



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

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

**VALORES NORMALES PARA PRESIONES INSPIRATORIA Y
ESPIRATORIA MAXIMAS EN SUJETOS SANOS QUE HABITAN EN LA
CIUDAD DE MEXICO**

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE MEDICO ESPECIALISTA EN:

NEUMOLOGIA

**PRESENTA
DR. JORGE ENRIQUE RUIZ CANCINO**

**TUTOR Y ASESOR:
DRA. SILVIA CID JUAREZ**

Ciudad de México, Agosto de 2017





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.

**SECRETARIA DE SALUD
DIRECCIÓN DE ENSEÑANZA
INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS
“ISMAEL COSÍO VILLEGAS”
NEUMOLOGÍA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**DR. JUAN CARLOS VÁZQUEZ GARCÍA
DIRECTOR DE ENSEÑANZA**

**DRA MARGARITA FERNÁNDEZ VEGA
SUBDIRECTOR DE ENSEÑANZA**

**DRA MARIA DEL CARMEN CANO SALAS
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE POSGRADO**

**DR. JORGE ROJAS SERRANO
ASESOR Y TUTOR DE TESIS DE TITULACIÓN EN NEUMOLOGÍA
MEDICO ADSCRITO A LA CLINICA DE ENFERMEDADES
INTERSTICIALES**

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS:

- Para toda mi familia, en especial a mis padres Guadalupe Teodoro Ruiz Gómez y Lesvia Inés Cancino Aguilar, mis abuelos Jorge Ruiz Aguilar y Lilia Gómez Carpio por estar siempre cuando los necesité.
- A mi hermana Ivonne por ser parte de mi vida, ser mi cómplice y mi mejor amiga.
- A mi esposa Asaly, por ser mi mayor motivación en la vida.
- A la Dra. Silvia Cid por acompañarme en esta ruta académica y dirigirme de la mejor manera para obtener excelentes resultados.
- A la Universidad Nacional Autónoma de México y al Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias porque me dieron la oportunidad de formar parte de ellos.

¡Gracias!

ÍNDICE

1. Introducción	5
2. Planteamiento del problema	6
3. Justificación	7
4. Pregunta de Investigación	8
5. Hipótesis	9
6. Objetivos	9
7. Material y métodos	
a. Diseño del estudio	9
b. Población en estudio	9
c. Metodología	11
d. Procesamiento y análisis estadístico	14
8. Implicaciones éticas	16
9. Resultados	17
10. Discusión	22
11. Conclusiones	25
12. Referencias Bibliográficas	26

1. INTRODUCCION

Las presiones respiratorias máximas son pruebas que miden la fuerza muscular de músculos inspiratorios, así como espiratorios más la presión pasiva de retracción elástica del sistema respiratorio, incluyendo los pulmones y la pared torácica. (1) Proyectan respectivamente, las presiones más altas que se generan en una inspiración y una espiración máximas contra una vía aérea ocluida. (2,3).

La presión inspiratoria máxima (Pimax), evalúa principalmente la fuerza diafragmática, mientras que la presión espiratoria máxima (Pemax) la de los músculos intercostales y abdominales. La Pimax consiste en generar la máxima presión a partir del volumen residual y la espiratoria a partir de la capacidad pulmonar total (3). Se consideran procedimientos sencillos y no invasivos (4).

Las pruebas de valoración de fuerza muscular no se deben usar como pruebas de escrutinio, sin embargo, en pacientes con alto riesgo de miopatía, se debe estandarizar su uso. En pacientes con compromiso de alto volumen pulmonar (EPOC), una disminución de la Pimax refleja un acortamiento de la fibra muscular asociada a un aumento del volumen residual (VR), en lugar de una reducción de la fuerza muscular inspiratoria (1), sin embargo su uso se ha evaluado en diferentes condiciones tales como enfermedades cardiovasculares, patologías pulmonares (6) y alteraciones neuromusculares principalmente (7), sin embargo, se han recomendado en otras condiciones patológicas como: enfermedades metabólicas, renales, endocrinológicas, reumatológicas (3), deformidades de pared torácica (7) y condiciones relacionadas con el uso crónico de medicamentos. El uso de la prueba también ha tenido impacto en la determinación de ciertos mecanismos como la evaluación de la tos y la habilidad para eliminar secreciones y, diagnóstico y seguimiento de pacientes con enfermedad diafragmática (3). Incluso se ha propuesto el su uso como prueba de discriminación para retiro de ventilación mecánica no invasiva (1,2).

La Pimax y Pemax son consideradas pruebas sencillas y rápidas de realizar, además de ser no invasivas, lo que hacen su uso razonable en diversas facetas de las patologías donde tienen impacto, además de que presentan contraindicaciones mínimas. Por otra parte dependen del esfuerzo voluntario del sujeto al que se le realiza la prueba, consecuentemente, un valor bajo puede proyectar debilidad muscular o una pobre ejecución, por lo que el análisis de la misma tiende a ser muy importante (1,3, 6). Otro punto en contra es la difícil interpretación por la falta de valores normales representativos (6).

