

# VALORES DE REFERENCIA DE LA PRESIÓN INSPIRATORIA Y ESPIRATORIA MÁXIMA EN UNA POBLACIÓN SANA ADULTA DE UNA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA, EN CALI COLOMBIA.

FERNANDO CUARTAS GUARNIZO  
SANDRA MARCELA RIVEROS MUÑOZ



UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE SALUD  
ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA  
PROGRAMA DE FISIOTERAPIA  
SANTIAGO DE CALI  
2013

VALORES DE REFERENCIA DE LA PRESIÓN INSPIRATORIA Y  
ESPIRATORIA MÁXIMA EN UNA POBLACIÓN SANA ADULTA DE  
UNA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA, EN CALI COLOMBIA.

FERNANDO CUARTAS GUARNIZO  
SANDRA MARCELA RIVEROS MUÑOZ

**Trabajo de grado para optar al título de  
FISIOTERAPEUTA**

**Tutor:**

Ft. Nasly Lorena Hernández



Universidad  
del Valle

UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE SALUD  
ESCUELA DE REHABILITACIÓN HUMANA  
PROGRAMA DE FISIOTERAPIA  
SANTIAGO DE CALI  
2013

Nota de aceptación

---

---

---

Jonathan Betancourt Peña  
Jurado N° 1

Julián Andrés Rivera  
Jurado N° 2

Olga Marina Hernández  
Jurado N° 3

María Florencia Velasco de Martínez  
Presidente del Jurado

Santiago de Cali, Agosto de 2013

## TABLA DE CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	4
4. OBJETIVOS.....	6
5. MARCO TEÓRICO .....	7
5.1 MECÁNICA RESPIRATORIA .....	7
5.2 DISFUNCIONES DE LOS MUSCULOS QUE INTERVIENEN EN LA RESPIRACIÓN.....	15
5.3. EVALUACIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR RESPIRATORIA .....	17
5.4 VALORES NORMALES DE REFERENCIA DESCRITOS PARA LA PRESIÓN INSPIRATORIA MÁXIMA ( $P_{im\acute{a}x}$ ) Y LA PRESIÓN ESPIRATORIA MÁXIMA ( $P_{em\acute{a}x}$ ) .....	20
5.5 REVISIÓN LITERARIA ACERCA DE VALORES DE REFERENCIA DE PIMÁX Y PEMÁX EN POBLACIÓN SANA.....	21
6. METODOLOGÍA.....	24
7. RESULTADOS.....	36
8. DISCUSIÓN.....	48
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
10. REFERENCIAS.....	54

## LISTADO DE ANEXOS

<b>ANEXO Nº 1.</b> FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	58
<b>ANEXO Nº 2.</b> FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS.....	60
<b>ANEXO Nº 3.</b> FORMATO DE LA ENCUESTA .....	61
<b>ANEXO Nº 4.</b> FORMATO ANÁLISIS <i>FIABILIDAD INTRAEVALUADOR</i> .....	62
<b>ANEXO Nº 5.</b> FORMATO ANÁLISIS <i>FIABILIDAD INTEREVALUADOR</i> .....	64
<b>ANEXO Nº 6.</b> FORMATO DE PROCEDIMIENTO OPERATIVO ESTANDARIZADO DE MEDICIÓN.....	66
<b>ANEXO Nº 7.</b> ACTA APROBACIÓN COMITÉ DE ETICA.....	69
<b>ANEXO Nº 8.</b> ACTA DE SUSTENTACIÓN PROYECTO DE GRADO.....	71

## RESUMEN

### **Introducción.**

**Objetivo:** Establecer los valores de referencia para la Pimáx y Pemáx de acuerdo algunas características sociodemográficas y antropométricas de la población sana adulta perteneciente a la Universidad del Valle, Sede San Fernando.

**Metodología:** Se realizó un estudio de tipo transversal en el que se valoraron las presiones respiratorias máximas en 104 sujetos sanos de la muestra elegida y su relación con las algunas características sociodemográficas y antropométricas, realizando una medición en el tiempo en cada sujeto de estudio.

**Materiales y métodos:** Para la medición de las variables antropométricas y de los valores de Pimax y Pemáx se utilizó una cinta métrica, balanza tensiómetro y el Manovacuometro análogo tipo Anaeroide el cual antes de la medición fue calibrado por personal calificado; Para el registro de datos se utilizó formatos de recolección y la medición se llevó a cabo en la Institución Universitaria

**Resultados:** El estudio reporta los valores de Pimax y Pemax hallados por géneros, de un grupo poblacional con edades entre con edades entre 18 y 62 años para establecer los valores previstos de la población sana adulta en Cali-Colombia. Los valores expresados con la media total son de  $-80,38 \pm 8,64$  para la Pimax y de  $83,48 \pm 19,05$  reportando valores medios inferiores a los planteados por Black y cols, pero superiores para la Pimáx e inferiores para Pemáx según autores locales.

**Palabras Clave:** Pimáx, Pemáx, Presiones Respiratorias Máximas, Valores de Referencia, Población sana

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación tiene como principal propósito de estudio la valoración de la fuerza muscular respiratoria. En concreto, el anteproyecto de trabajo de grado para aspirar al título de fisioterapeuta se acoge con la finalidad de establecer valores de referencia de las presiones respiratorias máximas pulmonares en una población sana adulta perteneciente a la Universidad del Valle.

La medición de la presión inspiratoria máxima (Pimáx) y la presión espiratoria máxima (Pemáx) supone en la práctica clínica la evaluación global y a la vez sencilla de la fuerza de los músculos respiratorios, su conocimiento es de gran importancia ya que nos permite compararlos con valores predichos, para así utilizarlos en el proceso de diagnóstico, prescripción del entrenamiento de los músculos respiratorios y la efectividad de un programa de rehabilitación de los mismos.

Teniendo en cuenta que la literatura muestra que la predicción de valores normales de Pimáx y Pemáx está determinada por la edad, sexo, variables antropométricas y sociodemográficas de cada localidad<sup>1</sup>; se hace necesario establecer unos valores propios para cada población, que guíen la práctica del fisioterapeuta de una manera fiable y específica.

En concordancia con lo anterior el presente estudio es de tipo transversal; donde se tomará como instrumento de medición el manovacómetro con el objetivo de determinar las presiones respiratorias máximas de una población sana adulta perteneciente a la Universidad del Valle, Sede San Fernando, en Cali- Colombia teniendo en cuenta sus características antropométricas y sociodemográficas

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La valoración de la fuerza de los músculos respiratorios ha cobrado importancia en la fisioterapia cardiopulmonar a través de los años, porque permite identificar las posibles deficiencias, la fatiga y la debilidad de los músculos respiratorios, así como establecer una evaluación inicial antes de un tratamiento y cuantificar sus resultados. Al hacer uso de las diferentes pruebas de función respiratoria, el profesional cuenta con medidas objetivas para la toma de decisiones clínicas explorando ampliamente los aspectos fisiológicos respiratorios de un sujeto.

Desde 1969, Black y Hyatt<sup>2</sup> estudiaron una estrategia de medición de las presiones respiratorias máximas a través de un instrumento llamado el manómetro de vacío, y demostraron que permitía la medición cuantitativa de la fuerza global de los músculos respiratorios. En la actualidad, se encuentran algunos estudios<sup>3,4,5</sup> que establecen valores de referencia en individuos sanos de la Presión Inspiratoria Máxima (Pimax) y Presión Espiratoria Máxima (Pemáx). Los estudios se llevaron a cabo en población europea en donde los valores establecidos variaron de acuerdo a la zona geográfica, al género y a las características antropométricas, que difieren substancialmente con las características de nuestra población.

En Latinoamérica se encuentran estudios<sup>1,6</sup> que también correlacionan estos valores de referencia en su contexto y encontraron un amplio rango de diferencia en los resultados. Hasta lo revisado en Colombia se encuentra solo un estudio<sup>7</sup> realizado en la ciudad de Manizales en el año 2008, cuyo objetivo fue determinar los valores normales de la Pimáx y Pemáx en individuos sanos mayores de 20 años.

Partiendo de la escasa investigación de esta temática a nivel nacional y local y de la importancia de establecer los valores normales de referencia de la Pimáx y Pemáx en nuestra población, se hace necesario establecer los valores predichos



de la Pimáx y la Pemáx de una población sana en la ciudad de Cali – Colombia, teniendo en cuenta las alguna características sociodemográficas y antropométricas de la población, que permitan guiar la evaluación y entrenamiento de la musculatura respiratoria.

## **2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son los valores de referencia para la Pimáx y Pemáx de acuerdo a las características sociodemográficas y antropométricas de la población sana adulta perteneciente a la Universidad del Valle?

### 3. JUSTIFICACIÓN

La valoración de la fuerza muscular respiratoria a través de la medición de la presión inspiratoria máxima (Pimáx) y la presión espiratoria máxima (Pemáx) es de importancia clínica y dentro del campo de la fisioterapia cardiopulmonar es de gran utilidad en el diagnóstico e identificación de posibles disfunciones musculares respiratorias así como la base desde la cual se inicia y se prescribe el entrenamiento de músculos respiratorios dentro de un programa de intervención en rehabilitación pulmonar.

Es así como la citada valoración forma parte de los fundamentos teóricos sobre los cuales se debe basar la rehabilitación en individuos con distintas disfunciones de su mecánica respiratoria, respondiendo a las necesidades propias de cada individuo; teniendo como base de partida unos valores normales de Pimáx y Pemáx que sirvan como referencia al fisioterapeuta.

En la actualidad se encuentra en la literatura internacional valores de referencia de normalidad para la Pimáx y la Pemáx que han sido establecidos para población europea<sup>2</sup> en su mayoría, de acuerdo a variables sociodemográficas y antropométricas tales como ocupación, edad, sexo, talla, peso e IMC. La evidencia<sup>1,9,10</sup> ha demostrado que los valores de referencia para estas presiones se modifican según cambien las variables mencionadas en las poblaciones. A nivel nacional<sup>7</sup> y local se carece de estudios que muestren valores de referencia para nuestra población, lo que dificulta la evaluación e intervención objetiva en la fuerza de los músculos respiratorios.

La presente iniciativa pretende responder a las necesidades de establecer unos valores normales de la Pimáx y la Pemáx, en una población de individuos sanos de Santiago de Cali, por medio de un instrumento de medición llamado Manovacuometro. A través de un procedimiento sencillo, rápido, de bajo costo y

no invasivo, el establecimiento de valores normales servirá como un indicativo de la evaluación de la mecánica respiratoria en un individuo.

Finalmente el establecimiento de valores acordes a las características poblacionales permite perfeccionar el que hacer del profesional de fisioterapia en el área cardiopulmonar, al contar con unos valores de referencia de la capacidad ventilatoria en población sana, que permitan determinar la severidad del compromiso pulmonar, en pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), bronquiectasias, fibrosis quística, enfermedades de la caja torácica (cifoescoliosis) o enfermedades neuromusculares progresivas tales como Distrofia Muscular de Duchenne, Miastenia Gravis, Guillan Barre; así como determinar las variaciones de la Pimáx durante el destete de pacientes vinculados a la ventilación mecánica, evaluar la capacidad del patrón tusígeno, conocer los cambios en la funcionalidad muscular respiratoria, adecuar la intensidad del entrenamiento según el potencial individual y comprobar así la eficacia o no de un tratamiento rehabilitador; así como el avance en el área investigativa de la profesión<sup>11</sup>.

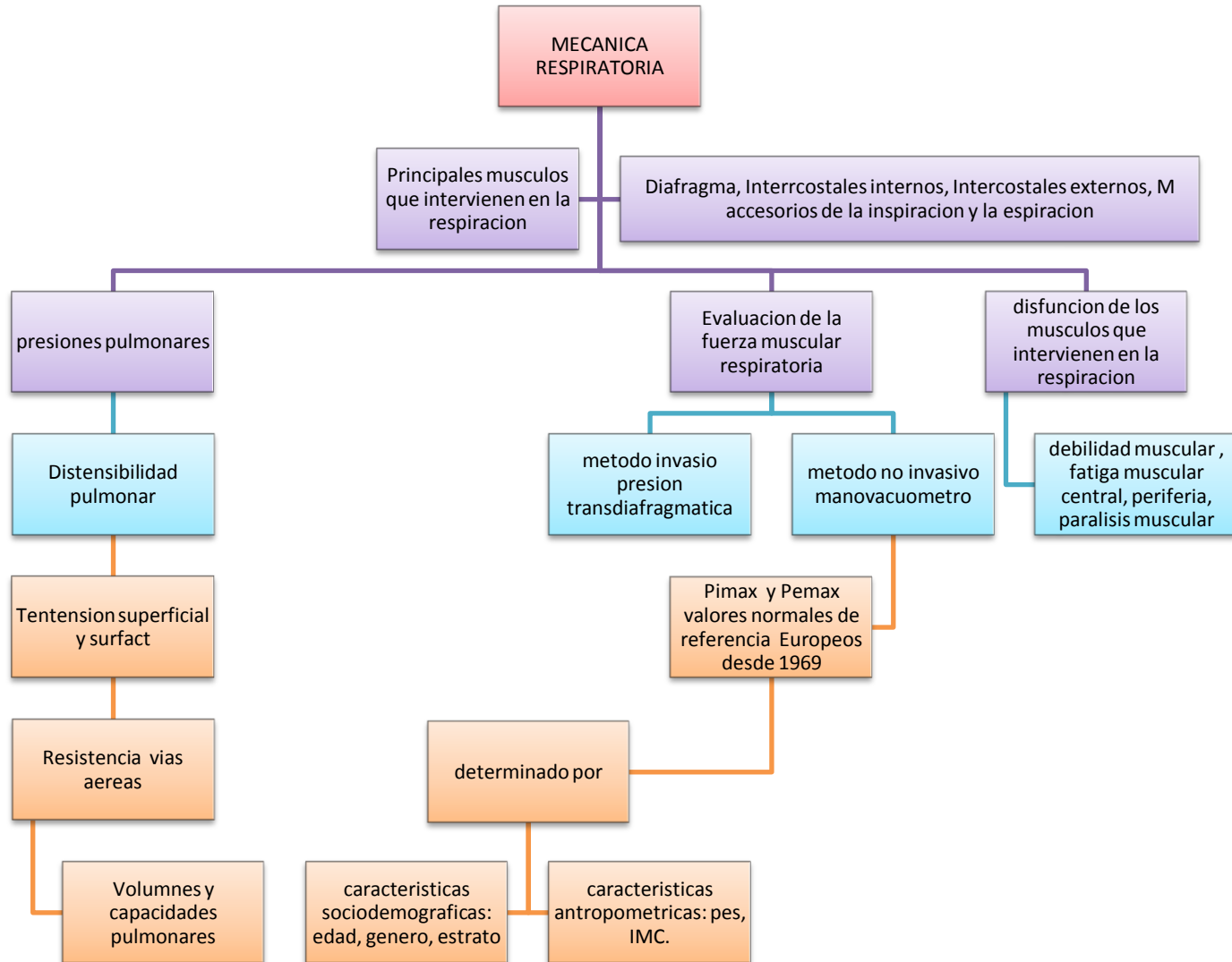
#### **4. OBJETIVO GENERAL**

Establecer los valores de referencia para la Pimáx y Pemáx de acuerdo algunas características sociodemográficas y antropométricas de la población sana adulta perteneciente a la Universidad del Valle, Sede San Fernando.

#### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar algunas características sociodemográficas y antropométricas de la población a estudio.
- Determinar los valores de la Pimáx y Pemáx en una población sana adulta perteneciente a la Universidad del Valle, Sede San Fernando.
- Identificar la relación de los valores de Pimáx y Pemáx con las características de edad y el Índice de Masa Corporal.

## 5. MARCO TEÓRICO



## 5.1. MECÁNICA RESPIRATORIA

### 5.1.1 FUNCIÓN DE LOS MÚSCULOS QUE INTERVIENEN EN LA RESPIRACIÓN

**5.1.1.1 Diafragma:** Es el principal musculo inspiratorio, plano y en forma de cúpula que separa la cavidad torácica de la abdominal. El diafragma lo conforman 3 partes: el antero lateral, en la que sus fibras se orientan desde la parte anterior del tendón central hasta la apófisis xifoidea y lateral a esta, sus fibras musculares se insertan a nivel de las 6 últimas costillas y cartílagos costales. La parte posterior tiene sus fibras orientadas desde el tendón central hasta los cuerpos vertebrales de L1 a L3. Así mismo, el tendón central es una estructura inelástica que sirve de origen a las fibras musculares con su vértice situado en el esternón. La disposición y forma de cúpula de esta estructura anatómica se relaciona con los mecanismos de la respiración<sup>12</sup>.

