajo del límite inferior de la normalidad, y tanto FEV1 como FVC se encuentran por debajo del límite inferior de la normalidad [4].

En el año 2005, la Sociedad Americana del Tórax (ATS por sus siglas en inglés) y la Sociedad Europea Respiratoria (ERS por sus siglas en inglés), efectuaron el

estándar de la espirometría, con los criterios de calidad que debe cumplir la prueba para su correcta realización e interpretación, sin embargo, recientemente se actualizaron algunos de sus criterios de calidad de la prueba en el estándar del 2019 [2] y la forma de interpretarla en el 2022 [3].

Con la finalidad de comprender la importancia de dichas actualizaciones enlistamos brevemente, los criterios antiguos y nuevos de los estándares antes mencionados.

Estandarización de la espirometría en 2005:

- **Criterios de aceptabilidad:**

- Inicio

- Volumen extrapolado de 0.150 L o 5% de la FVC, el valor que sea mayor
- En la curva flujo volumen la curva debe ser en forma triangular (inicio abrupto, pico flujo, descenso gradual hasta la línea de base)

- Término

- Que ya no pueda o ya no quiera seguir soplando el paciente
- Meseta espiratoria (≤ 0.025 L en el último segundo de la espiración)
- Tiempo espiratorio de 3 segundos en < 10 años y durante 6 segundos en > 10 años.

- Libre de artefactos

- **Criterios de repetibilidad (en FVC y FEV1):**

- Diferencia entre las 2 mejores FVC ≤ 0.150 L y entre las 2 mejores FEV1 ≤ 0.150 L
- En personas con FVC < 1.0 L estos 2 valores son de 0.100 L [1]

Se requieren 3 maniobras aceptables y repetibles para su adecuada interpretación, si no se cumplen los criterios de calidad en 3 maniobras se debe intentar pruebas adicionales hasta un máximo de 8 pruebas [1].

En este estándar se menciona la reversibilidad de la limitación de flujo aéreo, para ello se administra un broncodilatador, como salbutamol a dosis de 400 mcg y 15 minutos después se repite la prueba con los criterios previamente descritos [1]

Estrategias de interpretación de pruebas de función pulmonar 2005

La interpretación se basa en la comparación de los datos medidos en el paciente con valores de referencia (predichos) basados en personas sanas con características antropométricas (sexo, edad y altura) y étnicas similares a las del paciente evaluado. Los valores de referencia se calculan con ecuaciones derivadas de mediciones observadas de una muestra representativa de personas sanas en una población general. Las estrategias de interpretación ATS/ERS 2005 recomiendan el uso de las ecuaciones de referencia de espirometría de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES) III para personas en América del Norte, la cual incluye además ecuaciones de referencia para México-Americanos de 8 a 80 años.

El límite inferior de la normalidad (LIN) representa un punto de corte para definir resultados que están fuera del rango de valores típicamente observados en personas sanas. Los diagnósticos funcionales de acuerdo con la interpretación en 2005 se representan a continuación [4]:

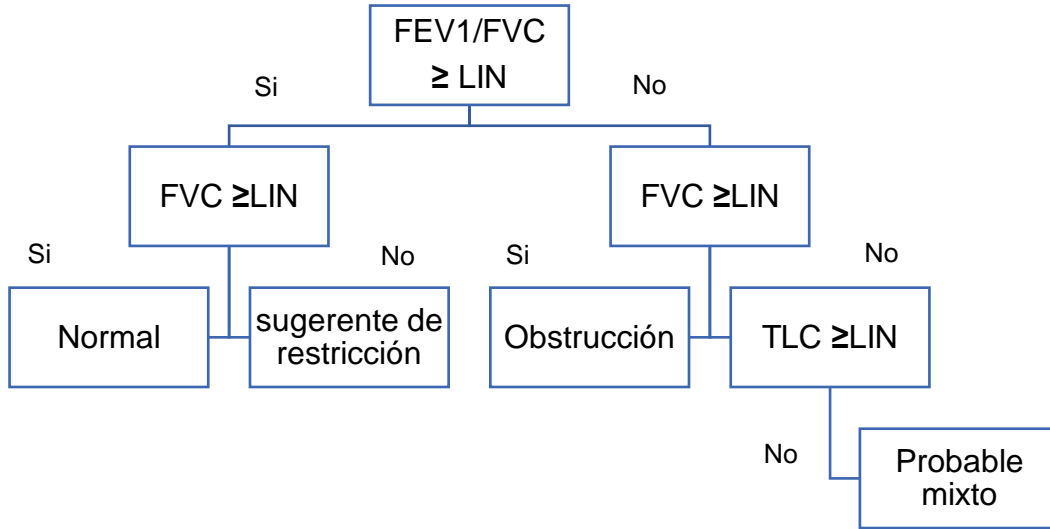


Figura 1: Diagnósticos funcionales por espirometría de acuerdo con estandarización ATS/ERS 2005.