Diversos grupos de investigación han informado valores de referencia para niños, adolescente y adultos (8-22). Observándose una gran variabilidad en los puntos de corte o ecuaciones de referencia entre los diferentes grupos étnicos, además de otras variables como el retroceso elástico de los pulmones y el crecimiento diferencial de la vía aérea (3). En México se han utilizado las ecuaciones de Black & Hyatt (5), donde se evaluaron a 120 sujetos sanos, de ambos sexos, entre 20 y 86 años; para la interpretación de valores de Pimax y Pemax.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No se han realizado estudios para determinar valores de referencia en la población mexicana, lo que puede representar un sesgo para la interpretación de los resultados de la prueba.

3. JUSTIFICACION

Establecer los valores de referencia de las pruebas de fuerza muscular en una población determinada es complejo debido al tipo de muestreo que debe realizarse, se tienen que incluir factores como la zona geográfica, la edad, el género, la estatura y el peso, presión barométrica y la presencia de patologías obstructivas o restrictivas (16), sin embargo, la obtención de éstos, son un punto clave para la evaluación e interpretación de los resultados.

No se han realizado estudios para determinar valores de referencia en la población mexicana, lo que puede representar un sesgo para la interpretación de los resultados de la prueba. A nivel mundial se han realizado múltiples estudios tratando de estandarizar valores de referencia, sin embargo, los resultados han sido muy heterogéneos (8-20). En el continente americano, en Brasil, Raquel E.F. Medes et al, integro un grupo para estudiar a 182 adolescentes sanos y Circeu Costa et al, estudio a 60 mujeres y 60 hombres sano dentro del rango de edad de 20-80 años (18), encontrando que la edad es el mejor predictor de impacto en ambos géneros (19).

Este trabajo pretende obtener los valores de referencia que mejor ajusten para la población que habita a 2240 metros de altura y que representa aproximadamente el 20% de la población de México, tomando en cuenta el impacto que tienen la pruebas de fuerza muscular en diferentes enfermedades respiratorias.

4. PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Cuál es la ecuación de referencia a la que mejor ajusta la población Mexicana para medición de presiones inspiratoria y espiratoria máximas?

5. HIPÓTESIS

Nula

6. OBJETIVOS

Obtener los valores normales en sujetos sanos mayores de 18 años de edad, que habitan en la zona metropolitana de la ciudad de México.

- a. Presión inspiratoria máxima
- b. Presión espiratoria máxima

7. MATERIAL Y METODOS:

a. DISEÑO DEL ESTUDIO

- Diseño experimental
 - Investigación clínica
- Diseño del estudio
 - Prospectivo, transversal, descriptivo y observacional.

b. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Hombres y mujeres que radiquen en la ciudad de México sanos pulmonares.

• CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Mayores de 18 años de edad y menores de 80 años, sanos pulmonares por interrogatorio, residentes del D.F con más de 2 años de estancia, que cuenten con consentimiento informado.

• CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Cualquier síntoma descrito en el cuestionario de enfermedad pulmonar, cardíaca o músculo esquelético
- Obesos (IMC >30)
- Fumadores actuales
- Limitación física para realizar la prueba

- Personas concursen con la siguientes patologías:
 - Enfermedades neuromusculares
 - EPOC
 - Asma
 - Fibrosis quística
 - Desnutrición
 - Enfermedades intersticiales pulmonares
 - Deformidades de tórax
 - Helicoidal
 - Cifoscoliosis
 - Postraumático
- Uso de esteroides durante los últimos tres meses.
- Que presente alguna de las contraindicaciones absolutas para realizar la prueba.

c. METODOLOGIA

Se invitó a participar a hombres y mujeres mexicanos que radiquen en la ciudad de México que acudan al Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias como acompañantes de pacientes.

En caso de aceptar participar en el estudio, se les pidió que llenaran un cuestionario de autoevaluación de salud y salud respiratoria (PLATINO) con las indicaciones requeridas antes de la prueba según las Guías ATS/ACCP para la prueba de presión inspiratoria máxima y presión espiratoria máxima 2002 (consumo de alimentos ligeros, ropa y calzado cómodos, no haber fumado al menos 2 horas antes, no realizar ejercicio vigoroso cuatro horas previas al estudio, no es necesario interrumpir la medicación actual para el examen).

El día de la prueba se procedió a la medición de variables como la estatura en bipedestación (estadímetro de preferencia y en personas que no puedan mantenerse en bipedestación o con deformidad de la caja torácica, se usará la extensión de los brazos como una estimación de la estatura) y peso.

Se colocara al sujeto sentado, con el tórax y cuello en posición erguida y ambos pies apoyados en el suelo, una persona o el mismo paciente, darán soporte a las mejillas (principalmente para Pemax), se introducirá una boquilla con filtro, la sellará con los labios y no deberá morderla ni introducir la lengua al lumen. Se advertirá al paciente las posibles consecuencias de realizar esfuerzos respiratorios intensos.

Medición de la Pimax:

Se solicitará al paciente que exhale suavemente con el fin de llegar al volumen residual, para luego inhalar lo más fuerte y rápido que le sea posible. La duración de la presión máxima alcanzada deber ser idealmente de 1.5 segundos.

Se obtendrán 3 intentos reproducibles (Variación menor del 10% con los dos de mayor valor) de un máximo de 8 y mínimo de 5 intentos. Con un descanso de 60 segundos entre un intento y el otro.