Su inervación está dada por el nervio frénico las cuales lo conforman las raíces nerviosas de C3-C5, lo que hace que al recibir el estímulo nervioso se genere la contracción, el acortamiento de sus fibras y desplazamiento de las mismas en sentido céfalo caudal, obteniendo el aumento de la presión intraabdominal, mientras que sobre la cavidad pleural se genera el aumento de la presión pleural negativa, mecanismo que favorece la entrada de aire y aumento del volumen inspiratorio<sup>12</sup>.

En cuanto a sus propiedades estructurales, este musculo cuenta con fibras de tipo estriado, de gran tolerancia a la fatiga y mayor capacidad oxidativa, debido al gran predominio de fibras tipo I (55%) y tipo II (25%), en comparación con el 40% de músculos periféricos, esta característica fisiológica define las propiedades contráctiles, resistencia a la fatiga y eficacia energética, facultando al diafragma para realizar un trabajo ininterrumpido a intensidades bajas<sup>12</sup>.

**5.1.1.2 Intercostales externos:** Músculos accesorios inspiratorios que conectan las costillas adyacentes; sus fibras van en dirección antero inferior, que al contraerse traccionan las costillas hacia arriba y adelante permitiendo el denominado movimiento en “asa de balde”, proporcionando el aumento del diámetro lateral y anteroposterior. Presentan un predominio de fibras tipo I (60%) y 40% de las fibras tipo II, de las cuales el 25% corresponde a las de tipo IIb<sup>13,14</sup>.

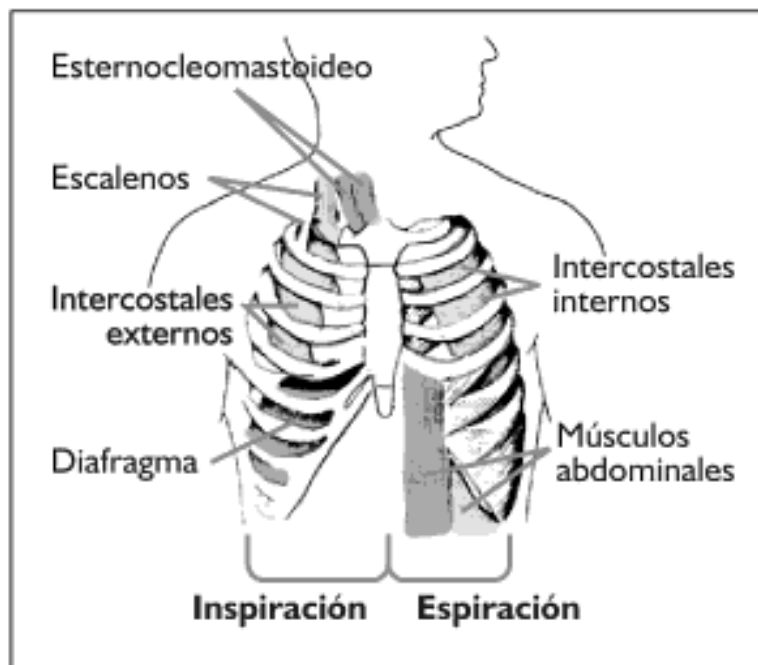
**Intercostales internos:** Asisten la espiración cuando se realiza de forma activa o forzada traccionando las costillas hacia abajo y adentro, lo que proporciona una disminución del diámetro torácico. Se observa que un 40% de sus fibras son de tipo I y un 60% de tipo II, de los cuales el 25% son de tipo IIa y un 35% tipo IIb.

Ambos músculos son inervados por los nervios intercostales, originados en la medula espinal a su mismo nivel<sup>14</sup>.

**5.1.1.3 Músculos accesorios de la inspiración:** Este grupo se encuentra conformado por los músculos escalenos, esternocleidomastoideos y latísimos del dorso. Se les denominan músculos accesorios porque se encuentran inactivos cuando se lleva a cabo una respiración en reposo de un individuo normal. En pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), estos músculos trabajan de manera importante en la respiración basal<sup>14</sup>.

**5.1.1.4 Músculos de la espiración:** Durante una respiración tranquila, la espiración se lleva a cabo de forma pasiva, dada por el retroceso elástico pulmonar y de la reja costal. La espiración activa ocurre en hiperventilación voluntaria y/o el ejercicio que activan los músculos abdominales, que al contraerse aumentan la presión intraabdominal y produciendo un movimiento caudal-cefálico del diafragma con descenso del volumen pulmonar, lo que significa una acción espiratoria. Otros músculos accesorios que participan en el ciclo espiratorio son los intercostales internos, los cuales traccionan las costillas hacia adentro y abajo<sup>14</sup>.





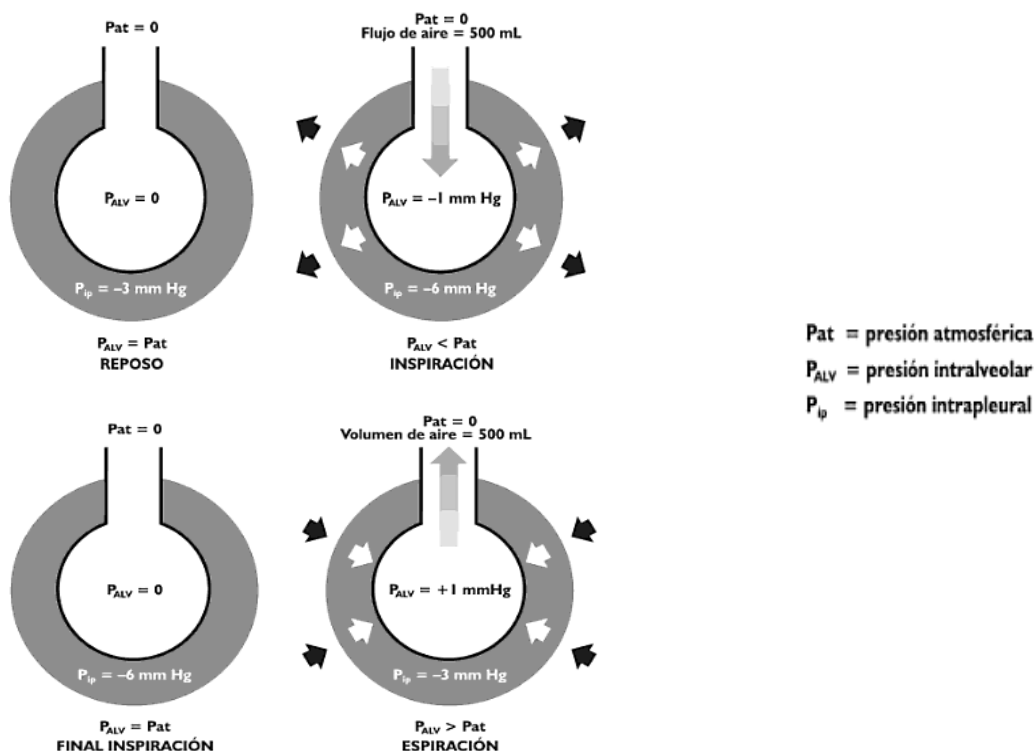
**Figura 1.** Músculos empleados en la respiración

**Fuente:** West J. Fisiología respiratoria 6 ed. Argentina: Editorial Medica Panamericana; 2002.

**5.1.2 PRESIONES PULMONARES:** Durante una respiración normal en reposo las presiones intraalveolar ( $P_{ALV}$ ) e intrapleurales ( $P_{ip}$ ) varían durante el ciclo respiratorio. En reposo la presión  $P_{ip}$  es de -3 mm Hg a causa del retroceso elástico pulmonar; simultáneo a esto la presión alveolar se iguala a la atmosférica, lo que caracteriza este momento con un cese de flujo de aire en las vías aéreas, pues la presión alveolar es cero (Atmosférica). Durante la inspiración las pleuras parietal y costal, así como los pulmones siguen la expansión y aumento del volumen de la caja torácica, lo que hace que la presión intrapleurales disminuya (es decir, se hace más negativa) hasta -6 mm Hg (754 mm Hg), mientras que la presión intraalveolar desciende por debajo de la atmosférica -1 mm Hg (759 mm Hg). En este momento al ser la presión intrapulmonar menor que la atmosférica, se produce la entrada del aire, pero a medida que el aire fluye al interior del alveolo estas presiones se igualan con relación a la atmosférica, por lo que el gradiente de presión se anula.

La entrada de aire que entra y sale del pulmón en una respiración normal en reposo suele ser de 500 ml.

Al finalizar la inspiración hay una igualación entre la presión intraalveolar y la atmosférica ( $P_{ALV} = P_{ATM} = 0$ ) mientras que la  $P_{in}$  es igual a  $-6$  mm Hg. Ahora, durante la espiración las membrana y pulmones tienden a volver a su posición original, por retroceso elástico pulmonar y relajación de los músculos inspiratorios, lo que disminuye el volumen pulmonar y de esta manera la presión intraalveolar vuelve aumentar alcanzando un valor de  $+1$  mm Hg por encima de la presión atmosférica (761 mm Hg). Esta diferencia de gradientes de presión favorece la salida del aire hacia el exterior hasta que nuevamente la presión intraalveolar y atmosférica se iguales ( $P=0$ ) y la presión intrapleural se recupere<sup>15</sup>.



**Figura 2.** Modificación en las presiones intraalveolar ( $P_{ALV}$ ) e intrapleural ( $P_{ip}$ ) en una respiración normal en reposo.

**Fuente:** West J. Fisiología respiratoria 6 ed. Argentina: Editorial Medica Panamericana; 2002.

**5.1.3 DISTENSIBILIDAD Y ELASTICIDAD PULMONAR:** Para que se lleve a cabo una correcta ventilación los pulmones constantemente deben expandirse lo suficiente pero también tener la capacidad de recuperar su volumen basal después de esto. Para ello tanto los pulmones como la caja torácica cuentan con una característica particular y es que son estructuras distensibles y elásticas.

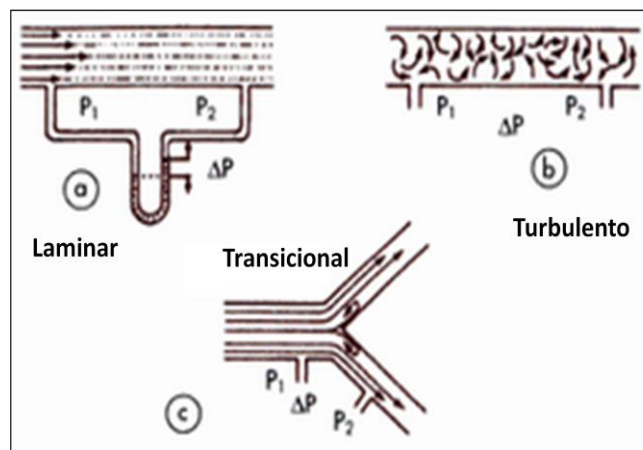
La distensibilidad o también denominada compliance hace referencia a la capacidad del pulmón para expandirse a medida que aumenta la presión intraalveolar durante la inspiración, la cual se denomina cambio de volumen por unidad de cambio de presión. La distensibilidad del pulmón humano es cerca de 200 ml/cm H<sub>2</sub>O; sin embargo cuando el pulmón se somete a presiones expansivas elevadas como en estados patológicos (fibrosis pulmonar, edema alveolar, atelectasia, otros) este es más rígido y su distensibilidad disminuye. Contrario a esto la distensibilidad pulmonar también puede aumentar a debido a dos principales causas, la edad y el enfisema pulmonar.

La elasticidad se denomina como la propiedad que tiene un material para volver a su posición original una vez cesa la fuerza que produjo su deformación. En el caso del pulmón, esta representa la capacidad para recuperar su volumen de reposo en la espiración<sup>14,15</sup>.

**5.1.4 TENSIÓN SUPERFICIAL Y SURFACTANTE:** Los alveolos se encuentran cubiertos por una fina capa de líquido los cuales se encuentran en contacto con el gas alveolar; esta interface liquido-gas genera una fuerza que tiende a colapsar el alveolo en respuesta a la adherencia entre las mismas moléculas de agua que tienden a repeler el contacto con el medio gaseoso (aire), lo anterior en miras de disminuir la superficie de contacto entre estos dos medios. Sin embargo esa fuerza que tiende al colapso alveolar es menor de lo que cabría esperarse gracias a una substancia denominada surfactante o agente tensoactivo pulmonar, el cual es producido por células alveolares (neumocitos tipo II), cuya función es la de romper las fuerzas de atracción entre las moléculas de agua, generando una estabilidad alveolar y evitando su colapso durante la respiración. Se concluye

entonces que la tensión superficial favorece la elasticidad pulmonar pero se opone a la distensibilidad<sup>15</sup>.

**5.1.5 RESISTENCIA DE LAS VÍAS AÉREAS:** La vía aérea ejerce resistencia al paso del aire en dependencia a las características de la composición del gas, de la diferencia de presiones entre sus extremos, y la anatomía del árbol traqueo bronquial (radio del conducto y angulaciones). Lo anterior se relaciona con la velocidad y el tipo de flujo del aire. Si el flujo es lento, la línea de corriente del aire será paralela a las paredes de la vía aérea por la que circula y esto es conocido como flujo laminar. A medida que la velocidad del flujo aumenta, se genera inestabilidad y remolinos locales de las líneas de corriente del flujo con respecto a las paredes, principalmente a nivel de ramificaciones en el árbol traqueo bronquial, esto es conocido como flujo de transición, pero si el flujo es más rápido aun las líneas de corriente se desorganizan por completo y esto recibe el nombre de flujo turbulento<sup>13</sup>.



**Figura 3.** Características de los diferentes flujos en la vía aérea.  
a. Flujo laminar. – b. Flujo turbulento. – c. Flujo transicional

**Fuente:** Ruza F. Tratado de cuidados intensivos pediátricos. 3ra edición. Madrid. Ediciones Norma Capitel. 2003.

### 5.1.6 VOLÚMENES Y CAPACIDADES PULMONARES

Hay características tales como la distensibilidad y elasticidad pulmonar, la resistencia de las vías aéreas y la fuerza de los músculos respiratorios, así como las características antropométricas que influyen sobre la capacidad ventilatoria de un individuo. También estos pueden modificarse de acuerdo a la postura que se adopte (Sedente, Decúbito dorsal).

A continuación se definen los volúmenes de aire que entran y salen de los pulmones durante el ciclo respiratorio en reposo y la combinación de dos o más volúmenes dados en diferentes momentos del proceso respiratorio en función de la demanda de oxígeno del organismo.

**Volumen corriente (VC):** Es volumen de aire movilizado en una respiración espontánea. Es decir, la cantidad de aire que entra o sale en cada inspiración y espiración, respectivamente. Valor normal: 500 ml.

**Volumen Inspiratorio de Reserva (VIR):** Volumen de aire extra que se puede introducir al pulmón en una inspiración forzada. Valor normal: 3100 ml.

**Volumen Espiratorio de Reserva (VER):** Volumen de aire que se puede expulsar forzadamente, desde una inspiración normal. Valor normal: 1200 ml

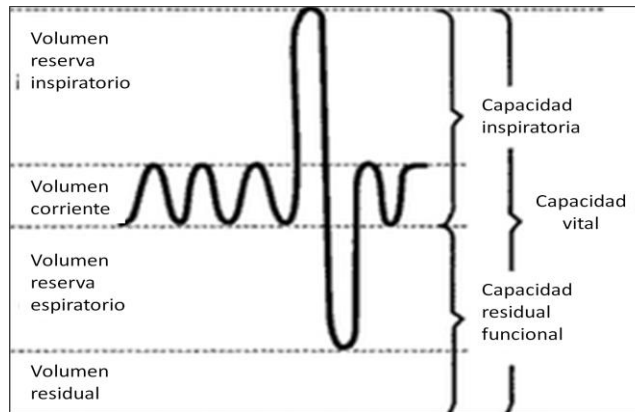
**Volumen Residual (VR):** Aire residual que queda en el pulmón, aun después de efectuar una espiración forzada. Valor normal: 1200 ml.

**Capacidad Inspiratoria (CI):** Cantidad máxima de aire inspirado a partir de una espiración normal.  $CI = VIR + VC$ . Valor normal: 3600 ml

**Capacidad Residual Funcional (CRF):** Es la cantidad de aire que queda en el pulmón tras una espiración normal.  $CRF = VR + VER$ . Valor normal. 2400ml

**Capacidad Vital (CV):** Aire que puede ser espirado, después de un esfuerzo inspiratorio máximo.  $CV = VIR + VER$ . Valor normal: 4800 ml.

**Capacidad Pulmonar Total (CPT):** Volumen de aire máximo que pueden contener los pulmones de un individuo normal, después de una inspiración forzada.  $CPT = CV + VR$ . Valor normal:  $6000 \text{ ml}^{14}$ .