La gravedad de la obstrucción se clasificaba con el porcentaje del predicho de FEV1:

Gravedad de la obstrucción	% Predicho en FEV1
Leve	>70
Moderada	60-69
Moderadamente grave	50-59
Grave	35-49
Muy grave	<35

Tabla 1. Clasificación de la gravedad de la obstrucción de acuerdo con la estandarización ATS/ERS 2005.

La respuesta al broncodilatador se definía como un incremento en FVC y/o FEV1 de >12% y >200 ml con respecto de la espirometría basal [4].

En los pacientes pediátricos menores de 12 años sólo debían presentar un aumento en FEV1 del 12%, para considerarse como respuesta significativa [11].

Pruebas de función pulmonar en niños preescolares 2007

En 2007 la ATS/ERS publicó recomendaciones para el grupo de edad preescolar, donde recomienda que los resultados de las pruebas de función pulmonar deben expresarse como puntuaciones Z y no como porcentajes de predichos. Además, menciona que la espirometría técnicamente aceptable es posible en niños preescolares, sin embargo, los criterios de aceptabilidad para adulto no son apropiados por lo cual se deben seguir los siguientes criterios modificados:

- La curva flujo-volumen y volumen tiempo debe presentarse al operador en tiempo real
- Se pueden utilizar incentivos interactivos para animar la maniobra
- El volumen extrapolado debe ser igual o menor a 80 ml o inferior al 12.5% de la FVC
- El tiempo de espiración forzado se debe informar, pero no se utiliza para excluir la maniobra
- Para la repetibilidad se deben cumplir 2 maniobras aceptables donde el segundo valor más alto de FVC y FEV1 este dentro de 0.1 L o el 10 % del valor más alto, lo que sea mayor [14]

Estandarización de la espirometría en 2019

En el 2019 se realizaron actualizaciones a la estandarización de la espirometría por la ATS/ERS, los cuales se resumen a continuación:

Cambios en los criterios de aceptabilidad:

- Volumen extrapolado $\leq 5\%$ de FVC o 0.100. L, el que sea mayor
- Que cumpla uno de los siguientes criterios de término:
 - Meseta al final de la espiración de más de un segundo (≤ 0.025 L en el último segundo de la espiración) o,
 - Tiempo espiratorio = 15 segundos o,
 - Que el individuo no pueda seguir exhalando (repetibilidad en FVC)

- Si la capacidad vital inspiratoria forzada (FIVC) al final de la maniobra es mayor que la FVC, entonces FIVC-FVC debe ser ≤ 0.100 L o 5% de FVC, el que sea mayor
- Libre de artefactos

De repetibilidad:

- >6 años: diferencia entre las 2 mejores FVC y FEV1 ≤ 0.150 L
- <6 años o pacientes con capacidad vital menor a 1 litro: diferencia entre las 2 mejores FVC y FEV1 ≤ 0.100 L o 10%

Estrategias de interpretación en pruebas de función pulmonar 2022:

En esta actualización para realizar una correcta caracterización de los diagnósticos funcionales y su gravedad, se prefiere utilizar puntuación Z en lugar de porcentaje del predicho.

La campana de Gauss (distribución normal) representa la distribución de valores esperados en una población sana. Los límites extremos, es decir, por debajo del percentil 5 (P5) y por arriba del percentil 95 (P95), se pueden utilizar para identificar a personas con resultados inusualmente bajos o altos. En el percentil 5 hay un 5% de probabilidad de que los resultados en un individuo sano estén en o por debajo de ese nivel, como se muestra en la figura 2.