Medición de Pemax:

Se solicitará al paciente que inhale profundo y completamente hasta llegar a capacidad pulmonar total, para después exhalar tan fuerte y rápido como le sea posible. La duración de la presión máxima alcanzada deber ser idealmente de 1.5 segundos.

Se obtendrán 3 intentos reproducibles (Variación menor del 10% con los dos de mayor valor) de un máximo de 8 y mínimo de 5 intentos. Con un descanso de 60 segundos entre un intento y el otro. Si la última maniobra es mayor a todas las anteriores se realizará una nueva maniobra.

Mediciones de variables.

Antropométricas:

Talla en bipedestación (cm): estando la persona en posición de pie, se obtendrá la estatura en centímetros mediante un estadímetro de pared marca SECA modelo 206 (Seca GMBH & co; Hamburgo, Alemania). Esta medición se realizará colocando los talones juntos, pegados a la pared, así como las pantorrillas, las nalgas, las escápulas y la cabeza. La cabeza será posicionada pidiéndole al adulto que mire hacia enfrente, manteniendo el canto externo de la órbita horizontal en relación con el meato auditivo (plano de Frankfurt).

Peso (kg): estando el adulto con ropa ligera, se obtendrá el peso (en kilogramos) utilizando una báscula marca SECA modelo 813 (Seca GMBH & co; Hamburgo, Alemania). Este valor será redondeado incrementando la unidad si la medición excede al menos 0.5 de la unidad.

Presión inspiratoria máxima y presión espiratoria máxima:

Las mediciones de las variables de las presiones máximas de fuerza muscular (Pimax y Pemax) se realizarán en el laboratorio de fisiología respiratorio del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias.

- 1) Previo al inicio de la prueba y firma del consentimiento informado, se le explicara al paciente el objetivo del procedimiento y las posibles complicaciones del mismo.
- 2) Se dará información detallada de las posibles complicaciones al realizar la prueba y posteriormente se le orientara al paciente sobre la manera estandarizada en la que se realiza el procedimientos (ATS/ERS 2002).
- 3) Se procederá a la medición de variables como la estatura y peso.
- 4) Se colocara al sujeto en sedestación , con el tórax y cuello en posición erguida y ambos pies apoyados en el suelo, una persona o el mismo paciente, darán soporte a las mejillas, se introducirá una boquilla con filtro, la sellará con los labios y no deberá morderla ni introducir la lengua al lumen.
- 5) Medición de la Pimax:
 - a. Se solicitará al paciente que exhale suavemente con el fin de llegar al volumen residual, para luego inhalar lo más fuerte y rápido que le sea posible. La duración de la presión máxima alcanzada deber ser idealmente de 1.5 segundos.

- b. Se obtendrán 3 intentos reproducibles (Variación menor del 10% con los dos de mayor valor) de un máximo de 8 y mínimo de 5 intentos. Con un descanso de 60 segundos entre un intento y el otro.
- 6) Medición de Pemax:
 - a. Se solicitará al paciente que inhale profundo y completamente hasta llegar a capacidad pulmonar total, para después exhalar tan fuerte y rápido como le sea posible. La duración de la presión máxima alcanzada deber ser idealmente de 1.5 segundos.
 - b. Se obtendrán 3 intentos reproducibles (Variación menor del 10% con los dos de mayor valor) de un máximo de 8 y mínimo de 5 intentos. Con un descanso de 60 segundos entre un intento y el otro. Si la última maniobra es mayor a todas las anteriores se realizará una nueva maniobra.
- 7) Los resultados del estudio se entregarán ese mismo día.
- 8) Durante toda la prueba existirá la supervisión continua por un técnico apropiadamente entrenado y un médico

d. PROCESAMIENTO, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- Se utilizó estadística descriptiva (MEDIANA Y P25-P75) para la caracterización de la población. Fueron utilizados modelos de regresión lineal para predecir PIMAX Y PEMAX utilizando como variables independientes edad (cruda, así como también $edad^2$), talla, peso, genero y, la medición de VEF1, FVC, VEF1/CVF y FEP.
- Las variables con asociación significativa con PIMAX y PEMAX en modelos univariados.
- Para cada modelo, fue observada la determinación del coeficiente r^2 y la DE de los residuos (Raíz del Error Cuadrático Medio), indicadores generales del ajuste del modelo.

- Comparamos las mediciones de PIMAX y PEMAX de los participantes con los valores de referencia más utilizados empleando un gráfico con técnica de suavizado, es decir, Diagrama de Dispersión Localmente Ponderado Suavizado (LOWESS) para observar las relaciones entre las variables y sus tendencias.
- El análisis estadístico se realizó con STATA ver. 14 software estadístico.

8. IMPLICACIONES ÉTICAS

La medición de presiones inspiratoria y espiratoria máximas son procedimientos sencillos, breves y que no provocan riesgos para el sujeto. De acuerdo al artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación, se trata de un estudio con riesgo mínimo. El protocolo será sometido para su aprobación y registro en el Comité de Ciencia y Bioética del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias.

9. RESULTADOS

Participaron 153 sujetos sanos, por cuestionario para realizarles las mediciones de Pimax y Pemax, se engloban las características en las tabla 1.