**Figura 4.** Esquema de los volúmenes y capacidades pulmonares.

**Fuente:** Ruza F. Tratado de cuidados intensivos pediátricos. 3ra edición. Madrid. Ediciones Norma Capitel. 2003.

## 5.2 DISFUNCIONES DE LOS MUSCULOS QUE INTERVIENEN EN LA RESPIRACIÓN.

La existencia de la disfunción diafragmática tiene un origen multicausal, ya que el deterioro del principal músculo de la respiración puede ocurrir en más de un nivel somático a causa de varias enfermedades. La parálisis del nervio frénico esta fundamentada en dos grandes aspectos; el primero al presentarse una lesion directa del nervio bajo un procedimiento quirúrgico en el que este sufra una sección o sobre estiramiento, o el segundo como consecuencia a una lesion medular completa C1-C2 en la que se hace indispensable la utilización de ventilación mecánica como una herramienta para mantener la vida del paciente

ante la parálisis del musculo diafragma, en comparación con lesiones cervicales más bajas en la que la función del musculo se preserva parcialmente.

Igualmente existen múltiples patologías que involucran la alteración de la conducción nerviosa y conllevan a una disfunción diafragmática tales como la esclerosis lateral amiotrófica, la poliomielitis, atrofiás musculares espinales, así como trastornos metabólicos relacionados con miopatías como la hipocalemia, hipomagnesemia, hipocalcemia y la hipofosfatemia. Además, la presencia de patologías como el Guillain-Barré o miastenia grave en donde esa transmisión sináptica es desordenada influyen en estadios críticos de la enfermedad conduciendo a la aparición de insuficiencia respiratoria<sup>16</sup>.

Por otro lado en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica la presencia de factores locales como hiperinsuflación pulmonar debido al incremento de los volúmenes pulmonares hace que la función diafragmática se vea alterada al generarse un acortamiento del músculo que impiden una contracción optima y el incremento de las cargas mecánicas del sistema respiratorio. Además los efectos sistémicos relacionados con la disfunción muscular como inflamación sistémica, estrés oxidativo, hipoxia, alteraciones electrolíticas malnutrición<sup>17,18</sup>.

A continuación se muestran las consecuencias negativas derivadas de estos agentes multicausales:

**5.2.1 Debilidad muscular:** Ocurre cuando hay una disminución de la capacidad para generar fuerza de contracción en un músculo; condición que no restituye con el reposo y que traen como consecuencia hipoventilación y retención de CO<sub>2</sub><sup>8</sup>.

**5.2.2 Fatiga muscular:** Condición de incapacidad de un musculo para desarrollar la fuerza y velocidad contráctil adecuada en respuesta a la demanda metabólica o una carga; la cual restituye con el reposo muscular. La fatiga muscular respiratoria

humana puede desarrollarse en estados fisiopatológicos asociados con el desarrollo de la insuficiencia respiratoria. Como resultado, una sola medición de la fuerza es inadecuado para detectar la fatiga, más bien la generación de la fuerza muscular o la capacidad de acortamiento se demuestra conforme se registre una caída durante la realización de mediciones seriadas en el tiempo.

Conforme a los diferentes mecanismos biofísicos y características fisiológicas de la fatiga muscular, existen dos tipos:

**Fatiga central:** Condición en la que la generación de la fuerza del músculo durante la contracción se ve limitada debido a una disminución de la actividad de los centros motores.

**Fatiga periférica:** La generación de la fuerza del músculo se ve limitada como consecuencia a una falla de nivel de la unión neuromuscular o distal a la estructura (alteraciones en la unión neuromuscular, cambios en la propagación de los potenciales de acción en la membrana del sarcolema o en los túbulos T, cambios en el acoplamiento excitación-contracción o alteraciones dentro de la célula muscular)<sup>8,17</sup>.

**5.2.3 Parálisis muscular:** Pérdida completa de la función muscular, que puede presentarse tanto en un área pequeña (localizada) como extensa (generalizada).<sup>16</sup>

### **5.3 EVALUACIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR RESPIRATORIA**

La medición de la fuerza de los músculos respiratorios refleja en conjunto la capacidad que tienen estos músculos para generar tensión y su velocidad de contracción durante una presión inspiratoria o espiratoria máxima. Para la evaluación de estos músculos existen dos formas de realizarse, esto en dependencia a la maniobra que se utilice. Las maniobras estáticas son aquellas en las que no hay flujo de aire, es decir que el tipo de contracción muscular es de tipo



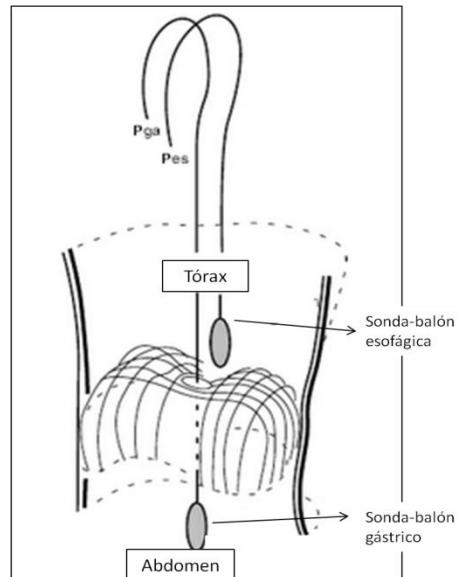
isométrico y las maniobras dinámicas que son las que se acompañan de un flujo de aire, por lo que la vía aérea debe encontrarse permeable.

### **5.3.1 Método invasivo: Presión transdiafragmática.**

La presión transdiafragmática (Pdi) muestra la presión que ejerce el músculo diafragma durante un esfuerzo inspiratorio, al generar un acortamiento de sus fibras musculares que lleva al desplazamiento del mismo en sentido céfalo caudal, generando un cambio de presión en las cavidades abdominal y torácica. La evaluación de la Pdi se lleva cabo a través de la introducción de dos catéteres con balón distal, uno en la cavidad gástrica y otro en el esófago, los cuales se conectan por medio de transductores de presión y estos a su vez a un sistema calibrado que emite el registro. La presión medida en el esófago (Pes) representa la presión pleural y la presión medida en la cavidad gástrica representa la presión abdominal (Pga). A partir de la diferencia ejercida entre estas presiones se establece la presión transdiafragmática, con la siguiente fórmula:  $Pdi = Pga - Pes$ . Este procedimiento se realiza a través del paso por la nariz de un par de sondas, tras anestesia local de la mucosa nasal y la faringe. Su correcta posición se evalúa a través de un osciloscopio u ordenador, en el que se registra una presión positiva para la Pga y negativa para la Pes. La determinación de las presiones se puede realizar a volumen corriente utilizando la maniobra estática de Müller. Otra manera de evaluación es con la maniobra de oclusión dinámica, realizada con la vía aérea permeable a través de una inspiración forzada. La entrada del catéter en adultos varía entre 35-40cm y 50-60 cm en dependencia con el tamaño del sujeto y el desplazamiento de los dispositivos se minimiza con cinta adhesiva.

La ventaja del procedimiento es que permite determinar la fuerza de contracción específica del músculo diafragma, aunque se hace un procedimiento complejo al requerirse de la cooperación del sujeto, lo que puede generar sesgos en la prueba ante la falta de coordinación del individuo. Además es un procedimiento

incomodo y de tipo invasivo, por lo que se precisa de un cuidado especial y se requiere de mayor tiempo para realizar la evaluación<sup>9</sup>.



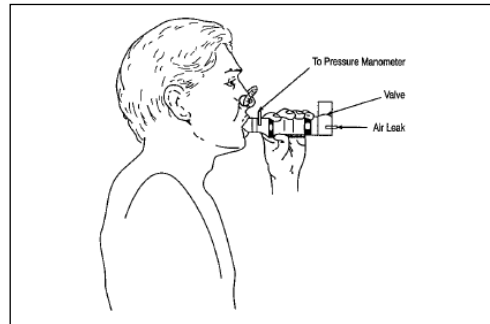
**Figura 5.** Representación gráfica de la evaluación de la fuerza muscular con la técnica de sondas-balón, para la medición de la presión intratorácica (Presión esofágica,  $P_{es}$ ) y presión abdominal (Presión gástrica,  $P_{ga}$ ). Método invasivo.

### 5.3.2 Método no invasivo: Manovacuometro

Este método, permite registrar las presiones respiratorias máximas para evaluar la fuerza global de los músculos respiratorios. El procedimiento consiste en medir la presión que se genera en la boca tras un esfuerzo inspiratorio o espiratorio máximo, ante un circuito cerrado, que al no permitir flujo de aire la presión que se genera en el tórax es transmitida a la boca para ser registrada por el dispositivo. Se debe tener en cuenta que estas presiones son parámetros dependientes del esfuerzo, por lo que está condicionada por el nivel de esfuerzo voluntario, el grado de alerta, la motivación, el aprendizaje del paciente y las instrucciones aportadas por el técnico.

La principal ventaja de este procedimiento es su simplicidad y de fácil uso, tanto para el investigador como para el sujeto. Las desventajas son que arroja una

valoración global de la fuerza y que durante el procedimiento se debe verificar que no haya fugas de aire que alteren los resultados<sup>9</sup>.



**Figura 3.** Esquema de Medición con el método no invasivo: Manovacuometro.

**Fuente:** Grassino A, Moxham J. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 2002; 66: 519-624.

### 5.3.3 Medición de la Pimáx y de la Pemáx:

El procedimiento más clásico empleado para determinar la presión estática por la boca según la evidencia, es el descrito por Black e Hyatt<sup>2</sup>, aunque en la actualidad existen varias propuestas en las que también se detalla los aspectos más relevantes para el uso de la técnica<sup>18</sup>.

Para llevar a cabo la medición de estas presiones, es utilizada comúnmente la maniobra de Müller, a través de la cual se establece la fuerza global de los músculos que intervienen en la respiración durante una contracción isométrica de los mismos. Para ello la ATS<sup>8</sup> estableció la estandarización del procedimiento para disminuir sesgos. La evaluación se lleva a cabo conectando al sujeto al extremo de una boquilla fenestrada (para impedir el cierre glótico y el uso de los músculos bucales) durante las maniobras inspiratoria o espiratoria, el cual se encuentra ensamblado al dispositivo (Manovacuometro). Además, comúnmente se utiliza un tapón blando para oclusión nasal, que cumple la función de evitar fugas de aire durante la prueba.

Para hacer posible la medición de la Pimáx, esta debe efectuarse desde volumen residual (VR), ya que al aumentar el volumen pulmonar los valores registrados tienden a ser menores. De la misma manera la Pemáx debe ser medida desde capacidad pulmonar total (CPT). Durante la prueba la presión inspiratoria y/o espiratoria deben mantenerse durante 1,5 segundos idealmente, de tal forma que la presión máxima sostenida logre ser grabada en 1 segundo.

Para realizar el procedimiento los transductores de presión deben ser periódicamente calibrados por personal calificado. La persona a quien se le realizara la evaluación debe estar sentada de forma erguida, se emplean generalmente pinzas nasales y un adecuado comando verbal, que proporcione las instrucciones y motivación necesaria de la persona. De esta manera se realiza el registro de tres maniobras en las que su valor de presión máximo varíe menos de un 20%<sup>8</sup>.

#### **5.4 VALORES NORMALES DE REFERENCIA DESCRITOS PARA LA PRESIÓN INSPIRATORIA MÁXIMA (Pimáx) Y LA PRESIÓN ESPIRATORIA MÁXIMA (Pemáx).**

Varios autores han establecido valores normales para la Pimáx y Pemáx. La variación existente entre los resultados, indica las diferencias entre las poblaciones estudiadas y la manera en la que se realizan las pruebas. Por lo tanto la American Thoracic Society (ATS) y la European Respiratory Society (ERS)<sup>8</sup>, propone un enfoque estandarizado para efectuar las pruebas de los músculos respiratorios, el cual será utilizada como principal referente para llevar a cabo la valoración de las presiones respiratorias en este estudio.

Referente a los valores teóricos, se dispone actualmente de una multitud de valores para la Pimáx y Pemáx, aunque los más difundidos según la literatura son los de Black e Hyatt<sup>2</sup> en 1969, los cuales describieron por primera vez un método

para determinar las presiones respiratorias máximas en 120 sujetos, determinando los valores normales de la presión inspiratoria máxima (Pimáx) y presión espiratoria máxima (Pemáx) en hombres y mujeres entre los 20 y 74 años de edad.; Encontrando que la edad es una determinante al cambio en dichos valores después de los 55 años, y que después de esta edad se analizó una disminución significativa de la Pemáx en ambos géneros. Los valores normales descritos para la fuerza muscular inspiratoria determinada a través de la Pimáx tiene un valor normal en un adulto joven sin fatiga de (-90 a -120 CmH<sub>2</sub>O), y La fuerza muscular espiratoria determinada a través de la Pemax tiene un valor normal en un adulto joven sin fatiga de (+100 a + 150 CmH<sub>2</sub>O).

## **5.5 REVISIÓN LITERARIA ACERCA DE VALORES DE REFERENCIA DE**

### **Pimáx Y Pemáx EN POBLACIÓN SANA.**

La evaluación de la fuerza de los músculos respiratorios por medio de la medición de la Pimáx y Pemáx es de gran uso clínico, siendo su realización sencilla y de forma no invasiva. Desde 1969 este tema toma importancia para el área clínica, en donde Black y Hyatt<sup>2</sup> establecieron valores de referencia de la fuerza de los músculos respiratorios permitiendo la valoración de pacientes con insuficiencias respiratorias asociadas a patologías neuromusculares.

Con el avance de la investigación en el tema se pudo observar que aunque existían valores predichos de carácter mundial estos no eran aplicables a todas las poblaciones y venían condicionados por características específicas de las mismas. Hay estudios<sup>5,9,10,20</sup> que reivindican lo mencionado por Black y Hyatt<sup>2</sup> en cuanto a que los valores de la Pimáx y Pemáx están relacionados con el género siendo mayor en hombres, pero existe el cuestionamiento de universalidad de los mismos, por lo que a través de la evidencia se ha demostrando que estos difieren en los distintos grupos étnicos.

John y cols refieren que el establecimiento de los valores es de gran utilidad en la práctica clínica, pero a su vez de difícil aplicación debido a los amplios rangos hallados en la literatura para la llamada normalidad, infiriendo que además hay otros aspectos influyentes en la identificación de unos valores establecidos como la variabilidad en el método de muestreo, número de sujetos, número de ensayos de prueba, tiempo de descanso entre los ensayos, la duración de cada ensayo, la maniobra utilizada para generar el máximo esfuerzo, el tipo de medidor de presión, y la técnica utilizada<sup>22</sup>.

Koch y cols plantean que la diversidad en los resultados pueden deberse a que la gran mayoría de estudios son conformados con muestras poco significativas, para lo cual llevan a cabo la investigación con 912 sujetos sanos, con el objetivo de desarrollar ecuaciones con las cuales conseguir valores de predicción de la presión de los músculos respiratorios. Este estudio provee rangos con límites superiores e inferiores para los valores de la Pimax en ambos sexos, determinando que la Pimax es significativamente mayor en los hombres, pero que esta disminuye con la edad en ambos sexos<sup>4</sup>.

Hautmann y cols realizaron la medición de la Pimáx en una muestra representativa de 504 sujetos sanos, con el fin de establecer unos valores predicho, correlacionarlos con factores antropométricos de la población estudio, realizar un análisis para determinar las ecuaciones de predicción y determinar cuál es el límite más bajo dentro del rango normal con el fin de evitar el diagnostico de patologías inexistentes en un individuo<sup>23</sup>.

Costa y cols comparan valores de la Pimax y Pemáx en sujetos sanos con los predichos y ecuaciones propuestas en un estudio anterior para ser aplicado en Brasil, para lo cual utilizan una muestra de 120 personas con edades entre 20 y 80 años, en donde los resultados indican que las ecuaciones propuestas arrojan valores más bajos de los previstos para hombres y mujeres<sup>1</sup>.

En Mangalore, Gopalakrishna y cols incluyen a 250 sujetos sanos entre 20 y 70 años, para la medición de la Pimax y Pemáx teniendo en cuenta las características antropométricas de la población; encontrando que los valores medidos fueron significativamente menores en ambos sexo y que el mejor factor de predicción de la Pimax y Pemáx es la edad<sup>5</sup>.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 DISEÑO O TIPO DE ESTUDIO.

Se realizó un estudio de tipo transversal<sup>23</sup> en el que se valoraron las presiones respiratorias máximas en sujetos sanos de la muestra elegida y su relación con las algunas características sociodemográficas y antropométricas, realizando una medición en el tiempo en cada sujeto de estudio.

### 6.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.

En este estudio se consideró como población a los estudiantes y docentes de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle, sede San Fernando, Ubicada en Santiago de Cali. Para calcular el tamaño de muestra se utilizó la fórmula para una sola proporción<sup>25</sup> la cual se muestra a continuación:

$$n_0 = \frac{NZ^2PQ}{E^2(N-1)+Z^2PQ}$$

Donde,

N: Tamaño de la población se calculó con población finita de 2353 sujetos entre docentes y estudiantes de la facultad de salud.