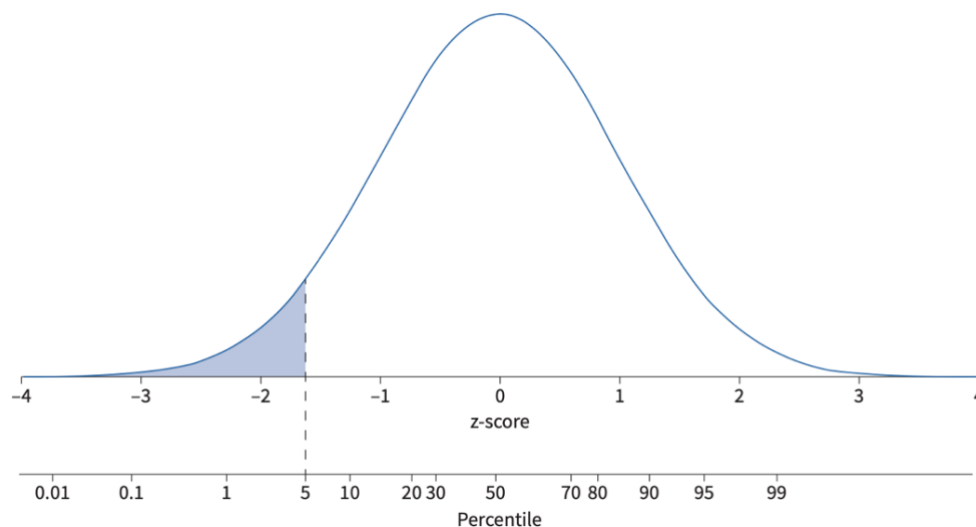


Figura 2. Recuperada de la estandarización ATS/ERS 2022 donde se muestra la distribución normal de la puntuación Z (z-score en inglés) y percentiles.

En espirometría los valores bajos se consideran anormales, por lo cual, en esta actualización para estrategias de interpretación de función pulmonar se estableció como estándar definir el LIN en el percentil 5.

La puntuación Z expresa qué tan lejos se encuentra un valor observado de la función pulmonar del valor predicho, teniendo en cuenta sexo, edad, altura y etnia, expresado en desviaciones estándar, es decir, los valores normales se encuentran de -1.645 a +1.645 puntuación Z, este es el método recomendado para determinar el límite de lo normal y para graduar el deterioro de la función pulmonar [3].

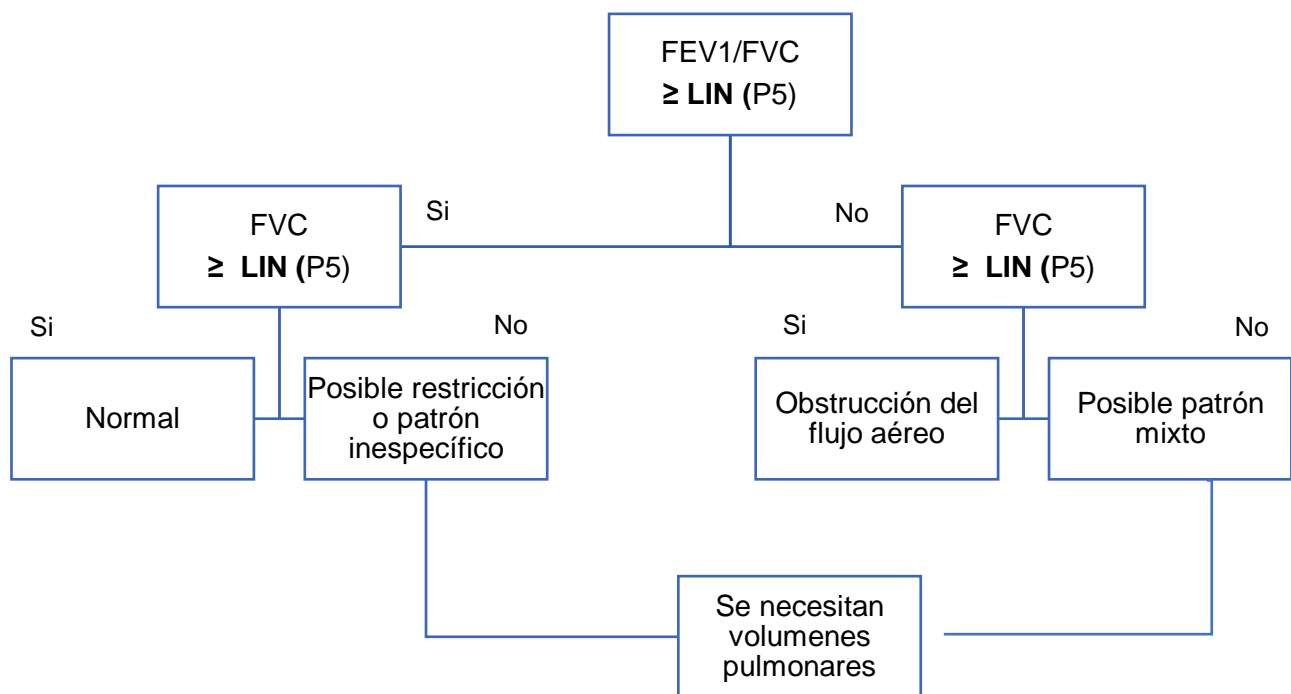


Figura 3: Diagnósticos funcionales por espirometría de acuerdo con estandarización ATS/ERS 2022.