Tabla 1. Características de los sujetos*

Antropométricas y Demográficas				
Variable	Todos (n=153)	Hombres n=64 (41.83%)	Mujeres n=89 (58%)	p
Edad, años Md (p25-p75)	45 (30-57)	47 (30-57)	44 (30-57)	0.93
Talla, cm Md (p25-p75)	161 (154-168)	168 (163-172)	155 (151-161)	<0.0001
Peso, Kg Md (p25-p75)	67 (58-74)	74 (68-80)	60 (55-67)	<0.0001
IMC, Kg/m ² Md (p25-p75)	25.6 (23.2-28.2)	26.3 (24.7-28.4)	25 (22.2-28.1)	0.0229
SC, m ² Md (p25-p75)	1.70 (1.58-1.84)	1.85 (1.78-1.93)	1.61 (1.53-1.70)	<0.0001

Espirometría				
Variable	Todos N=47	Hombres n=21 (45%)	Mujeres n=26(55%)	p
VEF1/CVF, % Md (p25-p75)	79 (75-82)	78 (75-82)	80 (78-84)	0.3129
VEF1, L Md (p25-p75)	2.6 (2.11-3.09)	3.09 (2.82-3.56)	2.16 (1.83-2.57)	<0.0001
VEF1, % pred Md (p25-p75)	97.8 (86.5-105.6)	101.09 (88.02-105.92)	97.36 (81.71-103.92)	0.3803
CVF, L (p25- p75)	3.29 (2.65-3.81)	3.82 (3.56-4.47)	2.68 (2.41-3.11)	<0.0001
CVF, % pred (p25-p75)	96.76 (88.40-105.55)	97.64 (86.86-106.12)	96.69 (89.90-101.85)	0.7160
FEP, L (p25-p75)	7.36 (6.01-10.12)	10.15 (8.28-10.95)	6.66 (5.69-6.98)	<.0001

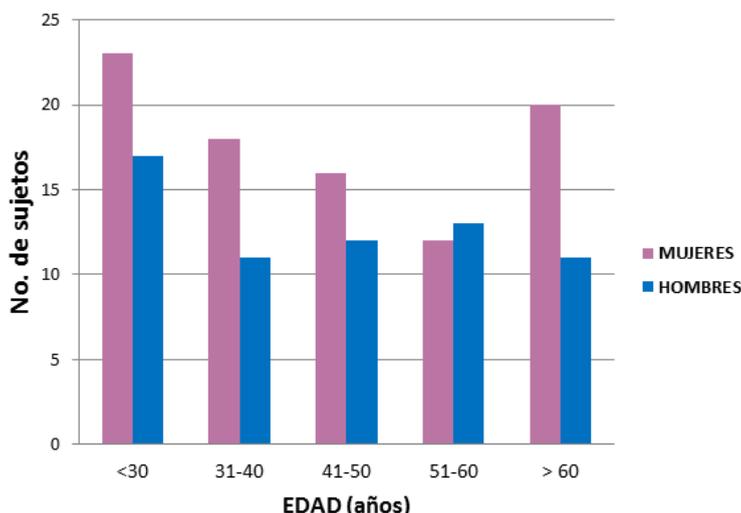
Presiones máximas				
Variable	Todos (n=153)	Hombres n=64 (41.83%)	Mujeres n=89 (58%)	p

Pimax cmH2O Md (p25-p75)	78 (62-95)	92 (76-107)	69 (60-85)	<0.0001
Pemax , cmH2O Md (p25-p75)	102 (84-126)	124.5 (102-139)	93 (78-114)	<0.0001

IMC: índice de masa corporal, SC: área de superficie corporal, VEF1: volumen espiratorio forzado en el primer segundo, CVF: capacidad vital forzada, FEP: flujo espiratorio pico, Pimax: presión inspiratoria máxima, Pemax: presión espiratoria máxima.

Con los resultados obtenidos se dividieron en por grupos etarios (Figura 1.), obteniendo 5 grupos donde la mayoría de sujetos se ubicó en el grupo de 18-30 años, sin embargo, toso los grupos superaron 10 sujetos de cada sexo.

Figura 1. Distribución de la población en estudio por edad



Se determinó la asociación con cada variable que se midió, para obtener las relaciones más fuertes, la edad predomino (tablas 4 y 5).

Tabla 4. Asociación con PIMAX

Variable	Mujeres		Hombres		Todos	
	r_s	p	r_s	p	r_s	p
Edad	-0.51	0.0073	-0.53	0.0117	-0.52	0.0001
Talla	0.20	0.306	0.24	0.2793	0.49	0.0005
Peso	0.45	0.020	0.15	0.5095	0.50	0.0003
IMC	0.29	0.14	-0.19	0.4067	0.20	0.1591
VEF1	0.58	0.0018	0.60	0.0037	0.70	0.0000
CVF	0.48	0.0111	0.56	0.0073	0.66	0.0000
FEP	0.60	0.0010	0.28	0.2149	0.65	0.0008

IMC: índice de masa corporal, VEF1: volumen espiratorio forzado en el primer segundo, CVF: capacidad vital forzada, FEP: flujo espiratorio pico, PIMAX: presión inspiratoria máxima.