P: proporción o prevalencia esperada del fenómeno. Para el cual se toman como referencia una proporción estimada del 24% de personas con valores normales, de acuerdo a un estudio realizado en Brasil<sup>1</sup> en la que se registro valores de P<sub>máx</sub> y P<sub>mín</sub> en población adulta joven sana.

Q: el complemento de la proporción, que para este estudio es de 76%

Z: Confiabilidad de 96%

E: Error tolerable de 7%



Tabla 1. Población total de docentes Facultad de Salud

ESCUELA	TOTAL	PESO PORCENTUAL
Enfermería	23	4%
Odontología	138	24%
Medicina	302	53%
Rehabilitación humana	74	13%
Bacteriología y Laboratorio Clínico	10	2%
Ciencias básicas	20	4%
<b>TOTAL</b>	<b>567</b>	<b>100%</b>

Tabla 2. Población total de estudiantes activos de la Facultad de Salud

ESCUELA	TOTAL	PESO PORCENTUAL
Enfermería	169	9%
Odontología	190	10%
Medicina	662	37%
Fonoaudiología	152	9%
Fisioterapia	162	9%
Terapia ocupacional	102	6%
Bacteriología	100	6%
Atención Pre-hospitalaria	249	14%
<b>TOTAL</b>	<b>1786</b>	<b>100%</b>

Tabla 3. Porcentaje de representatividad de la población de docentes y estudiantes.

Población	Tamaño poblacion	% Respresentatividad
Docentes:	567	24%
Estudiantes:	1786	76%
<b>TOTAL</b>	<b>2353</b>	<b>100%</b>

Tabla 4. Calculo de la muestra

Población	%Representativo	Tamaño muestra
Docentes	24%	35
Estudiantes	76%	112
Total	100%	147

En la tabla 4 se detalla el cálculo muestral, el cual equivale a 147 sujetos, en la que se incluye un 10 % adicional del participantes, teniendo en cuenta un porcentaje de no respuesta.

#### CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

Los sujetos que participaron en el estudio tienen las siguientes características:

- Personas con edad igual o mayores de 18 años.
- Sujetos con un índice de masa corporal (IMC) entre 18,5 – 24,9 kg / m<sup>2</sup> teniendo como lineamiento la clasificación de la Organización Mundial de la Salud<sup>26</sup>.
- Sujetos sin antecedentes de tabaquismo.
- Personas sin alteraciones estructurales de la reja costal (tórax en quilla, tórax en tonel, tórax excuvatum)
- Sujetos que no practiquen un deporte de alto rendimiento.
- Personas que autoricen su participación por medio del consentimiento informado.

#### CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.

- Sujetos con antecedentes de enfermedad cardiovascular (infarto agudo del miocardio, insuficiencia cardiaca, riesgo de hemoptisis o ruptura de aneurisma), enfermedades pulmonares (neumotórax, infecciones respiratorias agudas en las

últimas dos semanas, tuberculosis pulmonar) o enfermedades neuromusculares (distrofia muscular de Duchenne, atrofia espinal, miastenia gravis, secuelas de poliomielitis o de enfermedad cerebrovascular).

- Sujetos que consuman medicamentos tales como corticoides, barbitúrico o relajantes musculares.
- Personas con cirugías de abdomen, ojos u oídos en los últimos tres meses
- Mujeres en estado de embarazo.
- Personas con déficit neurológico o que no comprendan los comandos para realizar el procedimiento.

### **6.3 ASPECTOS ÉTICOS.**

La presente investigación se clasifica de acuerdo a la norma 008430 sobre ética en investigación en salud, en la categoría de investigación con riesgo mínimo, al ser este un estudio de tipo transversal, con una muestra de sujetos aparentemente sanos en los que se empleó un registro de datos a través de procedimientos comunes tales como pesar y tallar al sujeto. Además se valoró la fuerza funcional muscular respiratoria a través de un procedimiento no invasivo, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por la ATS para llevar a cabo el procedimiento. Los riesgos previstos en el estudio son: cinetosis durante la medición de las presiones respiratorias, para lo cual se contó con los instrumentos requeridos para toma de signos vitales y los tiempos establecidos por la ATS para el descanso durante las tres mediciones en el mismo sujeto. Otro previsto es el contagio de enfermedades infecciosas transmitidas por la saliva, al utilizar el mismo instrumento de medición. Para disminuir los riesgos, al realizar la medición entre un sujeto y otro, se estableció una ruta de desinfección de las partes que componen el instrumento.

El anteproyecto de investigación fue sometido el día 2 de octubre del 2012 al Comité Institucional de Revisión de Ética Humana de la Universidad del Valle con

todos los requisitos diligenciados, como resultado se obtuvo el aval ético a través del acta de aprobación número 018-012 (ver anexo N°7). La vinculación de los sujetos al estudio estuvo pactada en el consentimiento informado (ver anexo N°1), de manera escrita, en el que ambas partes (sujeto de estudio-investigador) y dos testigos concluyeron con su firma ante el completo conocimiento de lo que representaba su participación en la investigación. Además, la identidad del sujeto no se reveló al publicar y dar a conocer resultados del estudio; para el análisis de datos y representación de los sujetos participantes, a cada uno se le asignará un número en el orden de participación.

#### 6.4 VARIABLES DEL ESTUDIO.

Variable	Definición	Instrumento	Nivel de medición	Valores
Edad	Del latín aetas, es el término que se utiliza para hacer mención al tiempo que ha vivido un ser vivo	Ficha demográfica	Razón	18...n
Género	Termino derivado del ingles (gender) para clasificar a que especie, tipo o clase pertenece alguien, como conjunto de personas con un sexo en común, masculino o femenino. <sup>27</sup>	Encuesta directa	Nominal	Femenino:0  Masculino:1
Estrato Socioeconómico	Está constituido por un conjunto de personas, agregados sociales, que comparten un sitio o lugar similar dentro de la jerarquización o escala social, donde comparten	Encuesta directa	Ordinal	1  2  3  4

	similares creencias, valores, actitudes, estilos y actos de vida <sup>27</sup>			5 6
Índice de masa corporal	Medida antropométrica del estado nutricional de la población, que esta influenciado por e peso y la talla desde donde se lo deriva, (IMC Kg/m <sup>2</sup> = Peso/Talla <sup>2</sup> ) <sup>28</sup>	Cinta métrica <sup>29</sup> Bascula digital	Razón	
Talla	Es la altura que tiene un individuo en posición vertical desde el punto más alto de la cabeza hasta los talones se mide en centímetros (cm). <sup>29</sup>	Cinta métrica	Razón	
Peso	Es la medida de la masa corporal expresada en kilogramos <sup>29</sup> .	Báscula digital <sup>30</sup>	Razón	
Presión Inspiratoria Máxima (Pimáx)	La Presión Inspiratoria Máxima (Pimáx) es la máxima capacidad para generar una presión pulmonar negativa. Es la valoración global del funcionamiento de la musculatura inspiratoria <sup>8</sup> .	Manovacuumetro	Razón	
Presión Espiratoria Máxima (Pemáx)	La Presión Espiratoria Máxima (Pemáx) es la máxima capacidad de generar una espiración forzada. Es la valoración global del funcionamiento de la musculatura espiratoria <sup>8</sup> .	Manovacuumetro	Razón	

## **6.5 MATERIALES E INSTRUMENTOS.**

Para la ejecución de la investigación se requirieron los siguientes materiales: guantes de látex, tapabocas de alta eficiencia y material para desinfección del equipo, alcohol glicerinado. Para la medición de las variables antropométricas, y de los valores de Pimax y Pemáx se utilizó una cinta métrica, balanza digital, tensiómetro y el Manovacuometro respectivamente. El instrumento de medición fue calibrado por personal capacitado previo a la ejecución de la investigación para trabajar conforme a un sistema de calidad, en el que la exactitud y precisión del instrumento dependen de ello, del modo de uso, la experticia del investigador y los cuidados para disminuir los daños en el equipo. Para el registro de datos se utilizaron formatos de recolección y la medición se llevó a cabo en la Institución Universitaria.

## **6.6 PROCEDIMIENTO**

### **FASE 1. Preparación para el estudio**

Para la realización del presente estudio se llevó a cabo una revisión literaria acerca de valores de la Pimáx y Pemáx en población sana, además de conceptos teóricos, fundamentales para el desarrollo de la investigación, esta información se recolectó a través de páginas de internet, artículos de revista, realizando una búsqueda en las bases de datos EBSCO, Pubmed, BioMed, OvidSP, redalyc, SCIELO.

Durante la construcción del anteproyecto se contó con la asesoría de una docente de pregrado del programa de fisioterapia y para la selección de la muestra, se tuvo la asesoría de una docente de la especialización; por lo que se requirió el diligenciamiento de una carta dirigida a los directores de cada escuela, la cual contaba con el consentimiento y respaldo de la directora del programa de

fisioterapia; con el fin de acceder a las bases de datos de la población con la que se ejecutó el estudio. Al culminar la construcción del anteproyecto de investigación, este fue evaluado por dos pares académicos de la escuela de rehabilitación humana, de los cuales se obtuvo la aprobación. La propuesta final fue enviada al Comité Institucional de Revisión de Ética Humana de la Universidad del Valle en el que se obtuvo el aval ético para su ejecución.

## **FASE 2. Selección, diseño, prueba y ajuste de instrumentos de recolección de la información**

### **Prueba Piloto**

Se diseñaron dos formatos por parte de los estudiantes que desarrollan la investigación para la recolección de los datos sociodemográficos, antropométricos y de toma de Pimáx y Pemáx (ver anexo preliminar N° 2) y una encuesta para realizar un tamizaje y establecer que sujetos se vinculan en el estudio teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión (ver anexo N° 3). Para el uso del instrumento Manovacuometro y lectura de los resultados los investigadores realizaron un entrenamiento teórico-práctico con una fisioterapeuta especializada en el área cardiopulmonar en el cual se realizaron 10 mediciones de prueba.

Una vez obtenido el aval ético del estudio, se realizó la prueba piloto con 5 personas (2 mujeres y 3 hombres) con edades entre los 18 y 43 años que no forman parte de la muestra seleccionada para el estudio. La prueba se hizo con el fin de determinar la utilidad de los formatos de recolección de datos, medir el tiempo de ejecución, verificar la comprensión de la encuesta (para los sujetos) y la comprensión de los protocolos (para los investigadores) así como determinar la confiabilidad intra-evaluador e inter-evaluador de los investigadores.

La medición de la talla y el peso se realizó utilizando los comandos verbales asignados para el procedimiento (ver anexo N° 2), así como la utilización del la

encuesta inicial para determinar la población a participar en la investigación de acuerdo a los criterios de selección (ver anexo N°3); Para la medición de las presiones respiratorias máximas se realizó utilizando el protocolo (ver anexo N°6) por medio de un Manovacómetro de tipo aneróide con boquillas plásticas.

En la prueba piloto se determinó que el tiempo promedio empleado en las mediciones es de 15 minutos por cada sujeto y se identificaron algunas modificaciones requeridas en el formato de recolección de datos tales como:

- Se suprimió el tiempo de ejecución del procedimiento al identificar el tiempo promedio en la prueba piloto.
- Se suprimió la firma del paciente en el formato de recolección, con el fin de velar por su confidencialidad.

Una vez recolectado los datos en el pilotaje se determinó la confiabilidad intraevaluador de la Pimax y Pemax para el investigador 1 el cual fue de 0,93 y 0,95; y para el investigador 2 de 0,94 y 0,94 respectivamente. Además se estableció que la confiabilidad inter-evaluador para la Pimax y Pemax es de 0,94 y 0,85 respectivamente. Por lo anterior, no se realizaron cambios al protocolo de medición de Pimax y Pemax.

### **FASE 3. Recolección de datos.**

#### **Reclutamiento**

Una vez realizada la aleatorización estratificada, la población seleccionada para participar en el estudio fue contactada vía telefónica o correo electrónico, en el cual se le indicó el propósito del estudio, las mediciones a realizar, el tiempo de participación, los horarios para participar en él, el lugar de medición y se recalcó que la decisión de participar era voluntaria, individual y absolutamente confidencial.



## Medición

La medición en los sujetos se realizó entre Marzo y Mayo de 2013 en las instalaciones de una institución universitaria en la ciudad de Cali, de lunes a jueves según su disponibilidad dentro de horarios opcionales.

El procedimiento operativo estandarizado para la medición de la Pimax y Pemax se llevó a cabo en el siguiente orden:

1. Diligenciamiento de una entrevista para aprobar o no la vinculación del sujeto al estudio, en el que se indagó sobre tabaquismo, ejercicio regular o de alto rendimiento, antecedentes de enfermedad respiratoria, enfermedad cardiovascular y antecedentes farmacológicos y quirúrgicos.
2. Asignación de un código de identificación y registro de datos sociodemográficos (edad, género, estrato) en el formato de recolección de datos.
2. Toma de medidas antropométricas: peso, talla, perímetro abdominal, IMC siguiendo el protocolo de medición para estas variables (ver anexo N° 6)
3. Medición de la Pimax y Pemax siguiendo la estandarización del protocolo de medición en todos los sujetos (ver anexo N° 6).

La edad del sujeto se registró según su último cumpleaños, las mediciones de peso y talla fueron realizadas según los protocolos y el IMC se calculó con la siguiente fórmula:  $IMC = \text{peso (kg)} / \text{talla}^2 (\text{m}^2)$ . Las pruebas de fuerza muscular respiratoria se realizaron con el sujeto en posición sedente, las presiones respiratorias máximas se midieron utilizando un Manovacuometro de tipo aneroide, utilizando el protocolo de medición establecido por la ATS. Los participantes fueron instruidos en la Pimax para inhalar desde volumen residual y para la Pemax, exhalar desde capacidad pulmonar total utilizando un clip nasal al

realizar la maniobra de esfuerzo. Los datos fueron recolectados y el mejor de 3 intentos de medición quedó como registro final para cada una de las presiones.

#### **FASE 4. Análisis de datos.**

##### **Base de datos**

Los datos recogidos durante la medición fueron registrados en una base de datos creada por los investigadores en el programa de Excel 2007.

##### **Selección de pruebas estadísticas**

Los datos registrados en los formatos de recolección se transcribieron a una base de datos en EXCEL 2007. Las variables de caracterización sociodemográfica, los valores de Pimáx y Pemáx y las variables antropométricas fueron analizadas de manera descriptiva incluyendo frecuencias, medidas de tendencia central y dispersión. Para establecer si existía una relación entre la edad y los valores de Pimax y Pemax (en ambos grupos) se realizaron pruebas de correlación (Spearman). Para establecer si existía una relación entre IMC y los valores de Pimax y Pemax se realizaron también pruebas de correlación. Para las pruebas de correlación entre las variables mencionadas se define un valor de significancia de 0,05.

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Características sociodemográficas y antropométricas de la población a estudio

Una vez se convocó a los sujetos (por correo electrónico) a la investigación, 124 participantes llegaron a la selección inicial, sin embargo, 20 fueron excluidos según los criterios establecidos: 10 personas por tener un IMC superior a 25 kg/m<sup>2</sup>, 7 por ser Fumadores o ex fumadores, 1 por diagnóstico de Hidrocefalia, 1 según diagnóstico de lesión medular nivel T8 y 1 por presencia de Labio Leporino. Por lo anterior, la muestra del estudio comprendió 104 sujetos sanos (sin ningún retiro durante la ejecución del procedimiento), 59 (56,7%) mujeres y 45 (43,3%) hombres, con edades entre 18 y 62 años, vinculados como estudiantes o docentes de la Facultad de Salud de una Institución Universitaria en Cali-Colombia.

En la tabla 1 se presentan los datos antropométricos del grupo de mujeres que participó en este estudio subdivididos por cada década de vida. Como se observa, la mayoría de las participantes se encuentra en el rango de 20-29 años (37 mujeres) y el de menor grupo poblacional en el subgrupo de mayores de 60 años (1 mujer). En el rango de 50-59 años se registran los valores antropométricos más elevados de la población femenina en cuanto a peso, talla e IMC. Además se encontró una mayor variación de la edad, peso e IMC en el subgrupo de 40-49 años, pero no en la talla.