Otros de los cambios en esta actualización fue que se agregó el término de **patrón inespecífico**, el cual presenta una relación FEV1/FVC normal con FVC y FEV1 por debajo del límite inferior de la normalidad [3].

Así mismo, se definió una respuesta significativa al broncodilatador si existe un cambio de $\geq 10\%$ ya sea en FEV1 o FVC con respecto al predicho y no al basal, utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Mejor valor post} - \text{mejor valor pre}}{\text{Predicho}} \times 100$$

La clasificación del grado de obstrucción se realiza de acuerdo con la puntuación Z:

Grado de obstrucción	Puntuación Z
Leve	-1.64 a -2.5
Moderado	-2.51 a -4
Grave	< -4.1

Tabla 2. Clasificación de la gravedad de la obstrucción de acuerdo con la estandarización ATS/ERS 2022.

En estas recomendaciones se agregó además el término **disanapsia**, el cual se define como una incongruencia o desproporción entre el crecimiento pulmonar y el calibre de las vías respiratorias, generalmente caracterizada por la reducción de la relación FEV1/FVC a pesar de tener FEV1 y FVC normales, incluso con una FVC por arriba del percentil 95 [5]. Hay evidencia limitada si el patrón espirométrico de la disanapsia de las vías respiratorias representa una variante fisiológica normal de la función pulmonar o es un indicador de enfermedad de las vías respiratorias, ya que algunos estudios sugieren que puede estar asociado a predisposición para una enfermedad pulmonar obstructiva [3], además la disanapsia pulmonar contribuye a la limitación del flujo de aire, atrapamiento de este e hiperinsuflación [7]. En personas sanas, la disanapsia se ha asociado a pertenecer al sexo masculino, una edad joven y estatura alta [3].

También se describió en esta actualización el término PRISm (preserved ratio impaired spirometry por sus siglas en inglés) el cual se refiere a una espirometría anormal con relación conservada, caracterizada por FEV1/FVC normal con FEV1 y FVC baja [3].

Crecimiento normal del sistema respiratorio

El crecimiento del sistema respiratorio inicia en las primeras semanas de vida intrauterina y finaliza en la edad adulta. Dentro de las etapas del desarrollo se incluyen las siguientes:

1. Embrionaria. Comprende entre las 4 y 7 semanas de gestación, inicia con la evaginación desde el endodermo del intestino primitivo anterior en dirección ventrocaudal que formará la vascularidad pulmonar, cartílago, músculo liso y tejido conectivo. Se forma la tráquea hasta los 18 segmentos lobares.
2. Pseudogandular. Comprende entre la 7 y 17 semanas de gestación, continúan las dicotomizaciones hasta culminar con los bronquiolos terminales.
3. Canalicular. Comprende entre las 17 y 27 semanas de gestación, con la formación de bronquios respiratorios y ductos alveolares en forma de saco que formarán acinos.
4. Sacular. Comprende entre las 28 y 36 semanas de gestación, donde a partir de los bronquios terminales se generan 2 dicotomizaciones que dan origen a bronquiolos respiratorios.
5. Alveolar. Comprende entre las 36 semanas de gestación a los 3 años de vida extra uterina, donde se dividen los sáculos en alvéolos.

Existen diferencias en el desarrollo normal del sistema respiratorio entre hombres y mujeres, por ejemplo; el área luminal de las vías respiratorias conductoras más grandes y centrales son más pequeñas en mujeres que en los hombres [12].

En 1974 Green, Mead y Turner demostraron que las personas sanas generan flujos respiratorios desiguales, aun teniendo un tamaño y volumen pulmonar similar, como consecuencia de diferencias en el calibre de la vía aérea. Green, Mead y Turner también determinaron que tales diferencias tendrían una base embriológica, reflejando un crecimiento *desproporcionado* pero normal dentro de un órgano (*crecimiento disanáptico*); y que las desigualdades en la relación entre vía aérea y

parénquima podrían influir sobre la patogénesis de las enfermedades obstructivas bronquiales [8].