Tabla 5. Asociación con PEMAX

Variable	Mujeres		Hombres		Todos	
	r_s	p	r_s	p	r_s	p
Edad	-0.2049	0.3154	-0.197	0.392	-0.239	0.106
Talla	-0.1576	0.4420	0.0649	0.78	0.4418	0.0019
Peso	0.3676	0.0647	-0.0439	0.85	0.6036	0.0000
IMC	0.3843	0.0526	0.0526	0.8208	0.3675	0.0110
VEF1	0.3509	0.0789	0.3843	0.0854	0.6824	0.0000
CVF	0.2235	0.2723	0.2632	0.2489	0.6397	0.0000
FEP	0.5037	0.0087	0.3567	0.1124	0.7084	0.0000

IMC: índice de masa corporal, VEF1: volumen espiratorio forzado en el primer segundo, CVF: capacidad vital forzada, FEP: flujo espiratorio pico, PEMAX: presión espiratoria máxima.

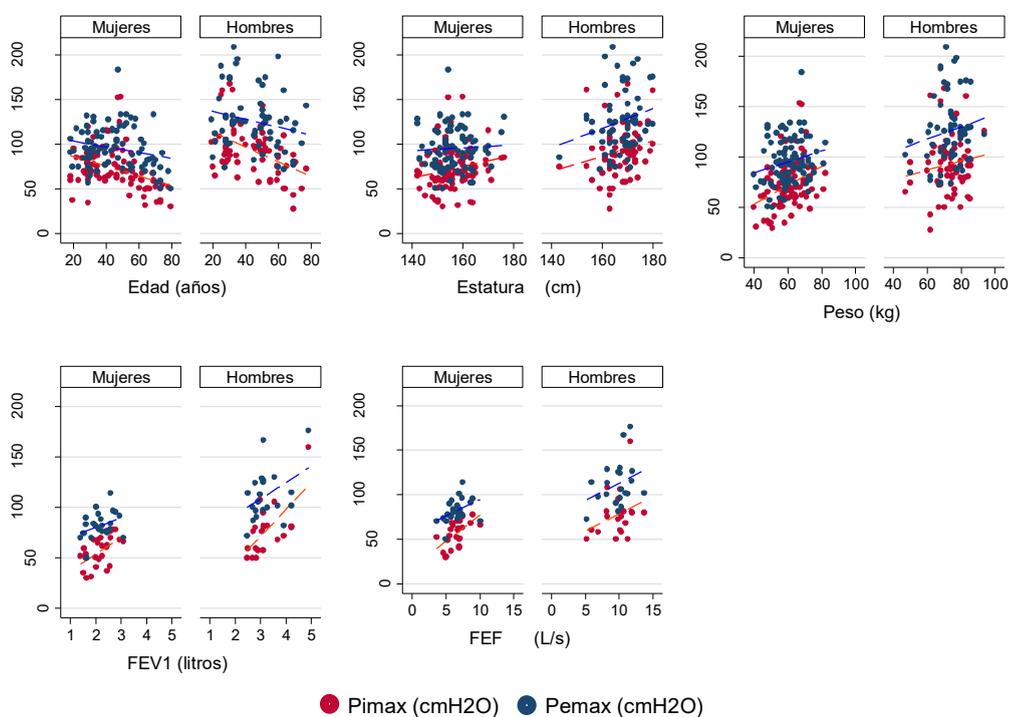
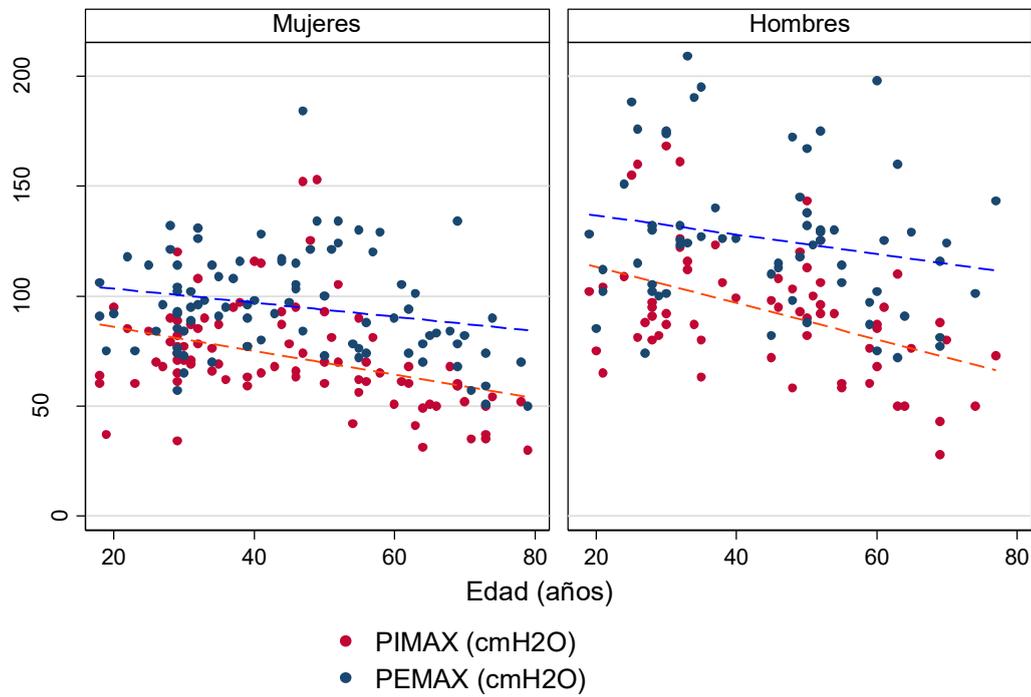


Figura 2. Distribución por edad.