**Tabla 1. Datos sociodemográficos y antropométricos de las mujeres.**

<b>Grupo de edades (n)</b>	<b>Edad (Años)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Talla (M)</b>	<b>IMC (kg/m2)</b>
< 20 (13)	18,62±0,51	54,62±6,47	1,62±0,08	20,85±2,13
20 – 29 (37)	21,89±1,61	56,59±8,29	1,61±0,07	21,71±2,58
30 – 39 (3)	32,33±4,04	65,20±9,33	1,68±0,07	22,14±2,01
40 - 49 (3)	46,33±4,62	61,57±10,14	1,62±0,07	23,48±2,75
50 – 59 (2)	57,50±2,12	71,55±4,45	1,71±0,02	24,60±0,92
> 60 (1)	62±0	63,9±0	1,67±0	22,92±0

*Análisis descriptivo de variables cuantitativas. Valores expresados como la media ± Desviación Estándar (DS).*

En la tabla 2 se presentan los datos antropométricos del grupo de hombres que participó en este estudio subdivididos al igual que las mujeres en la tabla anterior por rango de edad cada 10 años. En la tabla se puede evidenciar que, la mayoría de las participantes se encuentra en el rango de 20-29 años (29 sujetos) y el de menor grupo poblacional en los rangos de edad de 40,49; 50,59;> de 60 años (1 sujeto). En el rango de 30-39 años se registran los valores antropométricos más homogéneos, con excepción de la edad.

**Tabla 2. Datos sociodemográficos y antropométricos de los hombres.**

<b>Grupo de edades (años)</b>	<b>Edad (Años)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Talla (M)</b>	<b>IMC (kg/m2)</b>
< 20 (9)	18,56 ± 0,53	64,77±10,70	1,75±0,12	21,16±3,11
20 – 29 (29)	22,17±1,89	66,88±7,90	1,74±0,07	22,07±2,22
30 – 39 (4)	34,25±4,43	73,70±4,59	1,73±0,04	24,75±0,63
40 - 49 (1)	40±	72,3±	1,7±	25,02±
50 – 59 (1)	51±	60,9±	1,69±	21,32±
> 60 (1)	61±	80,2±	1,78±	25±

*Análisis descriptivo de variables cuantitativas. Valores expresados como media ± Desviación Estándar (DS).*

## 7.2 Valores de la Pimáx y Pemáx de la Población.

En la tabla 3 se observan los valores de Pimáx y Pemáx de las mujeres que participaron del estudio; se puede detallar una relación inversa entre la edad y los valores de la Pimáx, con una disminución más significativa de los valores de Pimáx a partir de los 40 años, por otra parte los valores de la Pemáx se mantienen sin cambios significativos hasta el rango de edad de 40-49 años, a partir del cual se observa una disminución notable; De igual forma se encontró que el rango para los valores de Pimáx en las mujeres fue de -40 a -150 CmH<sub>2</sub>O, mientras que el rango de Pemáx en este grupo de mujeres se encontró entre 60 – 150 CmH<sub>2</sub>O.

**Tabla 3. Valores de Pimáx y Pemáx de las mujeres de acuerdo a la edad y el género.**

<b>Grupo de edades (años)</b>	<b>Pimáx Cm H<sub>2</sub>O</b>	<b>Pemáx Cm H<sub>2</sub>O</b>
< 20	-93,08 ± 20,87	81,54±10,68
20 – 29	-93,38±21,02	84,73±19,36
30 – 39	-88,33±22,55	81,67±18,93
40 - 49	-68,33±36,86	81,67±24,66
50 – 59	-52,50±3,54	67,50±3,54
> 60	-50	65
<b>Total</b>	<b>74,27±20,08</b>	<b>77,02±8,46</b>

*Valores expresados con media ± Desviación Estándar (DS).*

En la tabla 4 se definen los valores de Pimáx y Pemáx de los hombres que participaron en el estudio; se pueden detallar pequeñas fluctuaciones de los valores de Pimáx y Pemáx entre los 18 y 29 años; y una disminución significativa de los valores de Pimáx a partir de los 40 años. Por otra parte los valores de la Pemáx se mantienen sin cambios significativos hasta el rango de edad de 40-49 años, a partir del cual se observa una disminución notable de 20 cm H<sub>2</sub>O, entre cada rango de edad; De igual forma se encontró que el rango para los valores de

Pimáx en los hombres fue de -40 a -150 CmH<sub>2</sub>O, mientras que el rango de Pemáx en este grupo de hombres se encontró entre 60 a 150 CmH<sub>2</sub>O.

Al realizar las comparaciones entre géneros (Tabla 3 y 4), la media de los valores de Pimáx y Pemáx obtenidos fueron menores para las mujeres en todos los rangos de edades en comparación con los hombres.

**Tabla 4. Valores de Pimáx y Pemáx de los hombres de acuerdo a la edad**

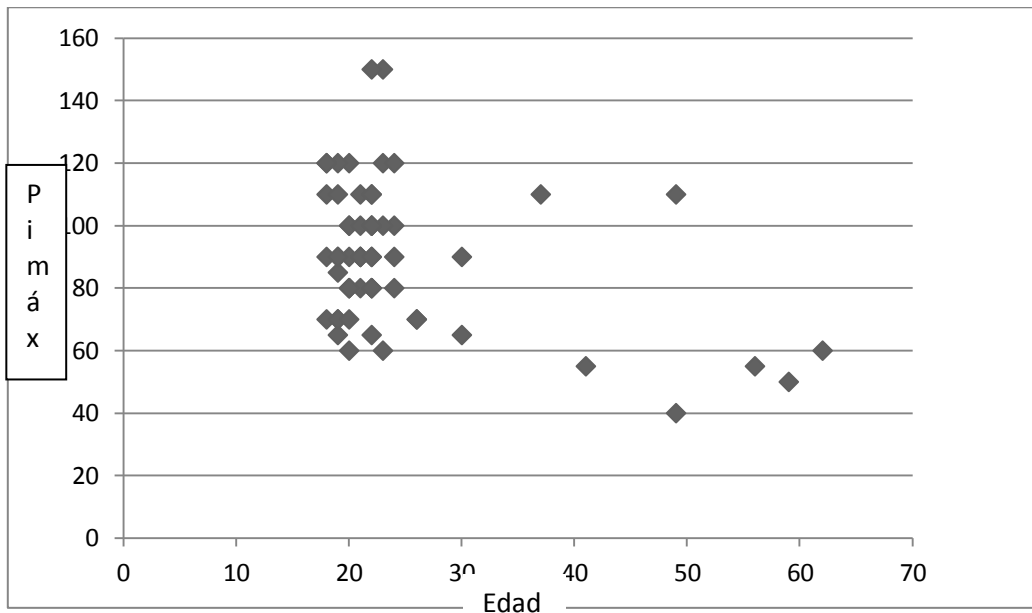
<b>Grupo de edades (años)</b>	<b>Pimáx Cm H<sub>2</sub>O</b>	<b>Pemáx Cm H<sub>2</sub>O</b>
< 20	-106,67 ±30,82	97,78±14,60
20 – 29	-112,24±27,04	105,17±18,83
30 – 39	-100±14,14	108,75±14,36
40 - 49	-90	110
50 – 59	-60	90
> 60	-50	70
<b>Total</b>	<b>86,49±25,68</b>	<b>96,95±15,18</b>

*Valores expresados con media ± Desviación Estándar (DS).*

### 7.3 Relación entre valores de Pimáx y la edad de las mujeres

Se utilizó el coeficiente de correlación para decretar las variables que mejor explican los valores de presión de las vías respiratorias y se observó una correlación significativamente negativa entre la Pimax y la edad para las mujeres,  $r = -0,40$  ( $p < 0,05$ ). La Figura 1 muestra el gráfico de dispersión de los valores de la Pimáx y la edad de las mujeres incluidas en la muestra.

**Figura 1. Diagrama de dispersión de los valores de Presión Inspiratoria Máxima y la edad de las mujeres.**



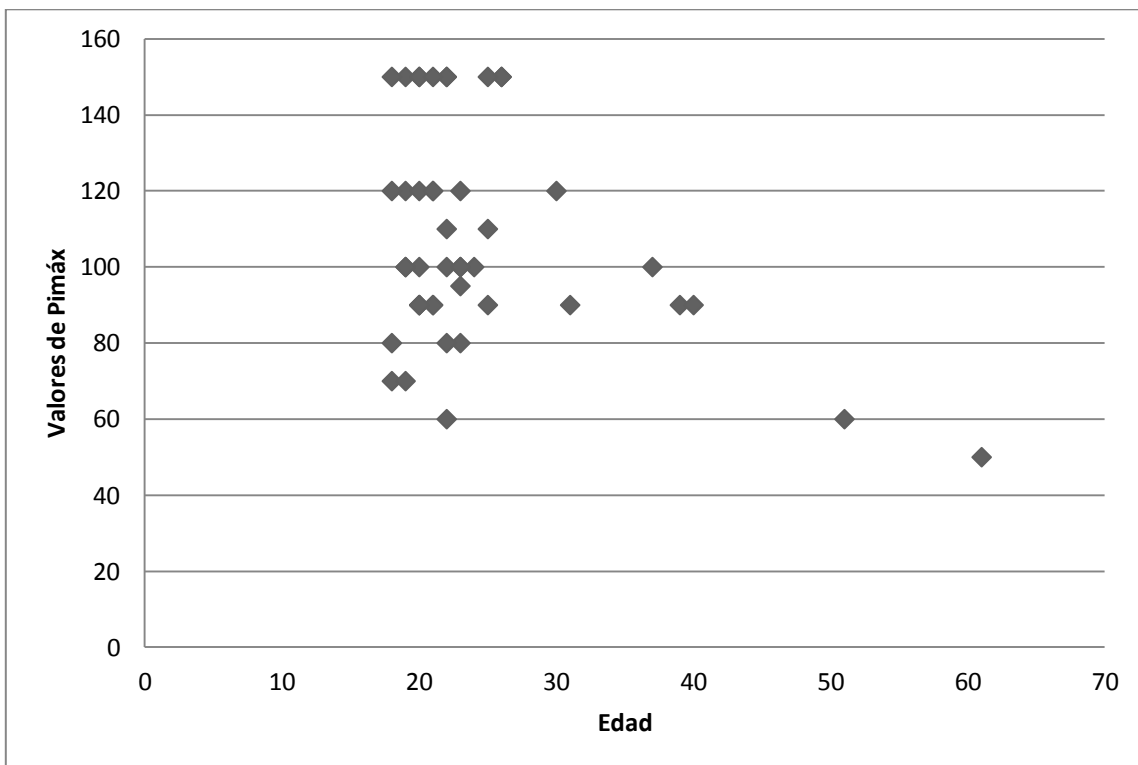




### 7.3.2 Relación entre valores de Pimáx y la edad de los hombres

Se utilizó el coeficiente de correlación para establecer las variables que mejor explican los valores de presión de las vías respiratorias, en el cual se observó una correlación significativamente negativa entre la Pimáx y la edad de los hombres de  $r: -0,38$  ( $p 0,05$ ) . La Figura 3 muestra el gráfico de dispersión de los valores de la Pimáx y la edad de los hombres.

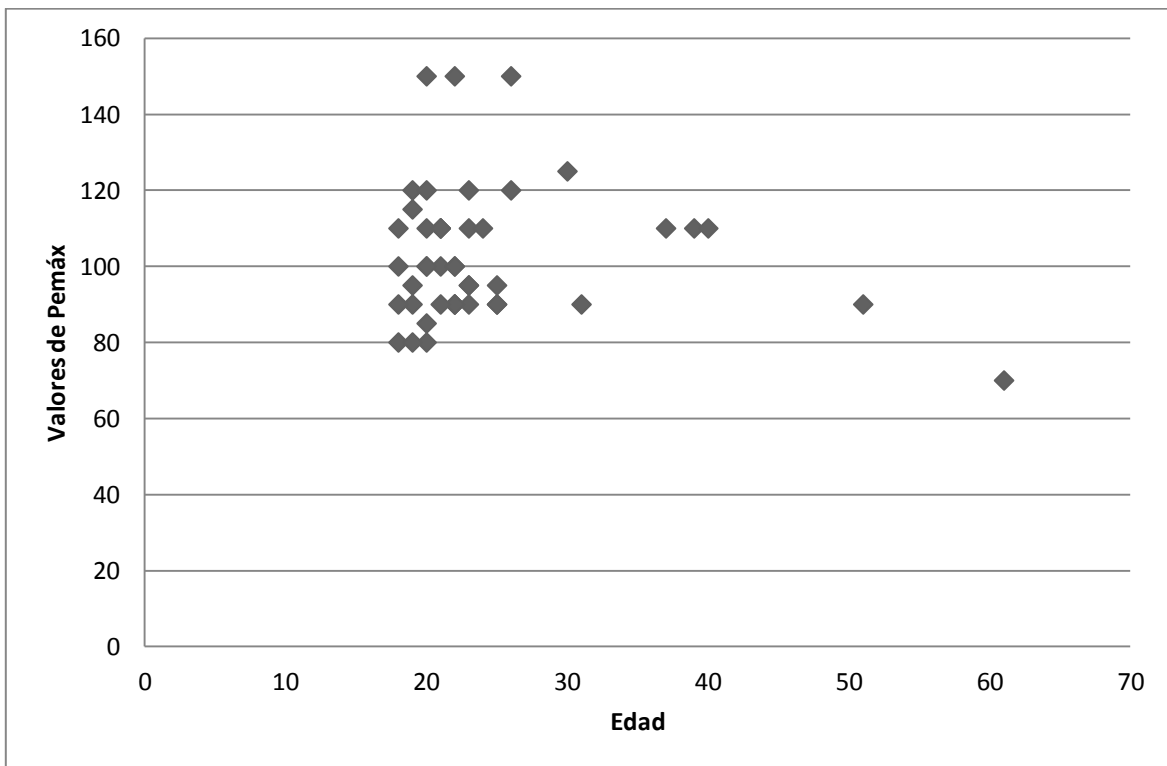
**Figura 3. Diagrama de dispersión de los valores de Presión Inspiratoria Máxima y la edad de los hombres.**



### 7.3.3 Relación entre valores de Pemáx y la edad de los hombres

Se utilizó el coeficiente de correlación para determinar la asociación entre los valores de Pemáx y la edad de los hombres, en el cual no se encontró correlación,  $r:-0,14$ . Además la Figura 4 muestra la gráfica de dispersión de entre los valores de Pemáx y la edad de las mujeres incluidas en la muestra.

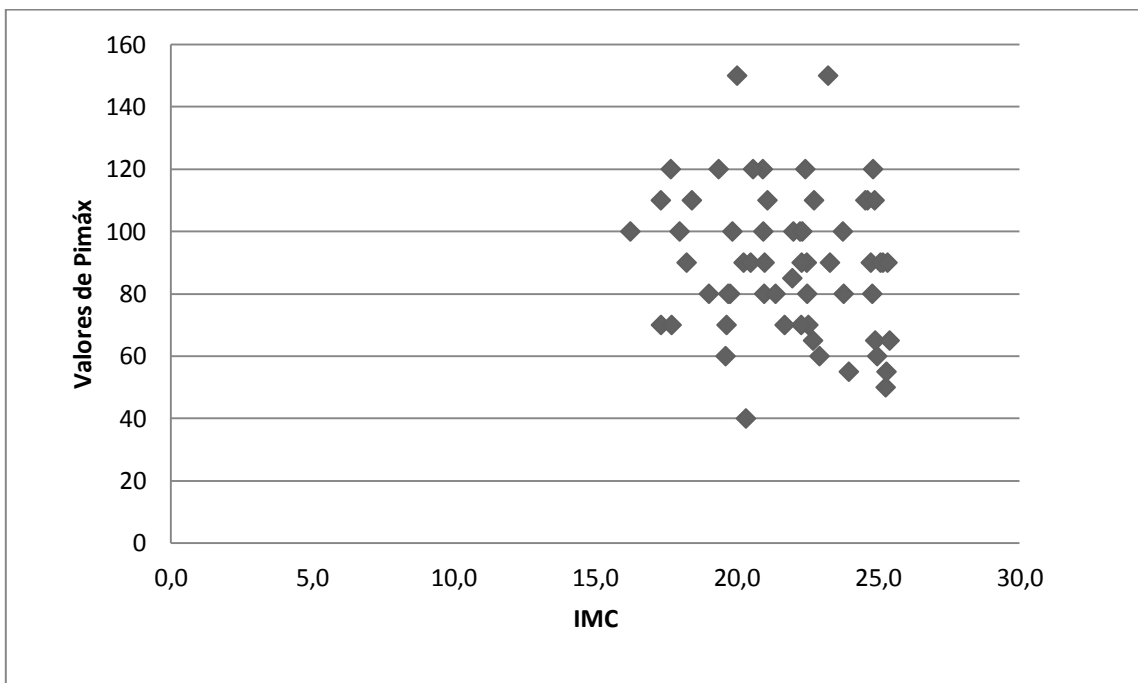
Figura 4. Diagrama de dispersión de los valores de Presión Espiratoria Máxima y la edad de las mujeres



### 7.3.4 Relación entre valores de Pimáx y el Índice de Masa Corporal de las mujeres

Se utilizó el coeficiente de correlación para determinar la magnitud de relación entre los valores de la Pimáx y el IMC en las mujeres, en el cual no se encontró correlación significativa  $r=-0,16$ . A continuación, la Figura 5 especifica la gráfica de dispersión entre los valores de Pimáx y el IMC de las mujeres del estudio.