Uno de los factores de riesgo para la probabilidad de desarrollar disanapsia es la prematuridad; debido a los avances en la atención perinatal existe un incremento en la supervivencia de los recién nacidos prematuros, lo que ha permitido su seguimiento a largo plazo, demostrando en estudios que los adultos nacidos prematuros tienen volúmenes pulmonares normales pero vías respiratorias más pequeñas, lo que causa limitación del flujo de aire espiratorio con mecánica respiratoria anormal, sin impacto en la eficiencia de la ventilación [7].

Hay evidencia que la disanapsia puede ser acentuada por varios mecanismos, como la exposición en el útero al tabaco o deficiencia de vitamina D, la disanapsia también puede estar presente en buceadores o pacientes en quien se realizó neumonectomía. [13].

Otro factor de riesgo asociado a la disanapsia es la obesidad, que per se altera la mecánica de la pared torácica, reduce los volúmenes pulmonares y aumenta la resistencia de las vías respiratorias. Algunos estudios han demostrado que la disanapsia depende del sexo, de modo que las mujeres pueden producir valores similares a los de disanapsia en comparación con los hombres [12].

En los niños, la disanapsia se ha relacionado con el asma, la obesidad y la asociación de ambos [5]. Un estudio analizó la relación entre la obesidad y disanapsia en seis cohortes (Children's Hospital of Pittsburgh, Hartford-Puerto Rico, Boston Children's Hospital, National Health and Nutrition Examination Survey, Childhood Asthma Management Program y Dutch Study Cohort) que incluyeron pacientes con y sin asma, el análisis incluyó un total de 4,521 pacientes de 6 a 20 años, dentro de los resultados se observó que los niños con sobrepeso y obesidad tuvieron más probabilidad de disanapsia que los niños con peso normal y que los niños tenían más probabilidades de disanapsia que las niñas, no hubo diferencia significativas por raza u origen étnico [13].

La adiposidad central está relacionada con una función pulmonar reducida y un mejor predictor del riesgo de asma en los niños que el IMC. La obesidad en los niños se asocia con un mayor riesgo de desarrollar asma, así como la pubertad temprana y las alteraciones hormonales que están implicadas en el obeso con asma. La obesidad y el asma producen cada uno desregulación inmunometabólica por separado. Los niños obesos típicamente muestran un patrón obstructivo caracterizado por aumento en FEV1 y FVC, pero un FEV1 /FVC más bajo, ello puede ser un reflejo de la disanapsia [6].

Planteamiento del problema y justificación

Con la actualización de las estrategias de interpretación de la espirometría, se produce un cambio importante en la clasificación de los diagnósticos funcionales espirométricos, lo cual puede llevarnos a sobre o sub diagnosticar algunas patologías pulmonares, por lo cual es importante describir y analizar la prevalencia de los diferentes diagnósticos funcionales por espirometría en población menor de 20 años con las nuevas estrategias de interpretación 2022. Adicionalmente, se podrá conocer qué porcentaje de individuos requerirán la medición de volúmenes pulmonares.

Pregunta de investigación

En pacientes menores de 20 años, ¿cuál será la prevalencia de los diferentes diagnósticos funcionales (normal, obstructivo, inespecífico/posible restricción, mixto y disanapsia) de acuerdo con las estrategias de interpretación de espirometría de ATS/ERS 2022?

Hipótesis

Por tratarse de un estudio descriptivo no se cuenta con una hipótesis.

Objetivo Principal

1. Describir la prevalencia de los diferentes diagnósticos funcionales por espirometría (normal, obstructivo, inespecífico/posible restricción, mixto y

disanapsia) de acuerdo con las nuevas estrategias de interpretación de espirometría de ATS/ERS 2022 en pacientes menores de 20 años.

2. Informar el porcentaje de individuos en quienes cambia el diagnóstico posterior a la administración del broncodilatador

Métodos

Estudio descriptivo, transversal, retrospectivo, realizado en Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas, hospital de 3er nivel de atención que recibe a pacientes sin importar derechohabencia de toda la República Mexicana. Se identificaron todas las espirometrías realizadas en los espirómetros Easy on-PC (© nnd Medizintechnik AG, Zúrich, Suiza) de febrero de 2016 a mayo de 2019. Se descargaron aquellos estudios en quienes la edad era \leq a 20 años, de ambos sexos y que tuvieran maniobras antes o después del broncodilatador.