Valores por rango de edad:

Tabla 3 . Mediciones de PIMAX (cm H₂O) por edad

Estrato de edad	Hombres	Mujeres	Total
< 30	92	74	82
Md (p25-p75)	(81.5-106.5)	(64-84)	(70.2-94.2)
31-40	112	77.5	87
Md (p25-p75)	(87-123)	(68.2-91.2)	(70-110)
41-50	96.5	82.5	93
Md (p25-p75)	(84-111,7)	(66.5-110)	(70.5-111.,7)
21-60	87	67.5	76
Md (p25-p75)	(64-98)	(57.2-81)	(60.5-92)
>60	73	51.5	52
Md (p25-p75)	(50-88)	(38-59.7)	(43-68)

Pimax: presión inspiratoria máxima.

Tabla 4. Mediciones de PEMAX (cm H₂O) por edad

Estrato de edad	Hombres	Mujeres	Total
< 30	115	92	102
Md (p25-p75)	(101.5-162.5)	(75-106)	(84.2-120.2)

31-40 Md (p25-p75)	127 (125-190)	97 (90.7-110.2)	114 (95.5-126.5)
41-50 Md (p25-p75)	116.5 (101-143.2)	104 (93.2-120)	114 (97.2-131)
21-60 Md (p25-p75)	123 (99.5-130)	105 (76.5-127.7)	120 (87.5-129.5)
>60 Md (p25-p75)	116 (81-129)	78 (68.5-88.5)	82 (72-105)

Pemax: presión espiratoria máxima.

10. DISCUSIÓN

Las presiones inspiratoria y espiratoria son pruebas que miden la fuerza muscular de la caja torácica, principalmente del diafragma, la ventaja de las pruebas es que no son invasivas a diferencia del resto de pruebas con función igualitaria, una desventaja importante es la ausencia de valores normales para población mexicana, se han hecho diversos estudios los cuales han tenido resultados muy heterogéneos, por lo que nuestra propuesta sería importante en la adecuada interpretación de resultados. A pesar de que la medición de presiones inspiratoria y espiratoria máximas no son una prueba de escrutinio, se considera una prueba adecuada para ciertas patologías que engloban la caja torácica, a pesar que los pacientes tienen que tener una probabilidad pre prueba elevado.

Se han propuesto diversas ecuaciones para predecir valores normales en diversas poblaciones, sin embargo, sus asociaciones han sido bajas y los sujetos en estudio heterogéneos, así como la metodología del estudio. (Tabla 3)

Tabla 5. Ecuaciones de referencia

Autores	Año	Sujetos (H/M)	Rango de edad (años)	Pieza bucal	Medición	Tiempo	Valor usado/número de intentos
Black and Hyatt	1969	60/60	20-86	Tubo	Pico	Al menos un segundo	El mayor de al menos 3
Wilson et al.	1984	48/87	18-70	Brida	Pico	Al menos 1.5 segundos	2 iguales de al menos 3
Enright et al.	1994	1269/1602	65-85	Tubo	Pico	2 segundos	2 mayores (10%) de 5
Harik-Khan et al.	1998	149/128	20-90	Tubo	Pico	2 segundos	2 mayores (10%) de máximo 5
Neder et al.	1999	50/50	20-80	Brida	Pico	Al menos 1 segundo	El mayor (10% de 3) 3-5

Nuestras ecuaciones resultaron ser significativas para Pimax, pero no predijeron Pemax en hombres ni en mujeres, lo que nos hace pensar que la prueba tiene una variabilidad muy amplia y es difícil predecirla, nuestra ecuaciones quedarían de la siguiente forma:

Tabla 6. Ecuaciones para predicción de PIMAX

	Constante	Edad	Edad ²	Peso	VEF1	r ²	MES	P
Mujeres	-4.24	2.53	-0.032	0.599	-	0.36	19.07	<0,0001
n=26	20.43	-	-	-	16.71	0.29	12.30	0.0041
Hombres	75.78	1.84	-0.029	-	-	0.26	24.77	0.0001
n=21	-8.21	-	-	-	26.56	0.44	19.35	0.0011

Tabla 7. Ecuaciones para predicción de PEMAX

	Constante	Edad	Edad ²	PEF	r ²	MES	P
Mujeres	38.21	3.10	-0.0359	-	0.20	20.77	0.0001
	58.13	-	-	3.67	0.16	11.67	0.038
Hombres	105.46	1.53	-0.0021	-	0.13	32.5	0.06
	73.42	-	-	3.976	0.10	24.52	0.1518

Con r inferiores a 1, pero no despreciables, es el primer estudio que se realiza de estas características en población mexicana, se tiene valores de todas los rangos de edad y se podrá utilizar como referencia para próximos estudios o bien, como ecuación para la población mexicana. La ecuación de Black & Hyatt, es la mas utilizada a nivel mundial y vemos que sobreestima la fuerza muscular:

Figura 3. Comparación de ecuaciones de predicción de PIMAX (cm H2O).