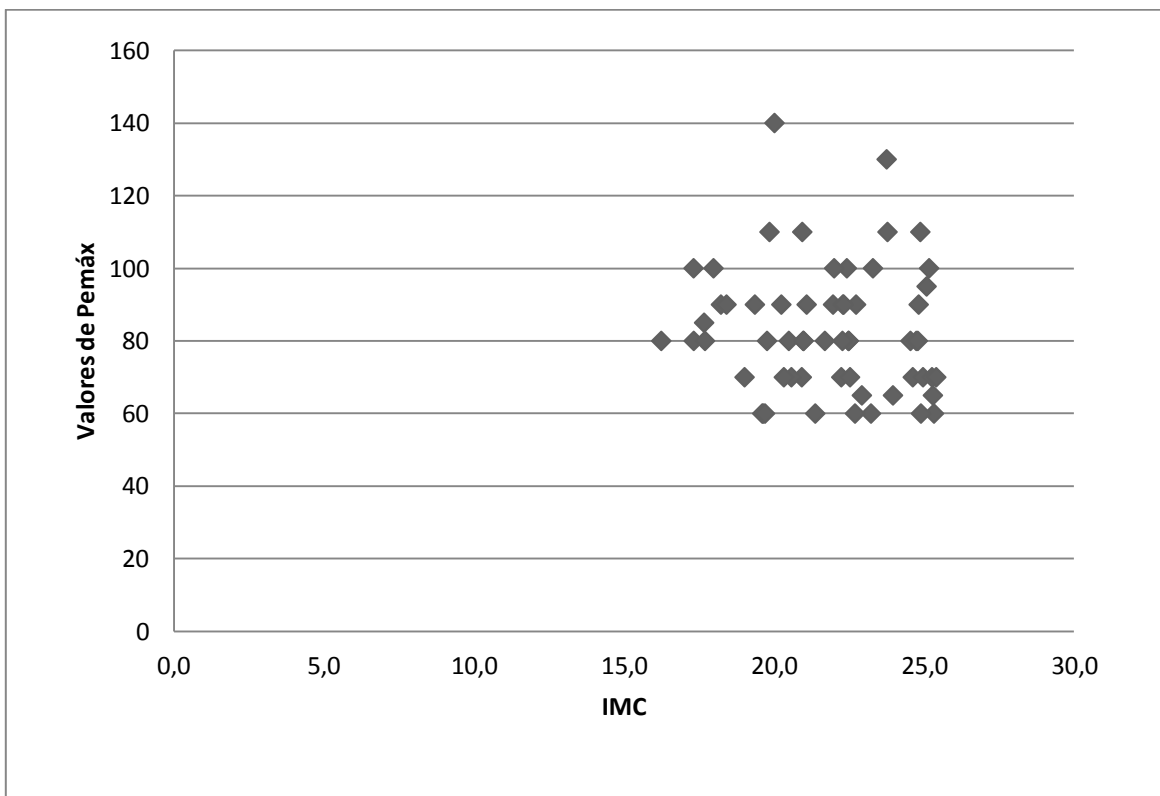
Figura 5. Diagrama de dispersión de los valores de Presión Inspiratoria Máxima y el IMC de las mujeres



### 7.3.5 Relación entre valores de Pemáx y el Índice de Masa Corporal de las mujeres

Se utilizó el coeficiente de correlación para determinar la magnitud de relación entre los valores de la Pemáx y el IMC en las mujeres, en el cual no se encontró correlación  $r: -0,10$ . Asimismo, la Figura 6 muestra la gráfica de dispersión entre los valores de Pemáx y el IMC de las mujeres del estudio.

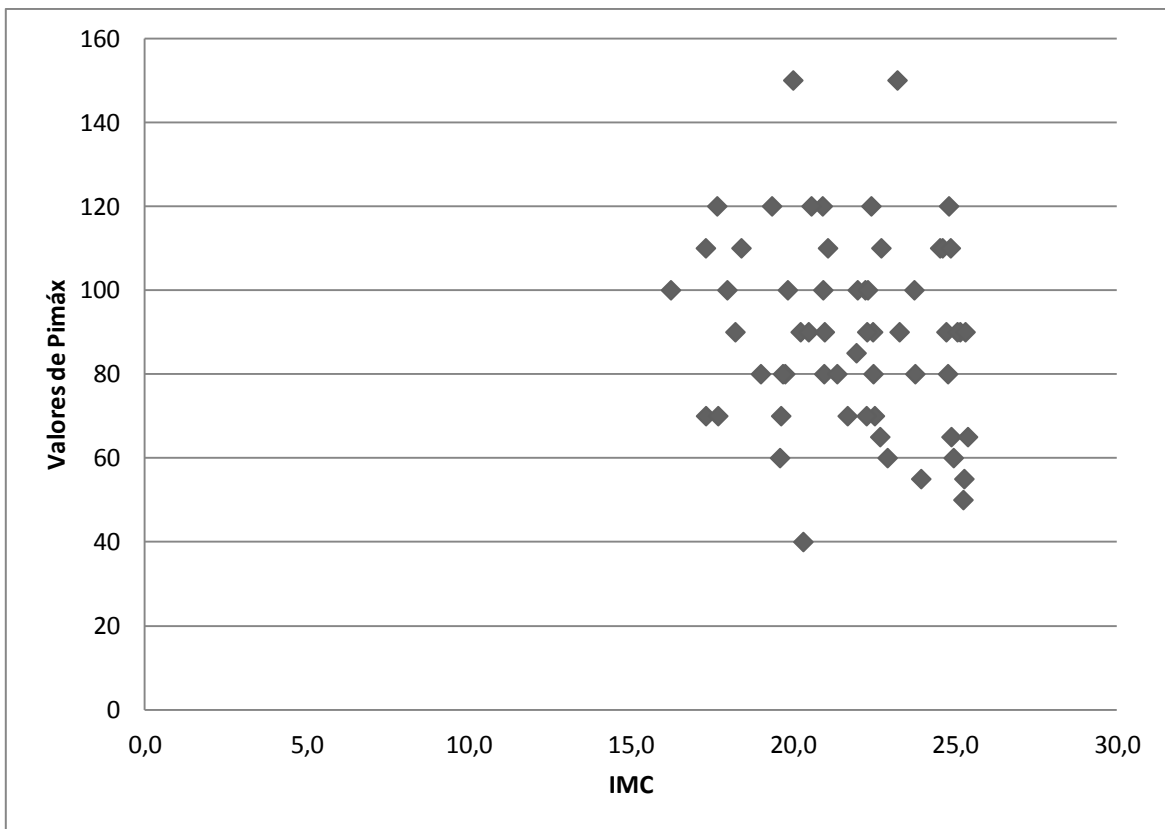
Figura 6. Diagrama de dispersión de los valores de Presión Espiratoria Máxima y el IMC de las mujeres



### 7.3.6 Relación entre valores de Pimáx y el Índice de Masa Corporal de los hombres

Se utilizó el coeficiente de correlación para determinar la relación entre los valores de la Pimáx y el IMC en los hombres, en el cual no se encontró correlación  $r:0,08$ . La Figura 7 muestra la gráfica de dispersión entre los valores de Pimáx y el IMC de los hombres que participaron en el estudio

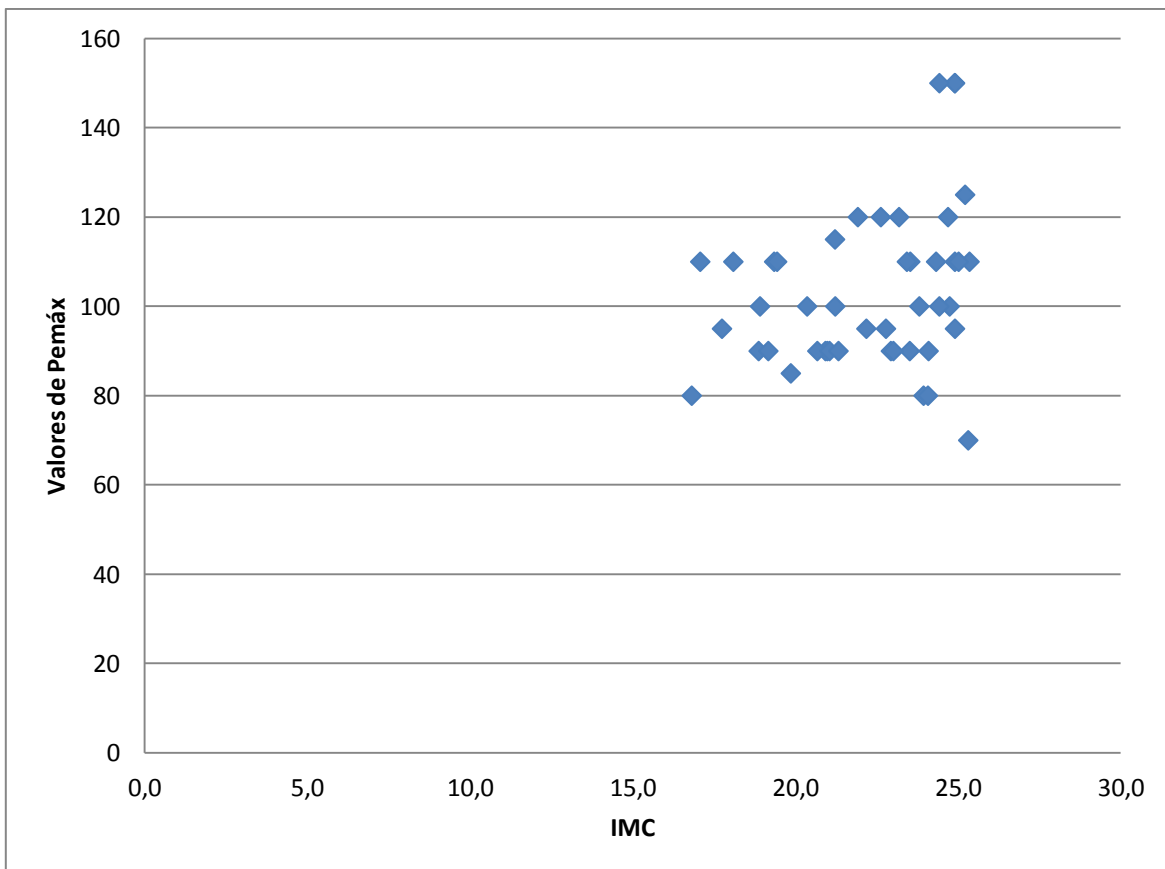
Figura 7. Diagrama de dispersión de los valores de Presión Inspiratoria Máxima y el IMC de los hombres



### 7.3.7 Relación entre valores de Pemáx y el Índice de Masa Corporal de los hombres

Se utilizó el coeficiente de correlación para determinar la relación entre los valores de la Pemáx y el IMC en los hombres, en el cual no se encontró correlación significativa de  $r=0,28$ . La Figura 8 muestra la gráfica de dispersión entre los valores de Pemáx y el IMC de los hombres que participaron en el estudio.

Figura 8. Diagrama de dispersión de los valores de Presión Espiratoria Máxima y el IMC de los hombres



## 8. DISCUSIÓN

### 8.1 Discusión de resultados

La búsqueda de los valores de referencia de la fuerza muscular respiratoria ha convocado a los investigadores<sup>3,4,5,6</sup> en varios países para establecer valores y ecuaciones de referencia de las presiones respiratorias máximas que permitan al fisioterapeuta realizar interpretaciones clínicas adecuadas a partir de las características propias de la población para no errar en la interpretación de estos resultados.

Nuestro estudio reporta los valores de Pimáx y Pemáx hallados por géneros, de un grupo poblacional con edades entre los 18 y 62 años para establecer los valores previstos de la población sana adulta de Cali-Colombia. Los valores expresados con la media total son de  $-80,38 \pm 8,64$  para la Pimax y de  $83,48 \pm 19,05$  reportando valores medios inferiores a los planteados por Black y cols, pero superiores para la Pimáx e inferiores para Pemáx según autores locales<sup>7</sup>.

Autores como Parreira y cols detallan los resultados en lo que refiere a los datos antropométrico y valores de Pimáx y Pemáx según grupos etarios divididos en rangos de 10 años de edad a través una aleatorización por rango de edades para establecer grupos homogéneos entre los mismos; característica en la que difiere nuestro estudio en el cual no hubo homogeneidad en cuanto a número de personas por rangos de edad.

Varios estudios<sup>5,6,10</sup> encontraron una correlación negativa entre la edad y los valores de Pimáx y Pemáx tanto en hombres como en mujeres. Corroborando los hallazgos encontrados en nuestro estudio el coeficiente de correlación entre la edad y la Pimáx en mujeres y hombres fue de  $-0,40$  y  $-0,38$  respectivamente; Así

mismo, el coeficiente de correlación entre la edad y la Pemáx en mujeres y hombres fue de -0,17 y -0,14 respectivamente.

La posible explicación a la correlación negativa encontrada para las variables la edad y las presiones respiratorias máximas se deben a la disminución de la masa muscular del diafragma, los abdominales y músculos accesorios por pérdidas entre el 8 y 10% de la fuerza muscular principalmente por cada década después de los 40 años. Otros aspectos son la disminución del retroceso elástico pulmonar y de la calcificación de la reja costal<sup>35</sup>.

**Tabla 5. Comparación de valores de Pimáx y Pemáx por género con otros estudios.**

<b>Autores</b>		<b>Muestra (n)</b>	<b>Rango etéreo (años)</b>	<b>Muestra estratificada por edad</b>	<b>Pimax (Cm H<sub>2</sub>O)</b>	<b>Pemáx (Cm H<sub>2</sub>O)</b>
Black y Hyatt 1969	<i>Mujeres</i>	60	20-74	SI	74,4±27,2	140±42,8
	<i>Hombres</i>	60			107,2±34,4	208,4±76
Neder y cols 1991	<i>Mujeres</i>	50	20-80	SI	86,53±8,76	85,88±10,9
	<i>Hombres</i>	50			116,78±14,02	126,30±14,19
Parreira Y cols 2007	<i>Mujeres</i>	54	20-80	NO	68,24±29,48	80,37±33,32
	<i>Hombres</i>	46			104,67±42,66	142,28±43,89
Gil y cols 2012	<i>Mujeres</i>	154	20-86	SI	63,1±20	78±24
	<i>Hombres</i>	154			86,8±28	115±37
Cuartas y Riveros 2013	<i>Mujeres</i>	59	18-62	NO	74,27±20,08	77,02±8,46
	<i>Hombres</i>	45			86,49±25,68	96,95±15,18

En este estudio se encontró que los valores promedio de la Pimáx y Pemáx eran superiores (media total) en hombres comparado con los valores de las mujeres. Este hallazgo coincide con lo encontrado en otros estudios, en la tabla 5 se presenta un relación de los valores de Pimax y Pemax en otras poblaciones en las



que los valores registrados son inferiores en mujeres con relación a los hombres  
2,7,33,34 .

## **8.2 Discusión de metodología**

El diseño metodológico de esta investigación fue el adecuado para dar respuesta a los objetivos planteados; así como la utilización de un procedimiento y protocolo estandarizado por ATS y la Fundación Neumológica Colombiana, la realización de un entrenamiento y de una prueba piloto para determinar la confiabilidad inter e intra evaluador que brindan mayor validez, relevancia y aplicabilidad clínica a los resultados obtenidos en la investigación.

Aunque la investigación incluyó una muestra similar en cuanto al tamaño muestral y a los rangos de edad incluidos en otros estudios, la muestra seleccionada en este estudio no incluyó una cantidad homogénea de sujetos en cada rango de edad. Al analizar la composición de la muestra encontramos que la mayoría de los sujetos pertenecían a los rangos de menores de 20 años y de 20 a 29 años, lo cual influyó en los valores de Pimáx y Pemáx (que fueron más altos que los reportados en otros estudios).

Una de las dificultades en la realización del estudio fue la pobre tasa de respuesta que se obtuvo de la población de docentes (que representaban a los sujetos de rangos de mayor edad) para participar en el estudio durante las 9 semanas de medición, lo que dificultó reclutar los datos de los mismos y llevó a obtener una muestra menor (104 participantes) a la que se estableció inicialmente (133 participantes).

### **8.3 Utilidad del estudio**

Este es un estudio pionero ya que determina valores de referencia de Pimax y Pemax en una población en la que no existen valores de referencia previos. Los resultados de este estudio contribuyen al conocimiento en el campo de la fisioterapia Cardiopulmonar y Neuromuscular permitiendo una evaluación sencilla, reproducible y rápida de la función muscular respiratoria guiada por valores propios que no expongan al profesional y al paciente en errores de interpretación clínica. Debido a que la mayoría de los participantes en este estudio se encuentra entre los 20- y 29 años, la aplicación de los rangos de Pimax y Pemax hallados tiene mayor relevancia ya que es precisamente esta población la que presenta con mayor frecuencia alteraciones en la función pulmonar como consecuencia de violencia y trauma.