Se obtuvo el mejor FEV1 y el mejor FVC que presentaba cada individuo antes y después del broncodilatador, de las maniobras registradas. Se obtuvo el FEV1/FVC pre y post broncodilatador (BD) y posteriormente se obtuvieron los predichos y los límites inferiores de la normalidad para cada variable espirométrica, así como el valor-z, y el porcentaje del predicho de la mejor FEV1, FVC, FEV1/FVC pre y post BD. Los estudios fueron clasificados como normales, obstructivos y sugerente de restricción de acuerdo con el estándar ATS/ERS 2005, y en normales, obstructivos, inespecíficos/posible restricción o mixtos de acuerdo con el estándar ATS/ERS 2022. Se analizó el número de sujetos que cumplían con un patrón de disanapsia antes y después del BD.

Se realizó un subanálisis en menores de 6 años debido a que las guías internacionales, así como los estándares ATS/ERS no hacen referencia a este grupo de edad y la realización de espirometría.

Se calculó la respuesta al broncodilatador de acuerdo con los dos estándares mencionados y se obtuvo la frecuencia de individuos que modificaban su diagnóstico funcional de acuerdo con el broncodilatador.

El estudio fue aprobado por el comité de ciencia y bioética del instituto con número C-39-22.

Análisis

Se realizó estadística descriptiva mediante número y porcentaje para variables discretas o mediana y percentil 5 o 95 para las variables continuas ya que la distribución fue no paramétrica. Se compararon los resultados basales entre hombres y mujeres mediante la prueba de U Mann-Whitney. Los datos fueron analizados con el programa estadístico stata v.16.

Resultados

Se incluyeron un total de 3,273 individuos, con una mediana de edad de 12 [6-19], 1,957 (59.8%) hombres y 1,316 (40.2%) mujeres. En la tabla 1 se muestran las características generales de la población.

Cuadro 1. Características generales de la población. N=3,273		
	Mujeres, n=1,316 (40.2 %)	Hombres, n=1957 (59.8 %)
Edad (años) #	12 (6-20)	11 (6-19)
Talla (cm)*	148 (113-165)	144 (111-174)
Peso (kg)*	45 (19-76)	41 (19-82)
IMC (kg/m2) #	21 (14-31)	19 (14-29)
FEV ₁ (litros)*	2.17 (0.91-3.53)	2.05 (0.95-4.35)
FEV ₁ (puntuación z)	-0.23 (-3.23-1.8)	-0.32 (-2.91-1.6)
FEV ₁ (% predicho)	97 (61-121)	96 (65-119)
FVC (litros)*	2.685 (1.18-4.23)	2.64 (1.21-5.33)
FVC (puntuación z)	0.33 (-2.29-2.36)	0.34 (-1.93-2.22)

FVC (% predicho)	104 (73-129)	104 (78-127)
FEV ₁ /FVC #	83.7 (66.6-94.1)	80.8 (64.8-93.6)
FEV ₁ /FVC (puntuación z)	-0.92 (-3.48-0.62)	-1.01 (-3.34-0.81)
IMC= índice de masa corporal; FEV ₁ =volumen espirado forzado en el primer segundo; FVC= capacidad vital forzada. *p<0.05 # p<0.01		

En el cuadro 2 se observa los diagnósticos funcionales de acuerdo con ambos estándares (ATS/ERS 2005 y 2022)

Cuadro 2. Cambio en el diagnóstico funcional de acuerdo con los estándares 2005 vs 2022.				
Dx 2005 \ Dx 2022	Normal	Obstrutivo	Sugerente restricción	Total
Normal	2,201 (100%)	0	0	2,201 (67.24%)
Obstrutivo	0	853 (91.03%)	0	853 (26.06 %)
Inespecífico / posible restricción	0	0	135 (100%)	135 (4.12%)
Mixto	0	84 (8.96%)	0	84 (2.56%)
Total	2,201 (67.24%)	937 (28.62%)	135 (4.03%)	3,273 (100%)

En el cuadro 3 se observa los diagnósticos funcionales posterior a aplicar broncodilatador con el estándar ATS/ERS 2022.