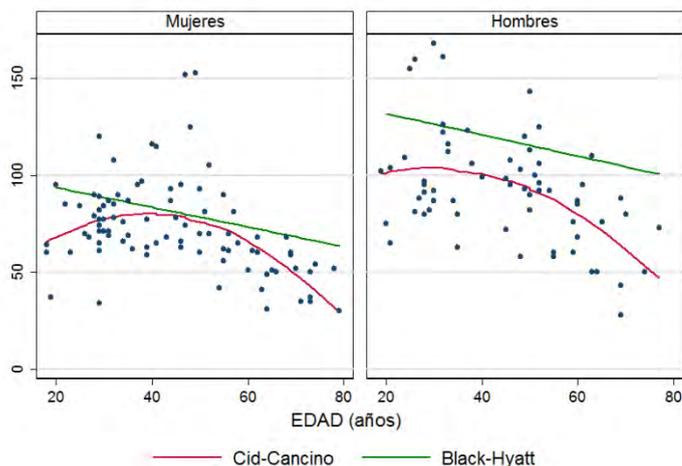
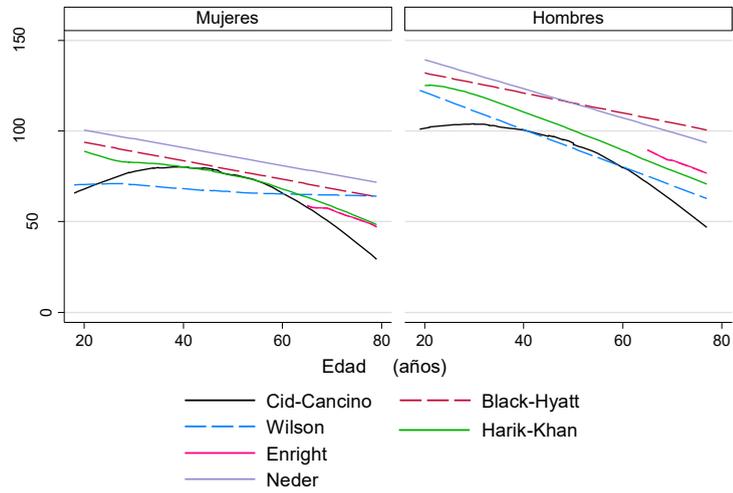
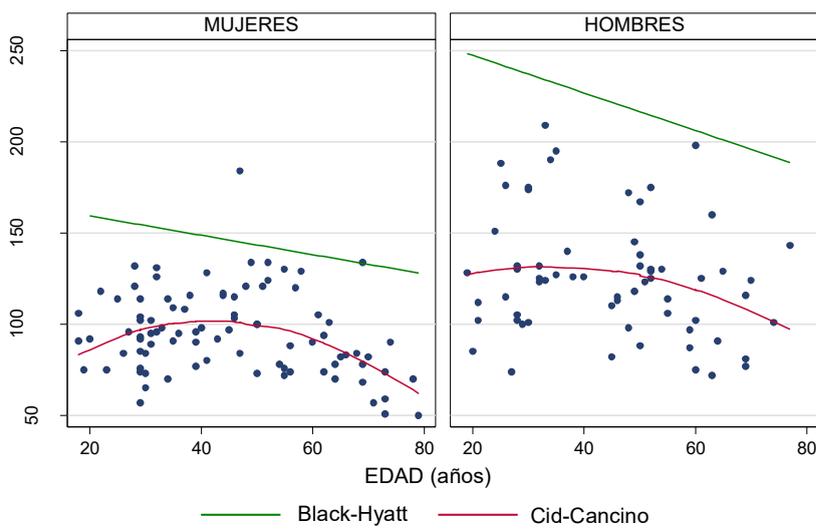
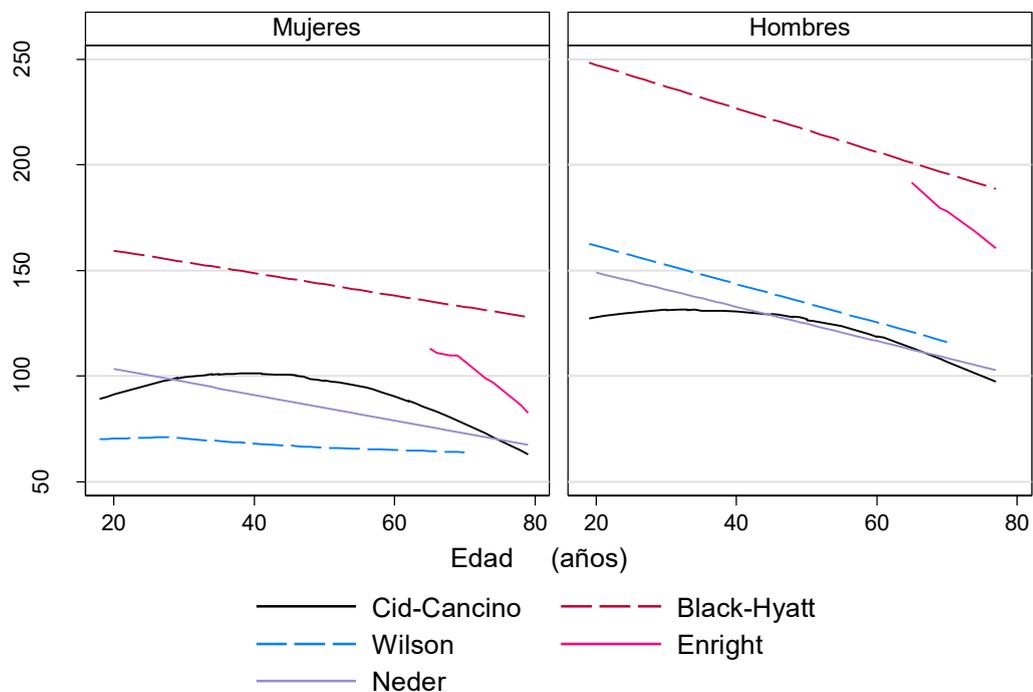