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este estudio se llevo a cabo con un grupo de 104 hombres y mujeres entre los 18 y 62 años ( $24,61 \pm 9,48$ ), quienes eran docentes y estudiantes de una Universidad pública de Cali. En el grupo de hombres se encontró un IMC con una media de  $22,25 \pm 2,48 \text{ Kg/m}^2$  y en el de mujeres una media de  $21,79 \pm 2,49 \text{ Kg/m}^2$

Además en el presente estudio se obtuvieron los valores de Pimáx en mujeres con un rango de -40 a -150  $\text{CmH}_2\text{O}$  ( $74,27 \pm 20,08$ ) y en hombres con un rango de de -40 a -150  $\text{CmH}_2\text{O}$  ( $86,49 \pm 25,68$ ), y los valores de Pemáx en mujeres con un rango de 60 a 150  $\text{CmH}_2\text{O}$  ( $77,02 \pm 8,46$ ) y en hombres con un rango de 60 a 150  $\text{CmH}_2\text{O}$  ( $96,95 \pm 15,18$ ). Estos resultados reportan valores que se encuentran por debajo de los valores de referencia (Europeos); a su vez estos valores difieren según género y edad, teniendo valores en las mujeres menores que los valores de los hombres, y observándose una disminución sobresaliente en los valores de la Pimáx y de la Pemáx tanto en hombres como en mujeres a partir del rango de edad de los 40 años en adelante.

En el grupo estudiado no se encontró una correlación entre los valores de IMC y Pimáx y Pemáx en ninguno de los dos géneros, teniendo presente que el IMC de los participantes del presente estudio era homogéneo y se encontraba dentro del rango de 19 a  $25 \text{ Kg/m}^2$  considerado como saludable. En el estudio se encontró una correlación entre la Pimáx y la edad en hombres de  $r: -0,38$  ( $p: 0,05$ ) y entre la Pimáx y la edad en mujeres de  $r: -0,40$  ( $p: 0,05$ ); además en no se encontró una correlación entre los valores de la Pemáx y la edad, tanto en hombres como en mujeres.

Es importante destacar que los rangos en los que se encontraban mayor número de participantes era el de menor de 20 y entre 20 y 29 años para ambos grupos poblacionales lo que permite tener valores propios para estos rangos de edad, que sirvan de guía en el quehacer profesional de los fisioterapeutas.

Se recomienda la realización de más estudios en distintas regiones del país con una mayor muestra de sujetos, que a su vez sea homogénea dentro de la subdivisión que se haga de los rangos de edad, que permita obtener valores de referencia en todos los rangos de edad.

## 10. REFERENCIAS

1. Costa D, Amaral H, Peraro L, Ike D, Cancelliero K, Imaculada M. New reference values for maximal respiratory pressures in the Brazilian population. *J Bras Pneumol*. 2010; 36(3): 306-312
2. Black L, Hyatt R. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *American Review of Respiratory Disease*. 1969; 99: 696-701.
- 3 Raida I, Robert A, James L. Determinants of Maximal Inspiratory Pressure. *American journal of respiratory and critical care medicine* 1998; 158: 1459-1464.
4. Koch B, Schäper C, Ittermann T, Bollmann 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. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2010. 30 (6). 460–465.
5. Gopalakrishna A, Vaishali K, Prem V, Aaron P. Normative values for maximal respiratory pressures in an Indian Mangalore population. *Lung India*. 2011; 28(4): 247–252.
6. Simões R, Deus A, Auad M, Dionísio J, Mazzone M, y –Silva A. Pressões respiratórias máximas em indivíduos saudáveis sedentários de 20 a 89 anos da região central do Estado de São Paulo. *Rev Bras Fisioter*, 2010; 14 60-7.
7. Gil L, Lopez A, Carmen L. Normal values of the maximal respiratory pressures in healthy people older than 20 Years old in the city of Manizales – Colombia. *Colombia Medica*. 2012; 43: 120-126.
8. Grassino A, Moxham J. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2002; 66: 519-624.

9. Costa T, Lima T, Gontijo P, Carvalho H, Cardoso F, Faria O, Neto F correlation of respiratory muscle strength with anthropometric variables of normal-weight and obese women. Rev Assoc Med Bras 2010; 56(4): 403-8.
10. Johan A, Chan C, Chia H, Chan O, Wang Y. Maximal respiratory pressures in adult Chinese, Malays and Indians. European Respiratory Journal 1997; 10: 2825–2828
11. Castro S, Castro D, Vera S. Destete ventilatorio, un enfoque fisioterapéutico. mov.cient. 2008; 2.
12. Ramirez A, Barrero M, Orozco M. Función De Los Músculos Inspiratorios Y Espiratorios En Humanos. Fundamentos y recomendaciones técnicas para su aplicación en un ámbito asistencial 2001.
13. West J. Fisiología respiratoria 6 ed. Argentina: Editorial Medica Panamericana; 2002.
14. Manual de Fisioterapia: Neurología, pediatría y fisioterapia respiratoria. Modulo II.
15. Gal B, Lopez M, Martín A, Prieto J. Bases de la Fisiología. 2 ed. 2007.
16. Dennis M, George E. Dysfunction of the Diaphragm.0 New England Journal of Medicine. 2012;366:932-42.
17. Sauleda J. Clinic consequences of the muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. Nutrición hospitalaria. 2006; 21: 69-75.

18. Gea J, Orozco M, Barreiro E. Particularidades fisiopatológicas de las alteraciones musculares en el paciente con EPOC. *Nutrición Hospitalaria*. 2006; 21:62-68.
19. Casán P, Mayos M. Determinación de las presiones respiratorias estáticas máximas. Propuesta de procedimiento. *Arch Bronconeumol* 1990; 26: 223-228.
20. Rodrigo P, Ana P, Marco A, Jadiane D, Marisa M, Audrey B. Maximal respiratory pressure in healthy 20 to 89 year-old sedentary individuals of central Sao Paulo State. *Rev. Brasileira de Fisioterapia*. 2010; 14: 60-7.
21. Windisch W, Hennings E, Sorichter S, Hamm H, Crie' e CP Peak or plateau maximal inspiratory mouth pressure: which is best?. *Eur Respir* 2004; 23 708–713.
22. John A, William A. The Assessment of Maximal Respiratory Mouth Pressures In Adults. *Respiratory Medicine* 2009; 54: 1348-1359.
23. Hautmann H, Hefele S, Schotten K, Huber R. Maximal inspiratory mouth pressures (PIMAX) in healthy subjects—what is the lower limit of normal?. *Respir Med*, 2000; 94. 689–693.
24. Hernández M, Garrido F, López S. Diseño de estudios epidemiológicos. *Salud Pública Méx* [online]. 2000: 42; 144-154.
25. Fleiss J. *Statistical Methods for Rates and Proportions*. Second Edition. New York. 1973.
26. World Health Organization- Body Mass Index. [Sitio en internet]. Disponible en: <http://www.who.int/healthinfo/statistics/whostat2005es2.pdf>

27. Lamas M. Diferencias de sexo y genero e Historia. Rev Cuicuilco Nueva Epoca. 2000: Vol. 7 N° 18.
28. Índice de Masa Corporal (IMC) Nueva Visión y Perspectivas. Federación Argentina de Cardiología. <http://www.fac.org.ar>. 2012. <http://www.fac.org.ar/scvc/llave/exercise/narvaez/narvaeze.htm>; 31 Mayo 2012
29. Toma de medidas clínicas y antropométricas en el adulto y adulto mayor. Secretaria de salud Publica mexicana. <http://portal.salud.gob.mx/> . 2010. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/DOCSAL7518.pdf>; 31 Mayo 2012.
30. Sánchez R, Echeverry J. Validación de escalas de Medición en Salud. Rev. Salud pública. 2004. 6: 302-318.
31. Schiaffino A, Rodriguez M, Pasarín M, Regidor E, Borrell C, Fernandez E. Odds ratio or prevalence ratio? Their use in cross-sectional studies. Gac Sanit 2003; 17:70-4.
32. Presiones inspiratorias y espiratorias máximas, capítulo 11. Fundación Neumológica Colombiana. <http://www.neumologica.org>. 2008. <http://www.neumologica.org/Archivos/pimypem.pdf>; 2 Julio 2012.
33. Parreira V, Franca D, Zampa C, Fonseca M, Tomich G, Britto R. Maximal Respiratory Pressures: Actual and predicted values in healthy subjects. Rev. bras. fisioter. 2007; 5: 361-368.
34. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. Braz J Med Biol Res. 1999;32(6):719-27.
35. Chen H, Kuo C. Relationship between respiratory muscle function and age, sex, and other factors. J Appl Physiol. 1989;66(2):943-8.





## ANEXO N° 1

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Fecha: 

DÍA	MES	AÑO
-----	-----	-----

Los investigadores del proyecto de investigación titulado “*Valores de referencia de la presión inspiratoria y espiratoria máxima en una población sana adulta de una institución universitaria, en Cali-Colombia*”. Por medio de este documento Solicitamos la participación en forma voluntaria y gratuita De: \_\_\_\_\_ mayor de edad, identificado con C.C. N° \_\_\_\_\_ de: \_\_\_\_\_.

#### 1. Declaración del individuo

1.1 El propósito de este estudio es establecer valores de referencia de las presiones respiratorias máximas en una población caleña sana; con lo anterior se espera la participación de aproximadamente 133 sujetos sanos que permitan fortalecer el desempeño profesional del fisioterapeuta en el área cardiopulmonar.

La medición de las presiones respiratorias máximas es un procedimiento de gran uso clínico, sencillo y no invasivo, que se realiza utilizando un instrumento llamado manovacuometro. El objetivo de este procedimiento es medir la fuerza global de los musculos respiratorios para establecer los valores en población sana y a partir de allí identificar posibles disfunciones musculares respiratorias en personas con algunas alteraciones

1.2 Entiendo además que para la recolección de datos, mi participación dentro del estudio se hará en un momento menor a 1 hora para hacer la toma de las medidas. Para esto me comprometo a participar de manera voluntaria, a brindar

una información veraz y a contribuir con buena disposición durante la ejecución del procedimiento, en el horario estipulados.

1.3 Conjuntamente, se me ha informado además de los posibles riesgos que se pueden presentarse en el estudio tales como caídas, mareo, dolor de oído, cansancio. Los riesgos serán minimizados realizando una medición de sus signos vitales antes de la prueba, y en la medición se realizará utilizando el protocolo estandarizado a nivel mundial, dando los tiempos de reposo establecidos entre cada toma. Además las mediciones se realizarán sobre una superficie estable y antideslizante.

1.4 Se me ha notificado que mi participación es del todo voluntaria y sin remuneración de ningún tipo. Por el contrario, los únicos gastos que debo sufragar serán los de mi transporte y los gastos que incurran mi vinculación al estudio serán cubiertos por el presupuesto de la investigación.

1.5 Comprendo claramente que mi participación es del todo voluntaria y que cuento con toda libertad de retirar mi consentimiento en el estudio en cualquier momento y mi participación sin ningún perjuicio en mi persona

1.6 Se me ha informado que dicho procedimiento será realizado por estudiantes de último semestre de fisioterapia de la Universidad del Valle: Fernando Cuartas, Sandra Riveros; y que en caso de alguna inquietud serán ellos los que garanticen una respuesta clara y concreta, comunicándome a los siguientes números:

Fernando Cuartas Guarnizo 3206736174

Sandra Marcela Riveros M 3187722645

1.7 Se me ha informado que mi identidad será manejada bajo principios de honestidad, privacidad y discreción, que no será publicada o mencionada al dar a conocer los resultados del estudio en el que estoy participando y que la información será procesada en un computador destinado para tal fin en el que el

acceso a estos registros será de uso exclusivo de los investigadores encargados y su asesora.

1.8 Autorizo además para que los datos de esta investigación puedan ser utilizados en futuros estudios bajo las condiciones aquí descritas.

1.9 Finalmente declaro que soy mayor de edad y me encuentro en pleno uso de mis facultades mentales y no actúo bajo presión de ninguna índole; autorizando a los investigadores responsables de esta investigación para realizar el procedimiento descrito anteriormente y todos los que sean necesarios.

**Firma del individuo:** \_\_\_\_\_ **C.C No.** \_\_\_\_\_

**Firma de los testigos:**

**Testigo No.1:** \_\_\_\_\_ **C.C No.** \_\_\_\_\_

**Testigo No.2:** \_\_\_\_\_ **C.C No.** \_\_\_\_\_

**Firma de los investigadores:**

1. \_\_\_\_\_ **Documento No.** \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_ **Documento No.** \_\_\_\_\_

## ANEXO Nº 2

### FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fecha: \_\_\_\_\_

#### 1. DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS

Código de identificación: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Género: F \_\_\_ M \_\_\_

Estrato Socioeconómico: 1\_\_\_ 2\_\_\_ 3\_\_\_ 4\_\_\_ 5\_\_\_ 6\_\_\_

#### 2. DATOS ANTROPOMÉTRICOS

TALLA	Cm
PESO	Kg
IMC	
PERIMETRO ABDOMINAL	Cm

#### 3. TOMA DE PRESIONES RESPIRATORIAS MÁXIMAS

	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Valor máximo	% Error
<b>Pimáx</b>					
<b>Pemáx</b>					

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Evaluador \_\_\_\_\_

## ANEXO Nº 3 ENCUESTA

Código de identificación:

2	0	1	3	-			
---	---	---	---	---	--	--	--

### 1. DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS

EDAD:			GENERO:	F: ___ M: ___
-------	--	--	---------	---------------

### 2. DATOS ANTROPOMÉTRICOS

TALLA:	Cm		PESO:	Kg	IMC:		P Abdom:	Cm
--------	----	--	-------	----	------	--	----------	----

3. Usted actualmente fuma o ha fumado? Si \_\_\_ No \_\_\_

4. EVALUACION MORFOLOGICA DE LA CAJA TORACICA		
	SI	NO
Cifosis		
Escoliosis		
Roto escoliosis		
Tórax en quilla		
Tórax en tonel		
Tórax excuvatum		

5.

Realiza algún deporte o AF? SI ___ NO ___ cual _____ Frecuencia: ___ días/sem Duración: ___ hrs
--

6. Estado de embarazo? Si \_\_\_ No \_\_\_ NA \_\_\_

7. Antecedentes personales:

PATOLOGICOS	X	FARMACOLOGICOS			
IAM		<i>Corticoides</i>	<i>Barbituricos</i>	<i>Relajantes Mx</i>	
Insuficiencia Cardiaca		Prednisona	Alobarbital		
Aneurisma		Triamcinolona	Butalbital		
<i>Enf Pulmonares</i>		Cortisona	Ciclobarbital		
Neumotorax		Dexametasona	Heptabarbital		
IRA		Hidrocortisona	Hexobarbital		
TBC		Metilprednisolon	Pentobarbital		
<i>Enf NeuroMx</i>		Prednisolona	Secobarbital		
Distrofia Mx Duchenne		Prednisona	Tiopental		
Miastenia Gravis		Betametazona	Barbital		
Poliomielitis			Mefobarbital		
ACV			Metarbital		
			Fenobarbital		
			Primidona		
ANTECEDENTES QUIRURGICOS					
Cirugia Abdominal		Cx ojos		Cx Oidos	

Apto para incluir en la investigación: SI \_\_\_ No \_\_\_

## ANEXO Nº 4

### FORMATO PARA ANÁLISIS DE FIABILIDAD INTRAEVALUADOR

		USUARIO 1		USUARIO 2		USUARIO 3		USUARIO 4		USUARIO 5	
EVALUADOR		Pimax	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx
Fernando C	TOMA 1										
	TOMA 2										
	TOMA 3										
	DEFINITIVO										
		USUARIO 6		USUARIO 7		USUARIO 8		USUARIO 9		USUARIO 10	
EVALUADOR		Pimax	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx
Fernando C	TOMA 1										
	TOMA 2										
	TOMA 3										
	DEFINITIVO										

<b>Coefficiente de Correlación</b>	
------------------------------------	--

		USUARIO 1		USUARIO 2		USUARIO 3		USUARIO 4		USUARIO 5	
<b>EVALUADOR</b>		Pimax	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx
Sandra R	<b>TOMA 1</b>										
	<b>TOMA 2</b>										
	<b>TOMA 3</b>										
	DEFINITIVO										
		USUARIO 6		USUARIO 7		USUARIO 8		USUARIO 9		USUARIO 10	
<b>EVALUADOR</b>		Pimax	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx
Sandra R	<b>TOMA 1</b>										
	<b>TOMA 2</b>										
	<b>TOMA 3</b>										
	DEFINITIVO										

**Coeficiente de Correlación**

**ANEXO Nº 5**

**FORMATO PARA ANÁLISIS DE FIABILIDAD INTEREVALUADOR**

		USUARIO 1		USUARIO 2		USUARIO 3		USUARIO 4		USUARIO 5	
<b>EVALUADOR</b>		Pimax	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx
Fernando C	<b>TOMA</b>										
Sandra R	<b>TOMA</b>										
<b>VARIANZA</b>											

		USUARIO 6		USUARIO 7		USUARIO 8		USUARIO 9		USUARIO 10	
<b>EVALUADOR</b>		Pimax	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx	Pimáx	Pemáx
Fernando C	<b>TOMA</b>										
Sandra R	<b>TOMA</b>										
<b>VARIANZA</b>											



	<b>UNIVERSIDAD DEL VALLE</b> <b>FACULTAD DE SALUD</b> <b>FISIOTERAPIA</b>	
	Documento N°. 1	Fecha de Vigencia
	Páginas	Revisión N°
Investigación: Valores de referencia de Presión Inspiratoria y espiratoria máxima en una población sana adulta en Cali Colombia	<b>PROCEDIMIENTO OPERATIVO ESTANDARIZADO</b> <b>Toma de Medidas Antropométricas:</b> Talla y Peso	

**1. OBJETIVO:** Establecer un procedimiento estandarizado con instrucciones detalladas para lograr la universalidad de la medición de Variables Antropométricas durante la ejecución de un proyecto de investigación.

**2. MATERIALES UTILIZADOS:** Cinta métrica, Cinta adhesiva, Báscula digital, hoja de registro antropometría, lapicero.

**3. RESPONSABILIDAD:** Estudiantes Investigadores del trabajo de grado Valores de referencia de Presión Inspiratoria y Espiratoria Máxima en una población sana adulta de una Institución Universitaria en Cali Colombia.

**4. FRECUENCIA:** El presente documento se debe tomar como referencia única cada vez que se realice una evaluación de las medidas antropométricas de los participantes incluidos en la investigación de los estudiantes de Fisioterapia de la Universidad del Valle.

**5. DESCRIPCIÓN, INSTALACIÓN Y USO ADECUADO DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN:** El lugar donde se realicen las mediciones debe ser amplio, higiénico e iluminado preferentemente con luz de día. Es importante instalar los instrumentos en lugares que tengan paredes lisas y verticales y pisos planos. Los investigadores deben revisar las condiciones y la adecuada funcionalidad del equipo antes de cualquier medición.

## 1. TALLA <sup>29</sup>

**1.1 CONCEPTO:** Es la altura que tiene un individuo en posición vertical desde el punto más alto de la cabeza hasta los talones en posición de “firmes”, se mide en centímetros (cm).

### 1.2 CONDICIONES GENERALES PARA LA TOMA DE MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS:

**1.2.1** Vestir ropa ligera y sin algún material o accesorio que pese (llaves, moneda, reloj)

**1.2.2** La mujer debe retirar todo tipo de accesorio que sujete el cabello

**1.2.3** La persona debe de estar descalza (sin calcetines).

**1.3 METODO:** Instalación de la cinta métrica: Ubicar una pared y un piso lo más liso posible, no inclinado ó sin desnivel. La pared y el piso deben formar un ángulo recto de 90°.

### 1.4 PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN

I. Se debe informar previamente al sujeto las mediciones a realizar durante su participación en la investigación para que esté enterado y tranquilo.

II. Ahora usted debe retirarse el calzado, gorra, adornos y se suelte el cabello.

III. Colóquese de pie y de espalda a la pared con la mirada al frente.

IV Usted debe asegurarse de que la cabeza, espalda, pantorrillas, talones y glúteos estén en contacto con la pared y sus brazos caigan naturalmente a lo largo del cuerpo.

V. Verifique que los pies estén en posición correcta. Para ello asegúrese los pies realicen una leve rotación externa con relación al eje de su cuerpo.

VI. Acomode la cabeza en posición recta y posteriormente trace una línea imaginaria (Plano de Frankfort) que va del orificio del oído a la base de la órbita del ojo.

VII. Ahora tome aire profundamente y sosténgalo.

VIII. Realice la lectura, asegurando la medida exacta y registre la talla en la hoja de antropometría

## 2. PESO<sup>29</sup>

**2.1 CONCEPTO:** Es la medida de la masa corporal expresada en kilogramos.

### **2.2 CONDICIONES GENERALES PARA LA TOMA DE MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS:**


**2.2.1** Vestir la menor cantidad de ropa posible y retirar objetos que generen peso.

**2.2.2** La persona debe de estar descalza (sin calcetines).

**2.3 METODO:** Instalación de la báscula digital: El evaluador debe ubicar la báscula en una superficie plana, rígida y estática. No se coloque sobre alfombra ni tapetes. Calibre la báscula y verifique que el cero marque correctamente.

### **2.4 PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN**

- I. Se debe informar previamente al sujeto las mediciones a realizar durante su participación en la investigación para que esté enterado y tranquilo.
- II. Señor(a) usted va a subir a la báscula colocando sus pies paralelos en el centro de la báscula. Párese derecho, mirando hacia el frente, sin moverse, respire tranquilamente y con los brazos que caigan naturalmente a los lados.
- III. Permanezca en esta posición hasta que yo le indique.
- IV. El evaluador debe estar en frente del sujeto y debe realizar la lectura cuando el indicador de la báscula se encuentra completamente fijo.
- V. Registre el peso en la hoja de antropometría

	<b>UNIVERSIDAD DEL VALLE</b> <b>FACULTAD DE SALUD</b> <b>FISIOTERAPIA</b>	
	Documento N <sup>o</sup> . 2	Fecha de Vigencia
	Páginas	Revisión N <sup>o</sup>
Investigación: Valores de referencia de Presión Inspiratoria y espiratoria máxima en una población sana adulta en Cali Colombia	<b>PROCEDIMIENTO OPERATIVO ESTANDARIZADO</b> <b>Toma de Medidas</b> <b>Presión Inspiratoria Máxima y Presión Espiratoria Máxima</b>	

### 3. MEDICIÓN DE PIMÁX Y PEMÁX<sup>8,32</sup>.

**3.1 CONCEPTO:** Es la máxima presión generada por los músculos inspiratorios y espiratorios al realizar una inspiración forzada o espiración forzada respectivamente

#### **3.2 CONDICIONES GENERALES PARA LA TOMA DE MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS:**

**3.1** Evitar ejercicio intenso el día del examen.

**3.2** El día de la prueba deberá usar ropa cómoda y ligera.

**3.3** Usted debe guardar reposo durante 20 minutos antes de realizar la prueba.

#### **3.3 MÉTODO.**

**3.3.1** Se explicará y demostrará brevemente el procedimiento y se deben responder inquietudes del paciente.

**3.3.2** Se advierte al paciente que realizar esfuerzos respiratorios intensos puede molestar sus oídos a pesar de lo cual debe realizar un esfuerzo máximo.

**3.3.3** Se enfatiza en la importancia de mantener los labios perfectamente cerrados a la boquilla del equipo para evitar fugas y que debe utilizar siempre un clip nasal durante la medición.

### 3.4 PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN.

Para la medición de las presiones respiratorias utilizaremos una boquilla, la cual está en su empaque, esteril y no será reutilizable, por lo que se utiliza una boquilla por participante

- I. **Se posiciona al paciente en posición sedente, tronco erguido para realizar la prueba:** “Por favor se sienta con su tronco derecho, con sus pies bien apoyados sobre el suelo y al ancho de sus hombros”
- II. **Para medir la Pimáx, se solicita al sujeto que:** “Deberá votar el aire suave pero completamente”, (con el fin de llegar a volumen residual”).
- III. **Simultaneo a la exhalación se instruye al paciente en la adecuada postura de la boquilla durante el procedimiento y el uso del clip nasal, de la siguiente manera:** “al terminar, ajuste el clip en su nariz y mantenga los labios perfectamente cerrados al introducir la boquilla, para evitar fugas de aire”.
- IV. **Animando al paciente para que lo haga con toda la fuerza posible se le dice,** “Ahora tome el aire tan fuerte y rápido como pueda durante 2 seg”.
- V. **Se realizará 3 intentos reproducibles** (máximo 10% de diferencia entre los dos de mayor valor).
- VI. Entre un intento y otro usted descansará durante 1 minuto.
  
- VII. **Para la medida de la Pemáx se siguen los pasos anteriores modificando el paso II por el siguiente comando:** “Ahora deberá tomar todo el aire que pueda suavemente, (con el fin de llegar a capacidad pulmonar total CPT) y al terminar de hacerlo ajuste el clip en su nariz y mantenga los labios cerrados al introducir la boquilla, para evitar fugas de aire.
- VIII. **Animando enérgicamente al paciente se le dice:** “ahora vote el aire tan fuerte y rápido como pueda durante 2 seg”.

**3.5 RESPUESTAS ANORMALES QUE JUSTIFICARON LA INTERRUPCIÓN DE LA PRUEBA:** Síncope, Angina, Mareo que no mejora con el reposo, Cefalea, Confusión mental, Nausea o vómito, Dolor muscular, Incomprensión de los comandos verbales, solicitud directa del paciente

## ANEXO Nº 7

### CARTA DE APROBACION DEL COMITÉ DE ETICA HUMANA

Comité Institucional de Revisión de Ética Humana



Facultad de Salud

UNIVERSIDAD  
del Valle

#### ACTA DE APROBACIÓN Nº 018-012

Proyecto: **VALORES DE REFERENCIA DE LA PRESION INSPIRATORIA Y  
ESPIRATORIA MAXIMA EN UNA POBLACION SANA ADULTA DE UNA  
INSTITUCION UNIVERSITARIA, EN CALI COLOMBIA**

Sometido por: **NASLY LORENA HERNANDEZ/FERNANDO CUARTAS/SANDRA  
MARECELA RIVEROS**

Código Interno: **200-012** Fecha en que fue sometido: **02** **10** **2012**

El Consejo de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle, ha establecido el Comité Institucional de Revisión de Ética Humana (CIREH), el cual está regido por la Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud; los principios de la Asamblea Médica Mundial expuestos en su Declaración de Helsinki de 1964, última revisión en 2002; y el Código de Regulaciones Federales, título 45, páte 46, para la protección de sujetos humanos, del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos 2000.

Este Comité certifica que:

1. Sus miembros revisaron los siguientes documentos del presente proyecto:

- |                                     |  |                                     |   |
|-------------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Resumen del proyecto                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | Protocolo de investigación                |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Formato de consentimiento informado                    | <input checked="" type="checkbox"/> | Instrumento de recolección de datos       |
| <input type="checkbox"/>            | Folleto del investigador (si aplica)                   | <input checked="" type="checkbox"/> | Cartas de las instituciones participantes |
| <input type="checkbox"/>            | Resultados de evaluación por otros comités (si aplica) |                                     |   |

2. El presente proyecto fue evaluado y aprobado por el Comité:

3. Según las categorías de riesgo establecidas en el artículo 11 de la Resolución Nº 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, el presente estudio tiene la siguiente **Clasificación de Riesgo:**

SIN RIESGO  RIESGO MÍNIMO  RIESGO MAYOR DEL MÍNIMO

4. Que las **medidas** que están siendo tomadas para proteger a los sujetos humanos son adecuadas.

5. La forma de obtener el **consentimiento** informado de los participantes en el estudio es adecuada.

6. Este proyecto será **revisado nuevamente** en la próxima reunión plenaria del Comité. sin embargo, el Comité puede ser convocado a solicitud de algún miembro del Comité o de las directivas institucionales para revisar cualquier asunto relacionado con los derechos y el bienestar de los sujetos involucrados en este estudio.

7. **Informará** inmediatamente a las directivas institucionales:

- Todo desacato de los investigadores a las solicitudes del Comité.
- Cualquier suspensión o terminación de la aprobación por parte del Comité.

8. **Informará** inmediatamente a las directivas institucionales toda información que reciba acerca de:

- Lesiones a sujetos humanos.



- Problemas imprevistos que involucren riesgos para los sujetos u otras personas.
- b. Cualquier cambio o modificación a este proyecto que haya sido revisado y aprobado por el Comité.
9. El presente proyecto ha sido **aprobado** por un periodo de **1 año** a partir de la fecha de aprobación. Los proyectos de duración mayor a un año, deberán ser sometidos nuevamente con todos los documentos para revisión actualizados.
10. El **investigador principal** deberá informar al Comité:
- a. Cualquier cambio que se proponga introducir en este proyecto. Estos cambios no podrán iniciarse sin la revisión y aprobación del Comité excepto cuando sean necesarios para eliminar peligros inminentes para los sujetos.
  - b. Cualquier problema imprevisto que involucre riesgos para los sujetos u otros.
  - c. Cualquier evento adverso serio dentro de las primeras 24 horas de ocurrido, al secretario(a) y al presidente (Anexo 1).
  - d. Cualquier conocimiento nuevo respecto al estudio, que pueda afectar la tasa riesgo/beneficio para los sujetos participantes.
  - e. cualquier decisión tomada por otros comités de ética.
  - f. La terminación prematura o suspensión del proyecto explicando la razón para esto.
  - g. El investigador principal deberá presentar un informe al final del año de aprobación. Los proyectos de duración mayor a un año, deberán ser sometidos nuevamente con todos los documentos para revisión actualizados.

Firma: Laura Elvira Piedrahita Fecha: 26 11 2012  
Nombre: LAURA E. PIEDRAHITA S.

Capacidad representativa: PRESIDENTA Teléfono: 5185677

#### CERTIFICACIÓN DE LA FACULTAD DE SALUD DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE

Por medio de la presente, certifico que la Facultad de Salud de la Universidad del Valle aprueba el proyecto arriba mencionado y respeta los principios, políticas y procedimientos de la Declaración de Helsinki de la Asamblea Médica Mundial, de la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y de la reglamentación vigente en investigación de la Universidad del Valle.

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: 26 11 2012  
Nombre: HERNAN J. PIMIENTA J.

Capacidad representativa: VICEDECANO DE LA FACULTAD DE SALUD Teléfono: 5185680



## ANEXO N° 8. ACTA DE SUSTENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



FACULTAD DE SALUD  
Secretaría Académica  
Escuela de Rehabilitación Humana  
Programa Académico de Fisioterapia

### ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS, TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O PROYECTO DE GRADO

TÍTULO DEL PROYECTO DE GRADO: Valores de referencia de la Presión Inspiratoria y Espiratoria Máxima en una población sana adulta, de una Institución Universitaria en Cali, Colombia.

Jurado conformado por los EVALUADORES:

1. Jonathan Betancourt Peña
2. Julian Andrés Rivera Motta
3. Olga Marina Hernández Orobio

El día viernes 02 de agosto de 2013 a la 1:00 m a 2:00 pm se llevó a cabo la sustentación del ( ) Tesis  
( ) Trabajo de Investigación ( X ) Proyecto de Grado, presentado por los estudiante(s):

1. Fernando Cuartas Guarnizo
2. Sandra Marcela Riveros Muñoz

Candidato(s) a grado del: **PROGRAMA ACADÉMICO DE FISIOTERAPIA.**

**RESULTADO DE LA EVALUACION:**

#### 5. NIVEL DE PREGRADO:

- Aprobada. Regístrese la calificación
- ( ) Reprobada. El estudiante debe matricularse nuevamente en esta actividad.
- ( ) Pendiente El estudiante debe acoger las recomendaciones del jurado y presentar nuevamente el documento ante el Director del Trabajo. Requiere ( ) No requiere () nueva sustentación
- Aprobada, ( ) Meritoria, ( ) Laureada. Regístrese esta calificación.

6. NIVEL DE POSTGRADO:

( ) Aprobada, ( ) Meritoria, ( ) Laureada. Regístrese esta calificación.

( ) Reprobada. El estudiante debe matricularse nuevamente en esta actividad.

( ) Pendiente El estudiante debe acoger las recomendaciones del jurado y presentar nuevamente el documento ante el Director del Trabajo. Requiere ( ) No requiere ( ) nueva sustentación

El plazo para nueva sustentación y/o para presentación del documento final es de:

\_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: PRESENTÓ EL PROYECTO DE GRADO: SI  NO

Promedio de la calificación de la Presentación: 4.60 (Cuatro punto sesenta)

Nasly Lorena Hernández G.  
Nombre Director Trabajo de Grado

FACULTAD DE SALUD  
ESCUELA DE REHABILITACION HUMANA  
PROGRAMA ACADÉMICO  
DE FISIOTERAPIA  
DIRECCIÓN  
Presidente del Jurado

Jhonatan Beltracost Perra  
Nombre Jurado 1.

Jhonatan Beltracost Perra  
Firma Jurado 1.

Joslin Andrés Rivera  
Nombre Jurado 2.

Joslin Andrés Rivera  
Firma Jurado 2.

Olaya Manna Hernández O  
Nombre Jurado 3.

Olaya Manna Hernández O  
Firma Jurado 3.