Cuadro 3. Diagnósticos funcionales posterior a BD de acuerdo con el estándar 2022					
Post BD \ Basal	Normal	Inespecífico/ posible restricción	Obstrutivos	Mixto	Total
Normal	1,838	12	34	0	1,884
Inespecífico/ posible restricción	23	55	0	2	80
Obstrutivo	508	1	291	4	804
Mixto	10	13	15	33	71
Total	2,379	81	340	39	2,839

En el cuadro 4 se observa el porcentaje de individuos con respuesta al broncodilatador en las diferentes variables de la espirometría de acuerdo con el estándar ATS/ERS 2022.

Cuadro 4. Porcentaje de individuos con respuesta a BD de acuerdo con el estándar 2022 en las diferentes variables de espirometría			
	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
FEV1 y FVC \geq 10%	180	22.53	22.53
FEV1 \geq 10%	578	72.34	94.87
FVC \geq 10%	41	5.13	100

En el cuadro 5 se observa el número de individuos que presentan disanapsia y que dejan de presentar disanapsia al aplicar BD de acuerdo con el estándar ATS/ERS 2022.

Cuadro 5. Número de individuos con disanapsia basal y post BD de acuerdo con el estándar 2022			
Disinapsia basal \ Disanapsia Post BD	No	Sí	Total
	No	2,566	85
Sí	425	140	565 (17.56%)
Total	2,991 (93%)	225 (6.99%)	3,216 (100%)

Al realizar el subanálisis en niños menores de 6 años con los criterios de la ATS/ERS 2022 se obtuvieron los siguientes resultados:

En el cuadro 6 se compara a los mayores de 6 años con los menores de 6 años con la diferente clasificación de respuesta significativa al BD de acuerdo con el estándar ATS/ERS 2005 y 2022.

Cuadro 6. Cambio en la clasificación de respuesta al BD de acuerdo con los estándares 2005 vs 2022.					
		Mayores de 6 años		Menores de 6 años	
2005	2022	No	Sí	No	Sí
	No	1,957	127	24	3
Sí	45	672	1	10	

En el cuadro 7 se observa el porcentaje de individuos menores de 6 años con respuesta al broncodilatador en las diferentes variables de la espirometría.

Cuadro 7. Porcentaje de individuos con respuesta a BD de acuerdo con las variables de espirometría			
	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
FEV1 y FVC \geq 10%	3	23.08	23.08
FEV1 \geq 10%	7	53.85	76.92
FVC \geq 10%	3	23.08	100

En el cuadro 8 se observa el número de individuos menores de 6 años que presentan disanapsia y que dejan de presentar disanapsia al aplicar BD.

Cuadro 8. Número de individuos menores de 6 años con disanapsia pre y post BD				
Disanapsia Basal	Disanapsia Post BD	No	Si	Total
	No	49	3	52(91%)
Si	3	2	5 (8.7%)	
Total	52 (91%)	5 (8.7%)	57(100%)	

Discusión

La espirometría es de gran utilidad no solo para el diagnóstico y seguimiento de enfermedades respiratorias, también como tamizaje en personas con factores de riesgo como exposición a biomasa o sustancias tóxicas, evaluación de riesgo preoperatorio, evaluación de deportistas de alto rendimiento e incluso en el área de la investigación clínica, por tal motivo interpretarla de manera correcta es fundamental para no, sobre o sub diagnosticar a los pacientes, para ello ha sido diseñada la estandarización de la espirometría, desde su correcta realización hasta su manera de interpretarla, que a su vez con el paso del tiempo se ha ido actualizando para llegar a diagnósticos más certeros.

En este estudio se reporta la prevalencia de los diferentes diagnósticos funcionales por espirometría en pacientes menores de 20 años, donde se observó que de acuerdo con la estrategia de interpretación de la ATS/ERS en 2005 el diagnóstico funcional más prevalente fue el normal, seguido del obstructivo y en tercer lugar el sugerente de restricción, que comparándola con la actualización del 2022, el diagnóstico funcional que prevaleció más, continuó siendo el normal, seguido del obstructivo, sin embargo el 8.96% de los pacientes que presentaron patrón obstructivo de acuerdo a la estrategia de interpretación ATS/ERS del 2005, con la actualización del 2022 se diagnosticaron con patrón mixto, lo que conducirá a solicitar volúmenes pulmonares y estudiar con mayor profundidad a estos pacientes. En este estudio también se evaluó si el diagnóstico funcional cambió posterior de administrar BD de acuerdo con las estrategias de interpretación ATS/ERS 2022, donde se observó que incrementó el diagnóstico funcional normal, sin embargo, no solo a expensas del diagnóstico funcional obstructivo, sino también a expensas del mixto. Además, se observó que en la variable espirométrica donde mayor respuesta al broncodilatador hubo fue en FEV1 en un 72.34%. Debido a que en el estándar 2022 se agregó el diagnóstico de disanapsia se evaluó la prevalencia de ésta, la cual se presentó en un 17.56% en la espirometría basal y se mantuvo en un 6.99% posterior al BD.