Figura 5. Comparación de ecuaciones de predicción de PEMA_X (cm H₂O).



Se compararon con el resto, teniendo un mejor ajuste con la de Harik-Khan en mujeres y Wilson en hombres, mientras que para Pemax tanto hombres como mujeres, la mayor relación fue con las ecuaciones de Neder.





11. CONCLUSIONES:

En este estudio concluimos que nuestras ecuaciones de referencia se pueden utilizar de manera confiable en la población mexicana, a pesar no contar con muchos sujetos, se ingresaron de todos los grupos etarios y de ambos sexos, la ecuación para Pimax se puede utilizar, así también concluimos que no se pueden predecir valores normales para Pemax, por la variabilidad de la prueba, incluso sugerimos no utilizarla.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166:518-624.
2. J. A Evans, W. A Whitelaw. The Assessment of Maximal Respiratory Mouth Pressures In Adults. *Respiratory care.* Oct 2009; 54:10.
3. Mora-Romero U, Gochicoa-Rangel L, Guerrero-Zúñiga S, Cid-Juárez S, Silva-Cerón M, Salas-Escamilla I, Torre-Bouscoulet L. Presiones inspiratoria y espiratoria máximas: Recomendaciones y procedimiento, *Neumol Cir Torax,* 2014: 73:(4).
4. Harik-Khan R, Wise R, Fozard J. Determinants of Maximal Inspiratory Pressure: The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158: 1459-1464.
5. Black L, Hyatt R. Maximal Respiratory Pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969;99 (5): 969-702.
6. Sclausser-Pessoa I, Franco-Parreira V, Fregonezi G, Sheel W, Chung F, Reid D. Reference values for maximal inspiratory pressure: A systematic review. *Can REspir J* 2014 21: 1.
7. Inal-Ince D, SAvcı S, Arikan H, Saglam M, Vardar-Yagli N, Bosnak-Guclu M, Dogru D. Effects of scoliosis on respiratory muscle strength in patients with neuromuscular disorders. *Elsevier* 20099: 981-986.
8. Neder J, Andreoni S, Lerario M, Nery L. Reference values for lung fuction tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J MEd Biol Res* 1999 32(6).
9. Rodríguez-Lastra J, Mantilla A, Mantilla D, Lizarraga J, García H, Nóbrega-Uzcátegui M. Presiones inspiratorias y espiratorias máximas. Valores normales en individuos adultos aparentemente sanos. *Valencia* 2001-2002. *Salus online* 2004 8 (3).
10. Koch B, Schäper C, Ittermann T, Bollman T, Völzke H, Felix S, Ewert R, Gläser S. Reference values for respiratory pressures in a general adult population – results of the Study of Health in Pomerania (SHIP). *Clin Physiol Funct Imaging.* 2010 30: 460-465.
11. Karvonen J, Saarelainen S, Neiminen M. Measurement of Respiratory Muscle Forces Based on Maximal Inspiratory and Expiratory Pressures. *Respiration* 1994; 6: 28-31.
12. Hautmann H, Hefele S, Schotten K, Huber M. Maximal inspiratory mouth pressures (PIMAX) in healthy subjects - - what is the lower limit or normal. *Respiratory Medicine.* 2000 94: 689-693.

13. Abrahin O, Rodrigues R, Nascimento V, Da Silva-Grigoletto M, Sousa E, Marcal A. Single- and multiple-set resistance training improves skeletal and respiratory muscle strength in elderly woman. *Clinical Interventions in Aging* 2014;9.
14. Pessoa I, Neto M, Montemetzzo D, Silva L, De Andrade A, Parreira V. Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines. *Braz J Phys Thor* 2014; 18(5): 410-418.
15. Berry J, Vitalo C, Larson J, Patel M, Kim M. *Respiratory Muscle Strength in Older Adults*. Lippincott-Raven Publishers 1996 45(3): 154-159.
16. Gil-Obando L, López-López A, Ávila L. Normal Values of the Maximal Respiratory Pressures in Healthy People Older than 20 Years Old in the City of Manizales – Colombia. *Colombia Médica* 2012 43(2).
17. Wilson S, Cooke N, Edwards R, Spiro S. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax* 1984; 39:535-538.
18. Coste D, Goncalves H, Peraro de Lima L, Ike D, Cencelliero K, Lima Montebelo M. New reference values for maximal respiratory pressures in the Brazilian population. *J Bras Pneumol* 2010;36: 306-312.