En la actualidad no existe estandarización de espirometría por la ATS/ERS para menores de 6 años, por lo cual se realizó un subanálisis en este grupo etario para

comparar la respuesta al broncodilatador de acuerdo con la estandarización 2005 y 2022, donde se observó mayor respuesta de acuerdo con la estandarización del 2022 por ser más flexible, del mismo modo que en mayores de 6 años. Además, en este grupo también se observó que donde mayor respuesta al BD hubo fue en FEV1 en un 53%, sin embargo, a diferencia de los mayores de 6 años que solo el 5.13% tuvo respuesta en FVC, en este grupo etario hubo una respuesta en FVC de hasta un 23.08%. Finalmente, se evaluó la prevalencia de disnea en menores de 6 años, la cual se reportó en un 8.7% de los pacientes pre y post BD.

Conclusiones

La estandarización ATS/ERS 2022 dirige a diagnósticos funcionales más precisos que conducen a solicitar medición de volúmenes pulmonares y estudiar con mayor profundidad a los pacientes.

Bibliografía:

1. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* [Internet]. 2005;26(2):319–38. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/erj/26/2/319.full.pdf>
2. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, et al. Standardization of spirometry 2019 update. An official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2019;200(8):e70–88. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.201908-1590ST>
3. Stanojevic S, Kaminsky DA, Miller MR, Thompson B, Aliverti A, Barjaktarevic I, et al. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *Eur Respir J* [Internet]. 2022;60(1):2101499. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/erj/60/1/2101499.full.pdf>
4. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R, et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J* [Internet]. 2005;26(5):948–68. Disponible en: <http://erj.ersjournals.com/content/26/5/948.abstract>

5. M C G Donth Leger, M Vocos, et al. Small airways dysanapsis in overweight/obese asthmatic children. (2022). *European Respiratory Journal* 60 (suppl 66) 3696; DOI: 10.1183/13993003.congress-2022.3696
6. Hay, C.; Henrickson, S.E. The impact of obesity on immune function in pediatric asthma. (2021) *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*; 21 (2): 202-215. DOI:10.1097/ACI.0000000000000725
7. Duke, J, Lewandowski, A.J et al. Physiological aspects of cardiopulmonary dysanapsis on exercise in adults born preterm. (2021). *Journal of Physiology - London*; 600 (3): 463-482
8. Perpiñá M. Disanapsis pulmonar e hiperrespuesta bronquial en el asma (2017). *Rev Asma*; 2(2):166-171.
9. L Smith, H Marshall, et al. Physiological assessment of patients with airways dysanapsis using ¹²⁹Xe MRI (2022). *European Respiratory Journal*; 60: 4486; DOI: 10.1183/13993003.congress-2022.4486.
10. Polverino F, Marin J. The lower respiratory tract: the hot spot for chronic fixed airflow limitation (2022). *European Respiratory Journal*, 60: 2201214; DOI: 10.1183/13993003.01214-2022.
11. Global Initiative for Asthma. Global Strategy for Asthma Management and Prevention, 2023. Update May 2023. Available from: www.ginasthma.org
12. Stickford JL, Wilhite DP, Bhammar DM, Balmain BN, Babb TG. Dysanapsis in men and women with obesity. *J Appl Physiol* (1985). 2021 Aug 1;131(2):496-503. doi: 10.1152/jappphysiol.00133.2021. Epub 2021 Jun 24. PMID: 34166096; PMCID: PMC8409926.
13. Forno E, Weiner DJ, Mullen J, Sawicki G, Kurland G, Han YY, et al. Obesity and airway dysanapsis in children with and without asthma. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017;195(3):314–23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.201605-1039OC>
14. Beydon N, Davis SD, Lombardi E, Allen JL, Arets HGM, Aurora P, et al. An official American thoracic society/European respiratory society statement: Pulmonary function testing in preschool children. *Am J Respir Crit Care Med*

[Internet]. 2007;175(12):1304–45.
<http://dx.doi.org/10.1164/rccm.200605-642st>

Disponibile

en: